

## Per la critica della crescita illimitata e della crescita verde

**Abstract:** We focus on two great narratives: unlimited growth and green growth. The problem of the compatibility between the increase of human economic activities and the ecosystem seems to be solved by each of the two narratives. After recalling the thermodynamic unfoundedness of the first paradigm, we ask ourselves why it remains central in orienting political choices. Our answer explores the nature of “public religion” that economics has been taking on: by shaping our mental models and our actions, today’s dominant economic theory is capable of converting us, contributing to the affirmation of even indefensible beliefs. With regard to the green growth paradigm, it is based on the idea of an absolute decoupling between the trend of growth and the negative impact on the environment, as well as on the related idea that forms of full circularity of economic processes are practicable. Against this conception theoretical arguments and empirical evidence have been advanced, none of which is in itself negatively conclusive, but whose complex makes it highly implausible.

### Narrative in competizione

La tabella 1 descrive le principali narrative riguardanti la dimensione economica della sostenibilità.

In questo capitolo esamineremo la prima narrativa, che possiamo anche chiamare Crescita illimitata, e le ultime due, la Crescita verde e il Disaccoppiamento assoluto. Esse sono infatti quelle che più nettamente si oppongono alla tesi di fondo che stiamo argomentando: che capra e cavoli, che crescita e salvezza del pianeta, non si possano tenere assieme.

Se la crescita illimitata non può esistere, perché la si teorizza?

La crescita economica è vista dalla maggioranza degli economisti come la soluzione di tutti i problemi. Anzi, come l’unico scopo da perseguire. La cornucopia, il corno dell’abbondanza, è il simbolo con cui possiamo sintetizzare questa posizione. Il valore totale dei beni e servizi prodotti nel sistema economico, ossia il PIL (Prodotto interno lordo), deve aumentare continuamente, consentendo a sempre più persone di consumare sempre più merci.

Nicolò Bellanca, University of Florence, Italy, nicolo.bellanca@unifi.it, 0000-0002-3809-3455

Luca Pardi, CNR-IPCF, Institute for Chemical-Physical Processes, Italy, luca.pardi@pi.ipcf.cnr.it, 0000-0002-6870-1490

FUP Best Practice in Scholarly Publishing (DOI 10.36253/fup\_best\_practice)

Nicolò Bellanca, Luca Pardi, *Per la critica della crescita illimitata e della crescita verde*, pp. 95-112, © 2020 Author(s), CC BY 4.0 International, DOI 10.36253/978-88-5518-195-2.10, in Nicolò Bellanca, Luca Pardi, *O la capra o i cavoli. La biosfera, l’economia e il futuro da inventare*, © 2020 Author(s), content CC BY 4.0 International, metadata CCO 1.0 Universal, published by Firenze University Press (www.fupress.com), ISSN 2704-5919 (online), ISBN 978-88-5518-195-2 (PDF), DOI 10.36253/978-88-5518-195-2

Tabella 1

Narrativa	Definizione
<i>Business as usual</i>	La crescita economica è prioritaria, la sostenibilità ambientale non è esplicitamente perseguita. La sostenibilità è data dalla conversione efficiente di capitale naturale in capitale creato dall'uomo.
Disaccoppiamento relativo	I capitali naturali e di origine umana non possono essere considerati intercambiabili. Gli impatti ambientali negativi possono essere parzialmente evitati aumentando l'eco-efficienza nel perseguire la crescita economica.
Limiti alla crescita	Lo sviluppo tecnologico non soddisfa i bisogni della società umana. I limiti naturali del pianeta producono una contrazione o un collasso della crescita economica.
Austerità verde	Consapevolezza dei limiti ecologici e dei limiti alla crescita; le soluzioni tecnocratiche vengono sostituite o integrate con quelle <i>nature-based</i> , con l'adattamento ecologico e la resilienza.
Crescita verde	La crescita economica e la sostenibilità ambientale possono essere conciliate e possono avere reciproci feedback positivi. Questo processo è alimentato da soluzioni <i>nature-based</i> , ovvero adattamento ecologico e resilienza; queste risposte sono concepite in opposizione o in aggiunta a quelle basate sulla conoscenza tecnologica.
Disaccoppiamento assoluto	I capitali naturali e di origine umana non possono essere considerati intercambiabili. La crescita economica non è esclusa purché gli impatti negativi per l'ambiente possano essere completamente evitati aumentando l'eco-efficienza. La sostenibilità ambientale è quindi prioritaria rispetto alla crescita.

Tuttavia, l'espansione perpetua del sistema economico umano all'interno di un ecosistema finito, non può procedere oltre un certo livello, che è quello imposto dal flusso delle materie prime, nella direzione che va dalla natura all'economia, e dal flusso dei rifiuti, nella direzione che va dall'economia all'ambiente.

Nella figura 1, dovuta a Herman Daly, sull'asse x abbiamo il PIL mentre l'asse y il rappresenta in versi opposti sia il vantaggio marginale MU che il costo ambientale e sociale marginale MDU. La linea continua nel quadrante superiore indica la progressiva diminuzione del vantaggio in rapporto alla crescita. Questa parte del diagramma è intuitiva: una popolazione estremamente povera avrà un forte vantaggio da una sia pur minima crescita del sistema economico. Pensiamo ad esempio alla popolazione di Haiti che, già poverissima, fu colpita da un forte terremoto nel 2010. All'indomani del sisma, l'atterraggio di un aereo di razioni alimentari era sufficiente a portare un sensibile sollievo per molte persone. Oggi, con una situazione entro certi limiti normalizzata, per registrare un miglioramento comparabile sono necessari interventi molto più consistenti, come, poniamo, la ricostruzione di un ospedale.

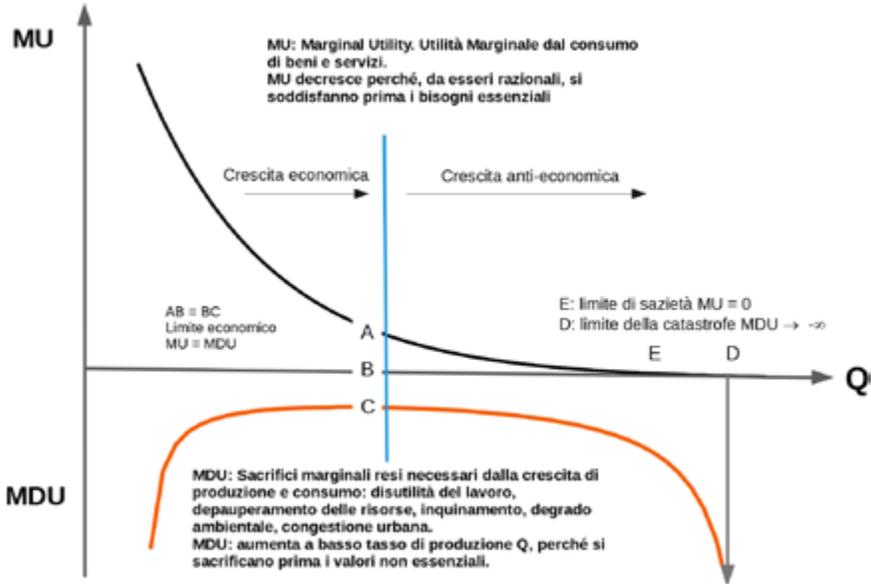


Figura 1

Fin qui l'argomento è talmente ovvio, che nessuno sembra dissentire. Ciò che però spesso gli economisti trascurano, è che il processo di crescita non richiede soltanto un maggiore esborso di denaro, bensì pure un maggiore consumo di risorse ed una maggiore produzione di rifiuti. In altre parole, una maggiore dissipazione di energia ed una maggiore entropia. Questa implicazione è rappresentata dalla linea tratteggiata della figura 1, il cui andamento è un poco più complesso di quello della curva monotona decrescente del benessere.

In effetti, a livelli molto bassi di crescita economica, il costo ambientale e sociale per ogni miglioramento è relativamente alto. Esso tende poi a diminuire, per tornare infine a crescere. La spiegazione è che, in un ecosistema quasi integro, ogni intervento (dissodamenti, disboscamenti, costruzioni, e così via) genera un danno sensibile, che l'economia molto povera non è in grado di mitigare, né di compensare. È la dinamica di crescita di paesi come la Cina o l'India, nei quali si punta sullo sviluppo dell'industria pesante e più inquinante, ed è quello che sta accadendo in gran parte del "sud del mondo", in cui masse immani di affamati stanno letteralmente dando l'assalto alle ultime aree relativamente intatte, mangiando tutto ciò che trovano.

Crescendo l'economia, diviene possibile entro certi limiti mitigare gli effetti peggiori. Ne sono esempi le norme contro l'inquinamento, l'istituzione di aree protette, il riciclo dei rifiuti, e così via, che hanno caratterizzato l'Europa, dagli anni 1970 al 2010 circa. È questa la fase migliore, ma un consumo di biosfera si verifica comunque al dilatarsi del sottosistema umano. Un consumo che, al crescere dell'economia e della popolazione, torna ad aumentare, tendendo rapi-

damente ad infinito, man mano che gli ecosistemi vengono irrimediabilmente semplificati, i cicli bio-geo-chimici alterati e la biosfera ridotta a sempre minor cosa.

In corrispondenza del punto critico **b**, il segmento **ab** è uguale a quello **bc**. Questo significa che il vantaggio marginale è uguale al costo marginale, ossia che la linea separa il campo in cui la crescita del PIL rende più ricchi (a sinistra), dal campo in cui ogni ulteriore crescita rende mediamente più poveri.

Inoltre, la figura 1 esprime anche altri due punti critici. Il punto **e** si colloca dove il vantaggio marginale arriva a zero, perché il mercato è saturo di tutto e qualunque nuovo prodotto o servizio non interessa più a nessuno. Il terzo punto critico sta in **d**: da esso in poi la curva dei costi ambientali e sociali tende rapidamente ad infinito, per il collasso della biosfera di cui gli umani, e ogni loro attività economica, fanno parte.

Sulla base delle analisi che la figura 1 sintetizza, è dunque evidente che la visione della cornucopia capitalistica – nella quale gli umani, separati dall’ambiente che li circonda, protraggono indefinitamente l’espansione delle dimensioni del proprio metabolismo economico – non sta in piedi, in quanto trascura il problema delle risorse non rinnovabili e, più in generale, dell’elevamento dell’entropia. Ma se è così lampante, perché gran parte degli economisti ragionano e formulano precetti come se fosse altrimenti?

Per fornire una risposta che non invochi fattori irrazionali, occorre volgersi alle caratteristiche dell’odierna *economics*. Come osserva Mauro Gallegati, «nonostante esteriormente assomigli alla fisica, e nonostante il presunto equipaggiamento di molte leggi, l’economia non è una scienza», e anzi «assomiglia a una religione».

L’odierna teoria economica *mainstream* è caratterizzata, in linea generale, dalle seguenti assunzioni di base: agente rappresentativo (i consumatori o le imprese sono tutti identici, e quindi basta studiare l’agente-tipo), perfetta razionalità degli agenti (chiamata talvolta “olimpica”, poiché esprime requisiti che soltanto un dio potrebbe possedere), aspettative razionali (gli agenti usano le informazioni in modo efficiente, formulando quindi le previsioni più corrette) e scelte fondate sulla massimizzazione di una funzione obiettivo (l’agente individua e seleziona l’alternativa migliore tra quelle disponibili).

La macroeconomia è quella parte della disciplina che (tra l’altro) dovrebbe spiegare le crisi, e quindi fenomeni come la Grande recessione o la Pandemia. I macroeconomisti *mainstream* sostengono che la loro teoria dev’essere una versione aggregata del modello dell’equilibrio generale (in cui i prezzi assicurano l’eguaglianza di domanda e offerta in *tutti* i mercati), stabilendo uno sconcertante *apriori* metodologico per il quale l’equilibrio è il canone per studiare tutto quello che nega l’equilibrio: sentieri dinamici, processi innovativi, instabilità e crisi.

Non basta: la rilevanza esplicativa dei modelli di equilibrio generale è intaccata dall’assurdità delle ipotesi richieste per definire l’equilibrio (mercati futuri completi o previsione perfetta), aggravate dalle assunzioni necessarie per attribuire alla nozione di equilibrio il ruolo di situazione cui l’economia tende (aggiustamenti all’equilibrio di fatto istantanei).

Non basta ancora: la validità formale di quei modelli è minata dal teorema di Sonnenschein-Mantel-Debreu, che, rendendo estremamente problematica così l'unicità come la stabilità dell'equilibrio, mostra l'impossibilità di derivare univocamente il comportamento macroeconomico da quello degli individui.

Sulla scorta di quanto precede, la scienza economica, e in particolare la sua parte che dovrebbe spiegare i sistemi economici concreti e orientare la *policy* (ovvero, la macroeconomia), non essendo in grado di *dimostrare* adeguatamente i requisiti dell'equilibrio, può soltanto *assumere* che l'equilibrio vi sia: essa si afferma e riproduce come ideologia legittimante, ossia come una forma di religione mondana.

Ma approfondiamo questo accostamento alla religione. Osserva ancora Gallegati: «che lo spazio sia omogeneo o frattale, che l'universo acceleri o meno, la cosa non influenza direttamente l'esistenza umana. Le nostre esistenze dipendono, invece, dalle prescrizioni di politica economica derivate da un modello mentale. Un cosmologo scarso rovinerà al massimo il buon nome della propria famiglia, ma un pessimo economista che viene ascoltato può rovinare Paesi interi con i suoi consigli farlocchi». Insomma, «se uno crede nel Grande Cocomero saranno pure affari suoi. Basta che non pretenda di governare la nostra vita, magari flessibilizzandoci».

La scienza economica *mainstream* non è un'ideologia funzionalmente simile alle religioni private ("credo nel Grande Cocomero, e ne rispondo solo a me stesso"), operando invece come una religione pubblica, e quindi *politica*. Per "religione pubblica" intendiamo un insieme di credenze e di pratiche rituali che, permeando di significato alcune delle maggiori esperienze di vita, è in grado di *convertire* i propri seguaci, trasformandone i valori e le preferenze, e dunque la loro stessa identità. Mentre alcune religioni pubbliche esprimono il rapporto dell'uomo con il divino, altre sono mondane e coincidono con il sottoinsieme delle ideologie – tra le quali spiccano il nazionalismo, il socialismo, il populismo, il fascismo e il comunismo – che hanno (o hanno avuto) la capacità di convertire miliardi di persone, costituendo una delle maggiori forze storiche dell'età moderna e contemporanea.

La scienza economica dominante è interpretabile mediante la nozione di religione pubblica, in forza di due principali argomenti, riguardanti l'uno il modo di funzionare di questa disciplina e l'altro l'impatto della disciplina sulla realtà sociale. Sul primo versante, Ugo Pagano osserva che «la scienza economica [dominante] è definita più nei termini della sua metodologia, che nei termini del suo oggetto di studio o campo d'indagine. In questo senso si può sostenere che qualunque fenomeno venga spiegato in termini di scelta razionale, è spiegato, per definizione, in termini economici. [...] Gli scienziati che cercano differenti tipi di spiegazioni per lo stesso fenomeno non contano nel novero degli economisti, e la scienza economica diventa una sorta di "Chiesa Metodista". La concorrenza con metodologie alternative è preclusa dal fatto che i seguaci di queste sono posti necessariamente al di fuori dalla Chiesa». In altre parole, l'assolutizzazione di un canone metodologico svolge, nell'*economics* dominante, la stessa

funzione che, nelle religioni trascendenti, è assolta dall'attribuzione di sacralità a determinati atti di culto e di devozione.

Sul versante dell'impatto della disciplina sulla realtà sociale, è importante richiamare la distinzione tra l'uso *informativo* o *performativo* di un messaggio. Informativo è l'avviso apposto sui pacchetti di sigarette: "Nuoce gravemente alla salute". Se non seguo l'avviso il rischio è mio, ma posso far divergere l'azione dal messaggio. La performatività si realizza, invece, quando la parola e il comportamento coincidono, ossia quando il messaggio si traduce immediatamente in una pratica sociale. Se il cartello segnala "Vietato fumare", esprime un divieto che, se non lo rispetto, mi rende perseguibile. Ancor meglio, se il Sindaco proclama "Siete sposati", rende con ciò stesso esecutivo il mio matrimonio. I messaggi elaborati e trasmessi dalla scienza economica hanno in prevalenza un carattere performativo, puntando a modificare direttamente la realtà sociale.

Tra questi messaggi performativi, spicca il metodo adottato per misurare il flusso di nuova ricchezza delle nazioni: il PIL. Poiché la misurazione del PIL prende le mosse da un modo preciso con il quale valutiamo le attività economiche, essa contribuisce all'incremento di certe attività a scapito di altre.

Nella prima versione del Sistema di contabilità nazionale delle Nazioni Unite, risalente al 1953, il settore pubblico fu trattato come un fattore di crescita del reddito. D'altra parte le attività finanziarie rientrarono nel PIL soltanto come un input intermedio, che contribuisce al funzionamento di altri settori economici. Tuttavia, dagli anni 1970, gli attivi del settore finanziario (prestiti, obbligazioni, azioni e derivati bancari) iniziarono a crescere fino a diventare un multiplo dell'economia reale. Come nota Mariana Mazzucato, ecco che, sulla spinta della natura performativa dell'*economics*, cioè rovesciò i criteri di calcolo del PIL: mentre il settore pubblico venne riclassificato come improduttivo, la finanza diventò produttiva.

La giustificazione avanzata fu che la "intermediazione finanziaria", svolta dalle banche commerciali, e le "assunzioni di rischi", affrontate dalle banche d'investimento, sono entrambe attività produttive in quanto muovono il capitale verso un'allocazione efficiente. Quando però, come spesso accade, l'allocazione dei capitali rimane ben lontana dall'efficienza, o addirittura scatena una crisi finanziaria provocando gravi perdite, il settore finanziario non perde la produttività che gli è stata conferita e non viene tolto dal calcolo del PIL.

Una conseguenza della religione della crescita del PIL che merita di essere posta in risalto, attiene agli aspetti demografici della crescita. In principio, in una società che sta aumentando la propria popolazione, la crescita del PIL può essere considerata normale. Tuttavia, la scienza economica *mainstream* rovescia il problema: le società che invecchiano e che sono demograficamente stazionarie, hanno crescenti problemi di performance economica, misurata dalla crescita del PIL. Ne segue che occorre incentivare la ripresa della natalità. Come in tutte le religioni, questo precetto diventa la base di una moralità, e anche di un moralismo, secondo cui il tardare a riprodursi, o il farlo al di sotto del tasso minimo di 2,1 figli per donna in età fertile, o infine il non riprodursi affatto, diventano una colpa, stigmatizzata come forma di egoismo e asocialità.

Insomma, l'*economics* ha un'influenza performativa sulla vita economica (*economy*): i mercati esistenti funzionano così-e-così anche perché gli economisti hanno predicato che essi fossero creati e fatti girare in quella maniera. Il modello dell'*homo oeconomicus* è una credenza falsa, come ormai è stato sostenuto da una sterminata mole di ricerche, teoriche ed empiriche; ma noi tendiamo a comportarci come *homines oeconomici* perché gli economisti, e i politici da loro consigliati, plasmano le istituzioni economiche in modi che favoriscono quei comportamenti: acquisiamo una *forma mentis* e selezioniamo le motivazioni, anche tramite la specifica concezione dell'economia che viene propugnata e propagandata dagli economisti.

Un esempio lo traiamo dal funzionamento dei mercati finanziari: su di essi, ogni nuovo prodotto dev'essere accettato dagli operatori. I famigerati "derivati" (contratti che gestiscono le variazioni nei prezzi di un'attività sottostante, mediante il trasferimento a terzi del rischio) coprivano negli scorsi decenni una ridotta quota di mercato ed erano assimilati al gioco d'azzardo. La loro legittimazione, e quindi il loro diffondersi, avvenne grazie alla campagna promossa dal *Chicago Board of Trade*, che si appoggiò alla teoria di Black, Scholes e Merton. Quella teoria, che sarà in seguito catastroficamente smentita dagli eventi, plasmò i mercati, nel senso che gli operatori costruirono i nuovi prodotti finanziari orientati da essa; e la corrispondenza tra teoria e realtà, inizialmente scarsa, andò aumentando man mano che la teoria venne adottata.

Siamo all'ultimo passaggio. L'*economics* dominante si comporta come una credenza (infondata, ma non è questo il punto principale) che conferisce significato alle nostre maggiori esperienze di vita economica. Questa credenza si trasmette professionalmente mediante un canone metodologico che seleziona e fidelizza i chierici, mentre, sul piano della formazione culturale e dei comportamenti economici effettivi, si trasmette mediante pratiche rituali che vanno dall'eserciziario per gli studenti, alle indicazioni della camera di commercio di Chicago agli operatori di mercato, fino alle politiche di "austerità espansiva" applicate dai governi negli ultimi anni.

Plasmando i nostri modelli mentali e le nostre azioni, l'*economics* dominante si rivela in grado di *convertirci*, operando come una religione pubblica. La sua manifestazione politicamente più efficace e pervasiva è stata, dalla fine degli anni 1970, il neoliberalismo, quale distillato della scienza economica *mainstream* in termini di misure di regolazione dell'economia. A nostro avviso, si capisce poco dell'affermazione planetaria del neoliberalismo, senza tenere in adeguato conto la sua *capacità di convertire le persone*: come è stato documentato, la diffusione del verbo neoliberalista è spesso iniziata in modi non indolori, presso popolazioni che in maggioranza lo rifiutavano; ma la forza di quel verbo è stata nel suo essere un messaggio religioso, veicolato e supportato da una "disciplina scientifica".

È sulla base di analoghe considerazioni che riusciamo a spiegare l'apparente paradosso, per il quale qualcosa che non può esistere – la crescita illimitata – diventa la bussola che orienta quasi tutte le *policy* del pianeta.

È possibile una crescita verde? È possibile il disaccoppiamento assoluto?

Tra le molte critiche alla scienza economica *mainstream*, soffermiamoci su quella che più direttamente affronta il tema della sostenibilità ecologica e sociale del sistema economico: l'idea del *Green New Deal* (d'ora in avanti, GND).

Questa idea risale almeno ad una decina di anni fa, e fu inizialmente sostenuta sia da gruppi di studiosi, sia da organizzazioni internazionali. Essa ha però guadagnato le prime pagine dei media da quando è diventata un pilastro del rilancio dei Democratici americani ed è stata inserita nei programmi elettorali di tutti i candidati di quel partito alla Casa Bianca.

In questa sua ultima versione, il GND mira a sganciare completamente l'economia degli Stati Uniti dall'uso dei combustibili fossili entro il 2050. Mentre oggi le fonti di energia rinnovabile – l'energia solare, eolica, geotermica, l'idroelettrica su piccola scala e la bioenergia a basse emissioni – coprono in quel Paese circa un quinto del totale della sola produzione elettrica, e mentre, se perdurano gli attuali trend, tali fonti soddisferebbero alla metà del XXI secolo soltanto il 31% del fabbisogno complessivo, il GND punta all'ambizioso obiettivo di una transizione verso il 100% di energia pulita.

Ciò comporta ingenti investimenti pubblici – da reti per la ricarica dei veicoli elettrici all'adeguamento degli edifici esistenti, da nuovi percorsi ferroviari ad alta velocità ai sussidi all'energia non a base di carbonio – e include la generazione di nuovi posti di lavoro come risultato diretto delle strategie ambientali. Inoltre, per determinare un adeguato consenso intorno a questa transizione, il GND prevede un vero e proprio nuovo contratto sociale per il Paese: assistenza sanitaria universale, salario minimo più elevato, assistenza all'infanzia, istruzione superiore gratuita, lotta ai monopoli e alle loro conseguenze deleterie sul lavoro e sulla società.

Nessuna tra le elaborazioni disponibili del GND fornisce precise stime sulle risorse necessarie; è tuttavia possibile rendersi conto dell'ampiezza dell'iniziativa, considerando ad esempio che Bernie Sanders pianificava investimenti pari a 16 trilioni di dollari (dove un trilione è pari a mille miliardi) in 15 anni. Tra le voci dalle quali reperire i fondi spicca una maggior tassazione dei redditi più elevati, con un'aliquota massima al 70% per i redditi oltre i dieci milioni di dollari.

Il GND è l'unico approccio alla stabilizzazione del clima che progetta interventi sistemici di magnitudine adeguata e che, allo stesso tempo, si propone di espandere opportunità di lavoro di buona qualità, investire l'andamento delle disuguaglianze e aumentare gli standard di vita di massa. Esso appare quindi l'unica prospettiva in grado di rispondere, oltretutto ai problemi ambientali, all'ascesa così del neoliberalismo globale come di forme nazionali di populismo di destra e di sovranismo. Nondimeno, il GND riceve serie critiche, negli Stati Uniti e altrove, nel dibattito tra le forze progressiste. È utile richiamarne alcune, in quanto esse sollevano argomenti di enorme rilevanza per il nostro comune futuro.

Cominciamo annotando che esiste un largo consenso su due circostanze: per un verso, qualsiasi piano efficace per evitare la crisi climatica deve porre fine alla nostra dipendenza dai combustibili fossili, puntando alla loro graduale

eliminazione, a interrompere le nuove estrazioni e a tassare le emissioni nocive; per l'altro verso, la sostituzione dei combustibili fossili con energia rinnovabile ha già un costo competitivo e in rapida ulteriore diminuzione, ed è in grado di soddisfare l'intero fabbisogno energetico.

Tuttavia, afferma la prima critica, fornire energia pulita è soltanto un aspetto di un'economia sostenibile. Occorre infatti considerare le altre risorse naturali: «la tendenza al degrado non può essere annullata per quanto riguarda le altre risorse, bensì solo ritardata. L'economia circolare dispiega modalità più o meno sofisticate per rallentare questo percorso irreversibile, dalla progettazione per garantire una lunga durata ai prodotti alla loro rifabbricazione, dalla *sharing economy* al riciclo dei rifiuti. Non esiste però un fattore equivalente all'energia solare in grado di invertire il degrado delle risorse salvo il comparto, limitato per quanto importante, della produzione di biomateriali» (Gianni Silvestrini). Ne segue che la decarbonizzazione dell'economia – sulla quale si concentra il GND – non è sufficiente se lasciamo intatti i modelli di produzione e consumo, di urbanizzazione e trasporti, di agricoltura e allevamento del bestiame, che alimentano il capitalismo globale. Anche un pianeta che azzerasse la produzione di CO<sub>2</sub> dovrebbe ancora affrontare enormi crisi ecologiche: dalla perdita della biodiversità alla deforestazione, dall'acidificazione degli oceani alla sovrappopolazione, dalla grave perturbazione del ciclo dell'azoto (e di altri cicli biogeochimici) alla concentrazione di ozono nell'atmosfera.

Un ventaglio di otto critiche riguarda le energie rinnovabili. 1) Per produrre grandi quantità di energia solare ed eolica, occorre costruire infrastrutture per le quali sono decisivi i metalli. Le indagini più autorevoli segnalano che si richiede un aumento massiccio, rispetto ai livelli attuali di prelievo, per rame, piombo, zinco, alluminio, argento, ferro o palladio, ma anche per i metalli più rari come cobalto, cadmio e rutenio. Oltre al rischio di esaurimento di questi metalli, il problema nasce dagli effetti della loro estrazione sulla deforestazione, sull'equilibrio degli ecosistemi e sulla perdita di biodiversità. 2) «Se la storia ci insegna davvero qualcosa, le transizioni energetiche non sono mai esistite. Non siamo passati dal legno al carbone, poi dal carbone al petrolio, quindi dal petrolio al nucleare. La storia dell'energia non è una storia di transizioni, ma di "addizionali" successive di nuove fonti di energia primaria» (Bonneuil e Fressoz 2016). Di fatto, come abbiamo detto nella prima parte del libro, l'unica fonte energetica che è stata sostituita in modo massiccio a partire dal XX secolo, è la potenza muscolare di uomini e animali. Il pericolo non è che, nei prossimi decenni, difetti la diffusione dell'energia rinnovabile, bensì che questa, malgrado le misure sanzionatorie previste nel GND per l'uso dei combustibili fossili, si cumuli alle fonti tradizionali. 3) Riprendendo un argomento affrontato nel capitolo primo, una delle ragioni che rende ardua la transizione alle rinnovabili, consiste nella loro minore densità energetica rispetto alle energie fossili. Il petrolio a metro cubo contiene più energia di qualunque concorrente, e la sua liquidità lo rende facilmente trasportabile. Le tecnologie dell'accumulo, che ad esempio permettano batterie meno ingombranti e più efficaci, sono in rapida evoluzione, ma la

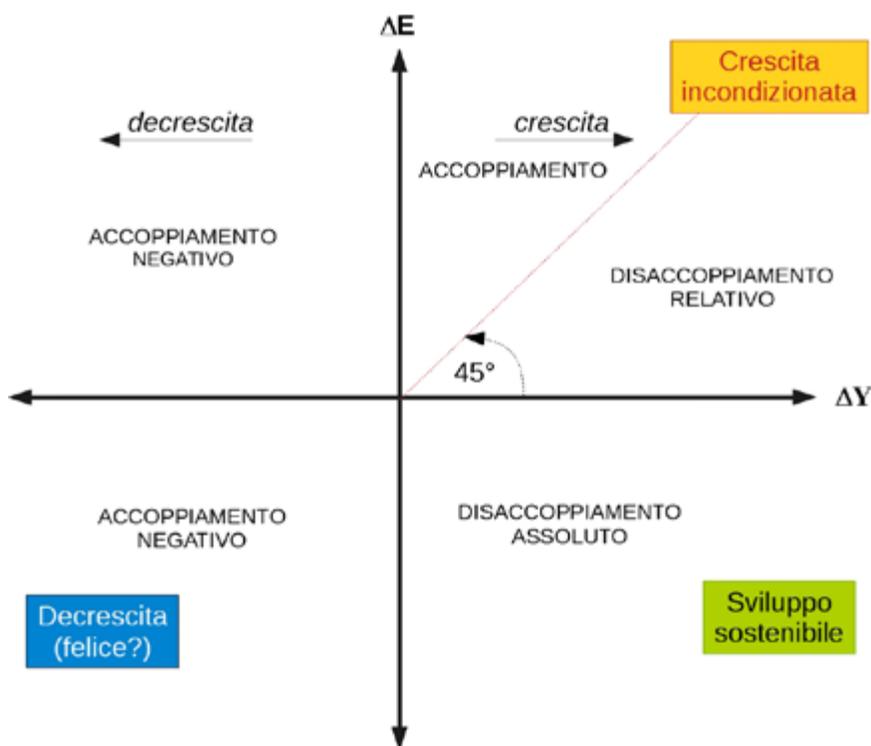
strada appare ancora lunga (si veda la tabella 2) e, per essere percorsa, richiede la sostituzione di gran parte delle grandi infrastrutture energetiche della società.

Tabella 2

DIECI MODI DI ACCUMULARE ENERGIA				
	MESI	SETTIMANE	GIORNI-ORE	MINUTI
	<b>IDROELETTRICO</b>  Si pompa l'acqua in un invaso accumulando energia gravitazionale che si recupera all'occorrenza per caduta, azionando una turbina che genera energia elettrica. <b>Capacità.</b> Decine di migliaia di MWh. <b>Limiti.</b> Elevato impatto, alti costi, densità energetica bassa (< 10 kWh/m <sup>3</sup> )	<b>CELLE A COMBUSTIBILE</b>  L'energia viene immagazzinata scindendo l'acqua in ossigeno e idrogeno per elettrolisi, e recuperata nella reazione inversa, cioè bruciando l'idrogeno. <b>Limiti.</b> Bassa efficienza e alti costi.	<b>ACCUMULATORI</b>  Ve ne sono di diversi tipi, i più noti fra quelli di ultima generazione sono quelli al Li usati nei cellulari e nei veicoli elettrici. Differiscono per il materiale di cui è costituito il catodo: Nickel-Manganese-Cobalto (NMC), Alluminio (NCA), fosfato di Ferro (LFP), Titanio (LTO), ossido di Manganese (LMO). <b>Capacità.</b> Infrastrutture di stoccaggio dell'ordine delle migliaia di MWh. <b>Limiti.</b> Costo, inquinamento in fase di costruzione e riciclo, durata di vita, sensibilità agli sbalzi termici.	<b>SUPER CONDENSATORI</b>  Dispositivi capaci di accumulare rapidamente grandi quantità di carica elettrica per tempi molto brevi. <b>Limiti.</b> Breve durata dello stoccaggio, ingombro, costo.
	<b>ARIA COMPRESSA</b>  Si pompano grandi quantità di aria in una cavità sotterranea. All'occorrenza l'energia viene recuperata facendo espandere l'aria, riscaldandola, attraverso una turbina. <b>Capacità.</b> Migliaia di MWh. <b>Limiti.</b> Impatto, bassa densità energetica, tempi lenti di risposta, bassa efficienza	<b>VOLANO</b>  L'energia è usata per caricare un rotore in una camera a vuoto. Ruotando in senso inverso il rotore restituisce l'energia immagazzinata. <b>Capacità.</b> Alcuni MWh.	<b>BATTERIE AL PIOMBO</b>  Costituiscono la tecnica tradizionale di stoccaggio dell'energia elettrica ormai superate dagli accumulatori di nuova generazione.	<b>TECNOLOGIE DI CONVERSIONE.</b>  <b>MECCANICA</b>  <b>ELETTROCHIMICA</b>  <b>TERMICA</b>  <b>ELETTRICA</b> 
<b>ACCUMULAZIONE TERMICA</b>  L'energia termica è immagazzinata in diversi tipi di materiali (sali, sabbie, rocce), termicamente isolati, e restituita mettendo questi materiali in contatto con acqua fredda per la produzione di vapore che aziona una turbina. <b>Capacità.</b> Migliaia di MWh. <b>Limiti.</b> Alti costi, densità energetica media (10-100 kWh/m <sup>3</sup> )	<b>BATTERIE AD ALTA TEMPERATURA</b>  Le alte temperature sono necessarie per mantenere liquidi i materiali attivi: solfuro di Sodio, Nickel-Sodio cloruro. <b>Capacità.</b> Poche decine di MWh. <b>Limiti.</b> Vita breve, autoscarica rilevante.	<b>BATTERIE A FLUSSO</b>  Le sostanze attive sono disciolte in elettroliti suddivisi in contenitori separati. <b>Capacità.</b> Centinaia di MWh. <b>Limiti.</b> Ingombro, bassa densità di energia e potenza.		

4) Le attività più pulite dipendono spesso, mediante una rete di beni e servizi intermedi, da molte altre attività più sporche. Ad esempio, non è scontato che il passaggio alle automobili elettriche sia una misura *green*: è vero che la rete elettrica che fornisce energia a queste auto è relativamente pulita, ma in Cina il 47% dell'elettricità deriva dal carbone, dunque un passaggio alle auto elettriche sarebbe una catastrofe per i cambiamenti climatici. 5) Tante volte si è verificato il cosiddetto effetto-rimbalzo (o "paradosso di Jevons", già menzionato nel capitolo primo), per cui, all'aumentare della redditività di una fonte energetica, ne aumenta l'utilizzo e alla fine il consumo totale di risorse naturali risulta ac-

Per misurare il grado di disaccoppiamento si prende il rapporto tra il tasso di crescita del consumo delle risorse naturali e il tasso di crescita del PIL. Se l'indice di disaccoppiamento  $d$  è negativo ( $d < 0$ ), vi è disaccoppiamento assoluto con crescita economica e riduzione del consumo di risorse. Se è positivo ma minore di uno ( $0 < d < 1$ ), vi è disaccoppiamento relativo con la crescita sia delle emissioni sia del PIL, però con le prime che aumentano meno del secondo. Si hanno esiti indesiderabili se non c'è disaccoppiamento ( $d > 1$ ), ossia se il consumo di risorse aumenta più velocemente del PIL, o se entrambi i fattori diminuiscono, determinando un accoppiamento negativo ( $d$  è positivo ma sia il numeratore che il denominatore sono negativi). La figura seguente illustra le quattro possibilità.



cresciuto. Ad esempio, in Gran Bretagna tra il 1800 e il 2000 il prezzo della luce (misurata in lumen) è sceso di tremila volte, ma il consumo è aumentato di quarantamila. Ciò potrebbe accadere anche per le energie non a base di carbonio. Nel complesso, le ultime tre critiche aiutano a spiegare il “paradosso dell’energia rinnovabile”, per il quale i suoi livelli crescenti sono finora associati a piccole riduzioni di emissioni di CO<sub>2</sub>, specialmente nei Paesi del Nord del pianeta.

Un’altra critica, la sesta, osserva che l’impatto umano sull’ambiente è direttamente collegato alla crescita economica. Al riguardo, il punto decisivo è il disaccoppiamento tra la crescita e il consumo di risorse naturali. Un disaccoppiamento *relativo* indica che le variabili evolvono nella stessa direzione ma non alla stessa velocità, mentre si ha disaccoppiamento *assoluto* quando le variabili si muovono in direzioni opposte). In altri termini, si ha disaccoppiamento *relativo* quando la pressione antropica sull’ambiente cresce più lentamente del PIL, ma comunque avanza; esso è invece *assoluto* quando l’impatto umano sull’ambiente è stabile o in declino, a fronte di un incremento dell’attività economica.

L’idea di un disaccoppiamento assoluto implica che, rimpiazzando i combustibili fossili con l’energia pulita, non abbiamo motivo per non continuare a espandere l’economia per sempre, ossia che la “crescita verde” è possibile. Tuttavia, i dati sono inequivocabili: mentre un disaccoppiamento relativo si è verificato dal 2000, la pressione antropica continua ad aumentare in termini assoluti. La ricerca più recente documenta infatti un enorme aumento nel prelievo di risorse naturali, dai 27 miliardi di tonnellate all’anno nel 1970 ai 92 miliardi di tonnellate nel 2017, con un’accelerazione che appare indipendente dai rallentamenti della crescita demografica e di quella economica e che porterà, *ceteris paribus*, a 180 miliardi di tonnellate nel 2050. Questo prelievo di risorse è responsabile del 50% delle emissioni di CO<sub>2</sub>, nonché di oltre il 90% della perdita di biodiversità. Si aggiunga che le emissioni di gas a effetto serra sono aumentate dell’1,5% all’anno nel corso dell’ultimo decennio, stabilizzandosi solo brevemente tra il 2014 e il 2016, e che le emissioni totali di gas a effetto serra, includendo anche quelle derivanti dal cambiamento di destinazione del suolo, hanno raggiunto il record di 55,3 GtCO<sub>2</sub> nel 2018. Pertanto gli studi suggeriscono che il disaccoppiamento assoluto tra la crescita economica e l’uso delle risorse rimane sfuggente e che i nostri problemi ambientali continuano a peggiorare.

La settima critica merita di essere riportata tramite una lunga citazione.

Se l’economia mondiale cresce del 3% all’anno e il tasso di riduzione delle emissioni deve essere del 3%, allora il tasso di riduzione dell’intensità di emissione dovrà essere del 6%! Questo è possibile? Un fatto di base che viene spesso trascurato dagli ottimisti della tecnologia è che l’attuale economia globale è costruita su infrastrutture di capitale fortemente dipendenti dai combustibili fossili. Indipendentemente dalla rapidità con cui la tecnologia avanza alla frontiera, la maggior parte delle nuove tecnologie deve essere incorporata in nuovi edifici e attrezzature. Ma i beni strumentali esistenti durano molti anni e possono essere sostituiti solo lentamente. In genere solo il 4-5% del vecchio capitale viene sostituito ogni anno. Supponiamo che il 5%

del vecchio capitale sociale sia ammortizzato e che il nuovo investimento di capitale sostituisca esattamente il capitale ammortizzato. In questo caso, non vi è alcuna crescita del capitale sociale. Supponiamo che il nuovo capitale sociale includa importanti innovazioni tecniche, in modo tale che il nuovo capitale abbia un'intensità di emissione media inferiore del 50% rispetto all'intensità di emissione del vecchio capitale. Ciò equivale approssimativamente all'ipotesi che tutte le nuove centrali elettriche abbiano emissioni zero (attualmente le centrali elettriche rappresentano circa il 40% delle emissioni totali di anidride carbonica). Ma il nuovo capitale sociale è solo il 5% del capitale totale e il restante 95% del capitale sociale continua a utilizzare le vecchie tecnologie. Pertanto, per l'intera economia, l'intensità di emissione media è inferiore solo del 2,5% rispetto all'intensità di emissione precedente ( $5\% * 50\% = 2,5\%$ ). Supponiamo ora che l'economia cresca del 3%. Per sostenere la crescita economica, anche il capitale sociale cresce del 3% e il nuovo capitale sociale ora rappresenta l'8% del capitale totale (sostituzione del 5% del capitale precedente e una crescita netta del capitale del 3%). Supponendo nuovamente che il nuovo stock di capitale abbia un'intensità di emissione media inferiore del 50% rispetto all'intensità di emissione del vecchio stock di capitale, l'intensità di emissione dell'intera economia diminuirà del 4% ( $8\% * 50\% = 4\%$ ). Tuttavia, il tasso di crescita economica è del 3%. Pertanto, le emissioni totali diminuiranno solo dell'1% (Minqi Li 2016).

L'ottava critica è basata su stime quantitative. Alcune autorevoli elaborazioni statistiche documentano che un ampio spettro di grandezze, sia biofisiche sia socioeconomiche (12 indicatori dell'attività umana e 12 dello stato del pianeta), aumenta, dal 1950 ad oggi, ad una velocità via via maggiore. Le principali curve – della popolazione, del PIL, dei consumi di energia primaria, della percentuale di CO<sub>2</sub> in atmosfera – segnalano una crescita iper-esponenziale. Il fenomeno, denominato “Grande Accelerazione”, rivela che il capitalismo maturo e quello manageriale sono stati, nel devastare la biosfera, peggiori del capitalismo classico: negli ultimi decenni, infatti, il loro impatto negativo sul pianeta è stato rafforzato dalla crescente rapidità.

La questione cruciale sta nel capire cosa accadrà nel prossimo futuro: l'accelerazione è destinata a proseguire, oppure almeno alcune delle variabili in gioco stanno rallentando e magari iniziano a diminuire? Gli studi che provano, nel modo più adeguato, a rispondere a tale domanda, si basano sulla misurazione dei flussi di risorse biofisiche che permettono le trasformazioni socioeconomiche. Questi flussi includono tanto il prelievo degli input materiali ed energetici (biomassa, minerali e metalli, vettori di energia fossile e minerali non metallici), quanto il loro utilizzo, quanto infine gli output (rifiuti e emissioni) che permettono il metabolismo sociale. È un approccio che consente una contabilità più ricca del fenomeno della Grande Accelerazione.

Come mostra la figura 2, il consumo globale medio di materiale e energia, e le conseguenti emissioni di CO<sub>2</sub>, possono essere collocati in tre sottoperiodi: un'accelerazione iniziale, una fase di relativa stabilizzazione e un'ulteriore

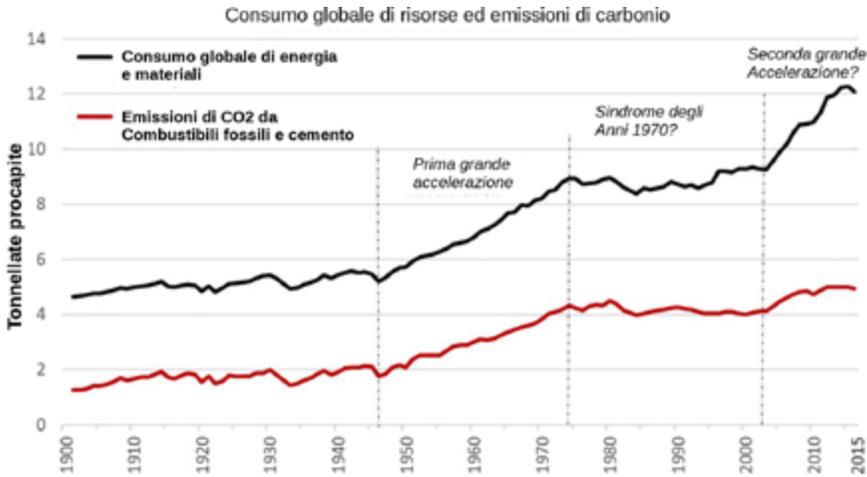


Figura 2

impennata, che esordisce alla svolta del millennio e arriva ad oggi. La seconda impennata è contrassegnata da un incremento di velocità ancora maggiore nell'utilizzo globale delle risorse, con un ruolo decisivo di Cina, India e altre economie emergenti.

Ovviamente, nessuno sa cosa succederà domani. Ma che la Grande Accelerazione presenti due strappi inframmezzati da una pausa, e che sia ancora più robusta negli anni a noi più vicini, contribuisce a smentire la presunta tendenza verso il disaccoppiamento assoluto tra la crescita e il consumo di risorse naturali.

L'ultima critica, la nona, che evochiamo è ormai ammessa perfino da noti autori tecnottimisti come Jeremy Rifkin: «Chiunque vi dica che il Green New Deal preserverà il modo di vivere che conosciamo, edulcorando la transizione verso una società verde, vi sta ingannando. I nostri domani saranno pieni di eventi climatici sempre più intensi che chiederanno un immenso tributo alle nostre comunità, ai nostri ecosistemi e alla nostra comune biosfera». Ne segue che, anche adottando in tempi rapidi e senza esitazioni una versione radicale del GND, dovrà saltare il postulato enunciato da Bush senior al Vertice sulla Terra nel 1992: «*The American way of life is not up for negotiation*».

Se le critiche precedenti tengono, il modello della cosiddetta "economia circolare" appare un espediente retorico. Nelle parole di Vaclav Smil (2019):

Le economie moderne si basano su enormi flussi lineari di energia, fertilizzanti, altri prodotti agrochimici e acqua, necessari per produrre cibo, e su flussi di energia e materiali ancora più massicci per sostenere attività industriali, trasporti e servizi. La circolarizzazione di questi due flussi chiave è impossibile (il riutilizzo dell'energia spesa richiederebbe niente di meno che abolire l'entropia, mentre quello dell'acqua impiegata nei campi esigerebbe la cattura di tutta l'evapotraspirazione e del deflusso dei campi coltivati) e (ad eccezione di alcuni

metalli in alcuni paesi) l'elevata intensità [della rimessa in circolo] (> 80% dei flussi totali), nonché il riciclaggio su vasta scala di materiali (soprattutto rifiuti da costruzione, plastica e rifiuti elettronici) rimangono sfuggenti.

Inoltre, se le nove critiche precedenti tengono, allora nemmeno il GND rappresenta una risposta all'altezza del problema. Non basta decarbonizzare un'economia per renderla sostenibile. Invece l'unica strategia realistica che l'umanità ha, per evitare il collasso ecologico, consiste nell'*a-crescita verde*: per migliorare il benessere delle collettività umane, oggi così come domani, è necessario alleggerire *adeguatamente* la pressione antropica sull'ambiente e, allo stesso tempo, diventare agnostici intorno alla desiderabilità di una crescita economica misurata tramite aumenti del PIL. Gli interventi politici vanno vagliati pragmaticamente. Da una circostanza all'altra, occorre valutare se la crescita (nella più ampia accezione di Benessere equo e sostenibile) possa ancora servire (come accade nei Paesi poveri), se debba cambiare composizione interna (a favore di beni dematerializzati e a più elevata efficienza energetica), se debba rallentare la propria corsa, se debba fermarsi o se debba diventare negativa (le strategie volte ad aumentare l'efficienza vanno integrate perseguendo il ridimensionamento della produzione economica in molti settori e la riduzione parallela dei consumi, per consentire una buona vita all'interno dei confini ecologici del pianeta). L'*a-crescita verde*, «non preoccupandosi più dei cambiamenti del PIL, non costituisce essa stessa la soluzione, ma contribuisce a migliorare la fattibilità sociale e politica delle soluzioni. Elimina i falsi compromessi tra la crescita del PIL e altri obiettivi, rimuovendo il vincolo della crescita prioritaria del PIL» (J. van den Bergh). *A-crescita* non equivale quindi a *Non-crescita*, come suggerirebbe l'etimologia, bensì indica un atteggiamento laicamente disincantato che cambia di caso in caso.

Riassumendo, il GND è un approccio politico serio e giustificatamente ambizioso. Esso però muove dal presupposto della "crescita verde": un fenomeno mai verificatosi e la cui possibilità rimane da dimostrare. Soltanto assumendo quel presupposto il GND si presenta come una soluzione *win-win* in grado di cancellare i conflitti tra gli obiettivi sociali, economici ed ambientali e tra i gruppi umani. Eppure, malgrado questa sua debolezza, nell'orizzonte politico attuale il GND costituisce l'unica proposta che, negli Stati Uniti, potrebbe battere Trump, e che, dalle nostre parti, potrebbe rilanciare una visione centrata su interventi coerenti per migliorare l'uso delle risorse, limitare la disuguaglianza, correggere il sistema finanziario, creare posti di lavoro non precari e cambiare il modo in cui misuriamo i progressi collettivi. La buona notizia è che il GND non conduce in un vicolo cieco. Esso è parziale ma non sbagliato: può quindi contribuire, come programma elettorale, a creare una vasta alleanza politica tra gruppi sociali, sulla cui base (provare ad) affrontare i nodi più delicati e meno pacifici per evitare la nostra estinzione di massa.

## Riferimenti bibliografici

La tabella 1 è in D. D'Amato *et al.*, *Green, circular, bio economy: A comparative analysis of sustainability avenues*, "Journal of Cleaner Production", 168, 2017, pp. 716-734.

La figura 1 è tratta da vari scritti di Herman Daly, tra cui citiamo H. Daly, *Ecological Economics and Sustainable Development. Selected Essays*, Edward Elgar, Cheltenham (UK) 2007, p. 16. La discussione di questa figura trae spunti da uno scritto inedito di Jacopo Simonetta, che ringraziamo.

Le citazioni di Mauro Gallegati sono tratte dai suoi libri: M. Gallegati, *Acrescita. Per una nuova economia*, Einaudi, Torino 2016, pp. 52 e 55; Id., *Oltre la siepe. L'economia che verrà*, Chiarelettere, Milano 2014, p. 128.

Sulle religioni private, vedi G. Davie, *Believing without belonging*, "Social compass", 37(4), 1990, pp. 455-469. Sulle religioni pubbliche, si rimanda a R. N. Bellah, *Beyond belief: essays on religion in a post-traditional world*, University of California Press, Berkeley, 1970.

Il riferimento a Pagano è: U. Pagano, *L'economia delle istituzioni e le istituzioni della scienza economica*, "Economia politica", 20 (1), 2003, pp. 3-20. Sulla performatività della scienza economica, vedi D. MacKenzie *et al.*, *Do economists make markets? On the performativity of economics*, Princeton University Press, Princeton (NJ), 2007; F. Muniesa, *The provoked economy. Economic reality and the performative turn*, Routledge, London 2014.

Il riferimento a Mazzucato: M. Mazzucato, *Il valore di tutto. Chi lo produce e chi lo sottrae nell'economia globale*, Laterza, Roma-Bari 2018, pp. 21, 73 e 94.

Sulla performatività dei mercati finanziari: D. MacKenzie, *An engine, not a camera. How financial models shape markets*, The MIT Press, Cambridge (Mass.) 2006; Id., *Material markets. How economic agents are constructed*, Oxford University Press, Oxford 2009.

Sulle modalità di diffusione del neoliberalismo: N. Klein, *Shock economy. L'ascesa del capitalismo dei disastri*, Rizzoli, Milano 2008 (ed. orig. 2007); P. Arlacchi, *L'inganno e la paura. Il mito del caos globale*, Il Saggiatore, Milano 2009.

Per i precedenti storici del Green New Deal (GND), le elaborazioni in altri Paesi e l'attuale dibattito negli USA, vedi <[https://en.wikipedia.org/wiki/Green\\_New\\_Deal](https://en.wikipedia.org/wiki/Green_New_Deal)> (09/20). Per una comparazione tra il progetto di GND formulato da Sanders e quelli degli altri candidati democratici alla Presidenza, vedi <<https://www.dataforprogress.org/gnd-candidates>> (09/20). Qui non ci riferiamo al GND di uno specifico candidato, bensì ad alcuni tratti che accomunano quasi tutte le proposte.

Il "costo livellato" dell'energia di impianti solari su scala industriale e degli impianti eolici è ormai estremamente competitivo. In pochi anni, il solare e l'eolico saranno più convenienti delle energie da combustibili fossili. Vedi <<https://www.lazard.com/perspective/lcoe2019/>> (09/20). Sulla possibilità tecnica e commerciale di fornire energia rinnovabile al 100% per l'economia globale, vedi <<http://energywatchgroup.org/new-study-global-energy-system-based-100-renewable-energy>> (09/20).

La citazione di G. Silvestrini è in <[https://www.arpae.it/cms3/documenti/\\_cerca\\_doc/ecoscienza/ecoscienza2017\\_2/Silvestrini\\_es2017\\_2.pdf](https://www.arpae.it/cms3/documenti/_cerca_doc/ecoscienza/ecoscienza2017_2/Silvestrini_es2017_2.pdf)> (09/20). Le "risorse naturali" sono parti del mondo naturale che possono essere utilizzate in attività economiche per produrre beni e servizi. Esse si classificano in idriche, energetiche, minerarie e biologiche. Le risorse energetiche costituiscono quindi un sottoinsieme del problema.

Sui metalli rari, <<http://espresso.repubblica.it/affari/2018/03/21/news/questi-17-metalli-rari-decideranno-chi-sara-il-padrone-del-mondo-1.319822>> (09/20); World Bank, *The Growing Role of Minerals and Metals for a Low Carbon Future*, 2017, <<http://documents1.worldbank.org/curated/en/207371500386458722/pdf/117581-WP-P159838-PUBLIC-ClimateSmartMiningJuly.pdf>> (09/20); si vedano anche <<https://www.nhm.ac.uk/press-office/press-releases/leading-scientists-set-out-resource-challenge-of-meeting-net-zero.html>> (09/20); <<https://foreignpolicy.com/2019/09/06/the-path-to-clean-energy-will-be-very-dirty-climate-change-renewables/>> (09/20).

La citazione di Bonneuil e Fressoz è in C. Bonneuil e J.B. Fressoz, *La Terra, la storia e noi*, Treccani, Roma 2019 (ed. orig. 2016), pp. 123-124. Così prosegue il brano: «Questo errore di prospettiva dipende dalla confusione tra relativo e assoluto, tra locale e globale: è vero che nel XX secolo l'uso del carbone è diminuito rispetto a quello del petrolio, ma in termini assoluti il consumo non ha fatto altro che aumentare e a livello globale non se ne è mai bruciato tanto come nel 2014 [l'anno in cui gli autori scrivono]». Vedi anche V. Court e F. Fizaine, *Long-Term Estimates of the Energy-Return-on-Investment (EROI) of Coal, Oil, and Gas Global Productions*, "Ecological Economics", 138, 2017, pp. 145-159; R. York e S. E. Bell, *Energy transitions or additions? Why a transition from fossil fuels requires more than the growth of renewable energy*, "Energy Research & Social Science", 51, 2019, pp. 40-43.

La tabella 2 è in *Focus* 330, 21 marzo 2020.

Che spesso le attività più pulite dipendano da altre attività più sporche, è mostrato in J. C. J. M. van den Bergh, *A third option for climate policy within potential limits to growth*, "Nature Climate Change", 7, 2017, pp. 107-112. L'esempio delle auto elettriche è in J. Safran Foer, *Possiamo salvare il mondo, prima di cena*, Guanda, Milano 2019, p. 189. Si veda anche Mirco Rossi, *L'auto elettrica e gli effetti collaterali*, 2019, <<https://www.aspoitalia.it/index.php/articoli/articoli-dei-soci/375-l-auto-elettrica-e-gli-effetti-collaterali>> (09/20).

Il caso del prezzo della luce in Gran Bretagna è in Bonneuil e Fressoz, *op. cit.*, p. 123.

Sul paradosso dell'energia rinnovabile, vedi R. York & J. A. McGee, *Does Renewable Energy Development Decouple Economic Growth from CO<sub>2</sub> Emissions?*, "Socius: Sociological Research for a Dynamic World", 3, 2017, pp. 1-6; R. Thombs, *Has the relationship between non-fossil fuel energy sources and CO<sub>2</sub> emissions changed over time? A cross-national study, 2000–2013*, "Climatic Change", 148 (4), 2018, pp. 481-90.

Un'esauriente e rigorosa critica all'idea del disaccoppiamento assoluto è disponibile all'indirizzo: <<https://eeb.org/library/decoupling-debunked/>> (09/20). Essa esibisce ulteriori argomenti critici, che qui non esaminiamo.

Per le stime sul prelievo delle risorse naturali, vedi UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente), *Global Resources Outlook 2019: Natural Resources for the Future We Want*, 2019, <<https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/27517>> (09/20); H. Schandl et al., *Global Material Flows and Resource Productivity: Forty Years of Evidence: Global Material Flows and Resource Productivity*, "Journal of Industrial Ecology", 22(4), 2017, pp. 827-838. Si veda anche <[https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/global\\_material\\_flows\\_full\\_report\\_english.pdf](https://www.resourcepanel.org/sites/default/files/documents/document/media/global_material_flows_full_report_english.pdf)> (09/20).

Sul record nel 2018 delle emissioni, UNEP (Programma delle Nazioni Unite per l'ambiente), *Emissions Gap Report 2019*, <<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30797/EGR2019.pdf>> (09/20). Gt sta per gigatonnellata.

Sul carattere sfuggente del disaccoppiamento assoluto, <<https://foreignpolicy.com/2018/09/12/why-growth-cant-be-green/>> (09/20).

La figura e il contenuto del riquadro sul disaccoppiamento sono tratti da M. Galeotti e A. Lanza, *L'Europa della crescita felice*, 2019, <<https://www.lavoce.info/archives/58479/leuropa-della-crescita-felice/>> (09/20).

Il brano di Minqi Li è tratto da Minqi Li, *China and the Twenty-First-Century Crisis*, Pluto Press, London 2016, p. 111.

Sulla Grande accelerazione, si vedano W. Steffen *et al.*, *The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration*, "The Anthropocene Review", 2(1), 2018, pp. 81-98; J. R. McNeill, *La grande accelerazione*, Einaudi, Torino 2018 (ed. orig. 2016). Si veda anche <<http://www.anthropocene.info/great-acceleration.php>> (09/20). Sulla seconda Grande accelerazione, si veda C. Görg *et al.*, *Scrutinizing the Great Acceleration: The Anthropocene and its analytic challenges for social-ecological transformations*, "The Anthropocene Review", 7(1), 2019, pp. 42-61; F. Krausmann *et al.*, *From resource extraction to outflows of wastes and emissions: The socioeconomic metabolism of the global economy, 1900–2015*, "Global Environmental Change", 52, 2018, pp. 131-140. La figura 2 è a p. 6 di Görg *et al.*, *op. cit.*

La citazione di Rifkin è in J. Rifkin, *Un green new deal globale*, Mondadori, Milano 2019 (ed. orig. 2019), p. 215.

La citazione di Smil è in V. Smil, *Growth. From Microorganisms to Macrocities*, The MIT Press, Cambridge (Mass.) 2019, p. 492.

Per la citazione di Bush senior, <[https://en.wikiquote.org/wiki/George\\_H.\\_W.\\_Bush](https://en.wikiquote.org/wiki/George_H._W._Bush)> (09/20).

Che, in alcuni casi, la crescita zero non sia risolutiva, è mostrato, ad esempio, dal fatto che il Giappone, malgrado sia stato un'economia vicina alla crescita zero per vent'anni, ha emissioni di CO<sub>2</sub> tra le più alte al mondo. Si veda R. Pollin, *De-growth vs a Green New Deal*, "New Left Review", 112, 2018, pp. 5-25.

La citazione di van den Bergh è in J. C. J. M. van den Bergh, *Green Agrowth as a Third Option: Removing the GDP-Growth Constraint on Human Progress*, in P.A. Victor e B. Dolter (a cura di), *Handbook of Growth and Sustainability*, Edward Elgar, Cheltenham (UK), 2017, cap. 9, pp. 181-210.