

AUTO RICERCA

# Transizione energetica: un miraggio?

Massimiliano Sassoli de Bianchi

Numero 26

Anno 2023

Pagine 25-36

 LAB

## Riassunto

Chi non ha già sentito parlare di “transizione energetica”, cioè del passaggio imminente dall'utilizzo di un mix di fonti energetiche centrate sui combustibili fossili, caratterizzate da forti emissioni di gas a effetto serra, a un mix di fonti energetiche dette di sostituzione, senza emissioni di gas a effetto serra, come la CO<sub>2</sub>? D'altra parte, storicamente, nessuna sostituzione energetica è mai realmente avvenuta. Se questo è vero, come è vero, quello che stiamo cercando di fare è qualcosa di totalmente nuovo e si pone allora una domanda: “È davvero possibile farlo? È tecnicamente possibile, per le nostre società termo-industriali, una transizione che veda l'abbandono delle fonti energetiche centrate sui combustibili fossili, in tempi sufficientemente brevi, senza gravare ulteriormente sul bilancio planetario di gas a effetto serra?”. Scopo di questo breve scritto è rispondere a questa domanda, esponendo il punto di vista critico portato avanti recentemente da *Vincent Mignerot*, nel suo libro *L'énergie du déni* (l'energia del diniego).

Avete sicuramente già sentito parlare di “transizione energetica”, cioè del passaggio imminente dall'utilizzo di un mix di fonti energetiche centrate sui combustibili fossili, caratterizzate da forti emissioni di gas a effetto serra, a un mix di fonti energetiche dette di sostituzione, senza emissioni di gas a effetto serra, come la CO<sub>2</sub>. Queste fonti di sostituzione sono essenzialmente quelle costituite da turbine eoliche, pannelli fotovoltaici e centrali nucleari. Esistono ovviamente anche le fonti idroelettriche, geotermiche e l'energia del moto oceanico, ma queste non sono sfruttabili su scale sufficientemente ampie per risolvere il problema del superamento delle fonti fossili.

L'urgenza di realizzare una transizione energetica è dettata, al momento, da tre principali ragioni:

1. dal fatto che le energie fossili si stanno esaurendo;
2. dal fatto che le emissioni di gas a effetto serra stanno alterando irrimediabilmente il clima del pianeta, con conseguenze catastrofiche per numerose popolazioni del pianeta;
3. dal fatto, meno citato ma non per questo meno rilevante, che pochi desiderano una decrescita delle attività umane sul pianeta, in quanto la crescita è necessaria per sostenere il nostro attuale stile di vita.

Per quanto riguarda le emissioni, al momento ogni tentativo di riduzione è stato vano, in quanto nel 2022 abbiamo battuto ogni precedente record.

D'altra parte, i sostenitori della transizione energetica spesso affermano che questo processo non sarebbe nuovo nella storia; avremmo, secondo loro, già assistito ad altre transizioni epocali, come quella dal legno al carbone del diciannovesimo secolo, o dal carbone al petrolio nel ventesimo secolo. In altre parole, si tratterebbe di continuare a fare quello che è già stato fatto.

Questa visione è tuttavia incompleta, perché come ci ricorda lo storico della scienza *Jean-Baptiste Fressoz*, la storia dell'energia non è una storia di transizioni, ma di *accumulazioni simbiotiche*, nel senso che le energie si sono sempre aggiunte le une alle altre, dipendendo fortemente le une dalle altre. In altre parole, storicamente, nessuna sostituzione energetica è mai realmente avvenuta.

Ma se questo è vero, come è vero, quello che stiamo cercando di fare è qualcosa di totalmente nuovo, e si pone allora una domanda: “È davvero possibile farlo?”. Non sto qui parlando di difficoltà politiche, economiche o sociali. La domanda è da intendersi in senso tecnico. “È tecnicamente possibile, per le nostre *società termo-industriali*, una transizione che veda l’abbandono progressivo e sistematico delle fonti energetiche centrate sui combustibili fossili?”

Possiamo osservare che nell’era preindustriale noi umani abbiamo utilizzato, come fonte di energia, quella contenuta nel cibo di cui ci nutrivamo, tramite la caccia e la raccolta, poi in seguito l’agricoltura e l’allevamento. In aggiunta al cibo, abbiamo usato l’energia generata dalla combustione di quelle biomasse a noi facilmente accessibili, cui era possibile attingere direttamente, come il legno, la torba, o i grassi animali. E grazie allo sviluppo di forni e fornaci sempre più efficienti, abbiamo realizzato attrezzi e utensili sempre più efficaci nell’aiutarci ad estrarre l’energia di cui avevamo bisogno. La *metallurgia* ci ha così permesso di migliorare continuamente i rendimenti agricoli e l’assorbimento delle calorie alimentari.

Pensiamo a come si sia radicalmente trasformato l’aratro in seguito all’introduzioni di parti metalliche; pensiamo al rinforzo dei meccanismi dei mulini, grazie alla realizzazione di parti in acciaio; pensiamo alla realizzazione di seghe ed asce sempre più efficaci. Sono solo esempi. Tutto ciò ha permesso di ottimizzare l’accesso alle fonti di calore e l’assorbimento delle calorie e macronutrienti dai diversi alimenti.

Questo progresso tecnico ha avuto un’ulteriore accelerazione quando è iniziato lo sfruttamento dei combustibili fossili, come il carbone, che sostituendo la biomassa nei forni, ne ha aumentato notevolmente l’efficienza. Ciò ha permesso lo sviluppo di tecniche sempre più efficaci di trattamento dei minerali ad alto contenuto di ferro, allo scopo di ottenere diversi tipi di leghe, tra cui l’acciaio, la ghisa e gli acciai legati, nell’ambito della cosiddetta *industria siderurgica*, che ha preso piede a partire dal diciottesimo secolo, trasformando le nostre società umane in società termo-industriali, cioè in società che fondano la loro attività sull’energia concentrata che si trova nel carbone, nel petrolio e nel gas, sfruttabili su larga scala. Grazie a questi combustibili, le società umane sono state in

grado di preservarsi e svilupparsi in modi impensabili prima di allora.

Tutto questo però, non si applica più quando abbiamo a che fare con l'energia cinetica contenuta nel vento, con l'energia elettromagnetica contenuta nei raggi solari, o con l'energia nucleare contenuta nei nuclei atomici. Quando ad esempio ci troviamo esposti al vento, non possiamo utilizzare direttamente l'energia che trasporta a nostro vantaggio. Per farlo, abbiamo bisogno di costruire una macchina capace di raccogliere ed estrarre tale energia. Una barca a vela è un esempio di tale macchina. Per costruire una barca a vela bisogna poter disporre di materiali come il legno, ad esempio per realizzare l'albero e lo scafo, o di materiali come l'acciaio e le vetroresine, presenti nelle imbarcazioni moderne.

Lo stesso vale per il sole. Possiamo usare i fotoni solari per abbronzarci e per produrre vitamina D, e in parte anche per scaldarci, quando direttamente esposti al loro irraggiamento, ma non possiamo usarli per estrarre calore aggiuntivo, o lavoro, senza un'apposita macchina in grado di raccogliere e trasformare l'energia che veicolano. Similmente, l'energia nucleare contenuta ad esempio nell'uranio che possiamo estrarre dalle rocce, non è direttamente accessibile senza un'apposita e sofisticata tecnologia.

In altre parole, a differenza delle sostanze fossili, non possiamo bruciare il vento, i raggi solari, o i materiali radioattivi, per costruire utensili e macchinari che ci permettano di estrarre energia dal moto ventoso, ad esempio tramite delle pale eoliche, o dal sole, ad esempio tramite pannelli fotovoltaici, o dai nuclei atomici, ad esempio tramite centrali nucleari.

Qui possiamo osservare una differenza fondamentale tra le energie fossili e le energie dette di *sostituzione*. Le prime sono state sviluppate a partire dalle stesse energie fossili, mentre le seconde possono essere utilizzate solo nella misura in cui vengono create infrastrutture tecnologiche specifiche, che richiedono la potenza energetica "concentrata" che solo le prime sono in grado di sviluppare.

Per dirla in parole povere, il vento non può essere usato per costruire una pala eolica, il sole non può essere usato per costruire un pannello fotovoltaico, l'energia nucleare non può essere usata per costruire una centrale atomica.

La nostra società termo-industriale è potuta emergere solo grazie alla possibilità e disponibilità delle energie fossili abbondantemente

presenti nell'ambiente. Ma non ci saranno mai, fino a prova del contrario, società eolico-industriali, società foto-industriali o società nucleo-industriali. Perché lo sfruttamento dell'energia eolica, fotonica e nucleare è possibile al momento solo attraverso lo sfruttamento dei combustibili fossili.

Tutta la nostra tecnologia a base di metalli e leghe si basa su tali combustibili per generare il calore necessario ad alimentare i processi di fusione dei minerali di ferro. L'acciaio, ad esempio, è tra i materiali industriali con la più alta "impronta carbonio".

Si potrebbe a questo punto obiettare che esiste una soluzione totalmente "green" in grado di emanciparci dalle energie fossili, preservando la nostra capacità di ottenere quelle alte temperature che sono necessarie alla creazione, riparazione e sostituzione dei parchi di macchine raccogliatrici e trasformatrici delle energie di sostituzione: *l'idrogeno*. In linea teorica, potrebbe sembrare una soluzione realmente percorribile, in quanto la combustione dell'idrogeno permette sicuramente di accedere a quelle alte temperature da cui dipendono tutte le nostre tecnologie. Ma da un punto di vista pratico, la questione è assai differente.

Innanzitutto, il passaggio all'idrogeno richiederà interventi strutturali massicci, in quanto solo gli esistenti impianti a gas potranno essere convertiti, non quelli a carbone. Ma non c'è solo il problema della sostituzione degli impianti esistenti. Il vero problema è che la siderurgia a base di idrogeno è ancora un "progetto sperimentale". Esistono innumerevoli problemi tecnici e sfide da superare, quindi non è chiaro se e quando sarà possibile disporre di una siderurgia su larga scala a base di idrogeno verde, in grado di sostituire l'attuale siderurgia a base di combustibili fossili.

Sicuramente non è possibile sapere se tale sostituzione potrà avvenire in tempi utili per assicurare una transizione energetica capace di preservare l'attuale ritmo di crescita del prodotto interno lordo mondiale, tenendo conto della diminuzione già in corso della disponibilità delle energie fossili e scongiurando al contempo il disastro dell'attuale cambiamento climatico.

Tuttavia, anche ipotizzando di disporre già di impianti siderurgici in grado di sfruttare l'idrogeno su ampia scala, dobbiamo pur produrlo, questo idrogeno, su vasta scala, prima di poterlo utilizzare. Un modo semplice sarebbe quello di utilizzare i combustibili fossili, ma così siamo d'accapo, abbiamo

semplicemente spostato il problema. Perché la siderurgia a base idrogeno ha un senso solo se l'idrogeno è perfettamente verde, cioè prodotto tramite *elettrolisi* alimentata da elettricità proveniente esclusivamente da fonti non fossili. Ma al momento la sua produzione presenta efficienze ancora estremamente basse, con problemi quali anche il notevole dispendio energetico nel trasportarlo su lunghe distanze, o semplicemente per stoccarlo in forma liquida. Ci sono poi i consumi idrici elevati e l'immensa potenza rinnovabile che sarebbe necessario dedicare alla sua produzione, per alimentare gli *elettrolizzatori*, cioè i dispositivi elettrochimici che consentono di rompere le molecole dell'acqua, separando l'idrogeno dall'ossigeno.

Solo per fare un esempio, per alimentare due elettrolizzatori da 100 MW, ad esempio per alimentare il CERN di Ginevra, ci vorrebbe una potenza fotovoltaica dedicata pari a circa 22 ettari di superficie di pannelli fotovoltaici.

Tutto questo per dire che la possibilità di far funzionare la nostra società termo-industriale a idrogeno verde sembra ancora remota, anzi, remotissima, non essendo per nulla evidente sapere se l'attuale tecnologia sperimentale sia realmente sfruttabile su larga scala, in tempi utili per permettere la transizione. Ma il problema vero è un altro.

Come abbiamo visto, l'industria delle energie di sostituzione è un sottoprodotto dell'industria degli idrocarburi. Anche tralasciando il problema di una fonte di energia concentrata verde, come l'idrogeno,<sup>1</sup> disponibile al momento solo come ipotesi teorica e non certo come realtà concreta scalabile, gli immensi parchi eolici e fotovoltaici di cui abbiamo bisogno, o le innumerevoli centrali per estrarre energia nucleare e tutte le megalitiche infrastrutture annesse, vanno costruite, e per costruirle sono richieste le energie fossili. Non solo: una volta costruite, queste infrastrutture vanno mantenute, perché col tempo si danneggiano, si usurano, perdono di efficacia, diventano obsolete, quindi vanno regolarmente riparate e sostituite. E se i mezzi messi a disposizione per questi processi di riparazione e sostituzione non sono all'altezza delle richieste, col passare del tempo si comprometteranno le capacità produttive.

---

<sup>1</sup> Un'altra tecnologia in grado di produrre alte temperature è quella dei *forni elettrici ad arco*. Vedi a riguardo la nota finale, a pagina 36.

Insomma, anche ipotizzando un pianeta alimentato interamente da energie che non emettono gas a effetto serra, come possiamo mantenere funzionali nel tempo tali infrastrutture, senza un ingente apporto di energie fossili? Come già evidenziato, la situazione cui assistiamo è quella di un'accumulazione simbiotica delle energie, che continuano a dipendere fortemente le une dalle altre.

Altra possibile obiezione potrebbe essere quella di ritenere che il problema delle emissioni verrà risolto grazie allo sviluppo di innumerevoli "pozzi di carbonio" in grado di neutralizzare le future emissioni. Si tratta sostanzialmente di reiniettare nel suolo e negli oceani le nostre emissioni. Anche in questo caso, in linea teorica la cosa potrebbe anche funzionare, ma in pratica il problema è che comprimere la CO<sub>2</sub> per renderla liquida e poi iniettarla sottoterra è un processo molto energivoro, che richiede di consumare fino al 50% dell'energia che ha generato la sua emissione. E comunque, anche in questo caso le tecnologie sono ancora sperimentali.

Il punto è che alla fine le energie fossili del pianeta si esauriranno. Abbiamo ancora qualche decina di migliaia di miliardi di dollari da bruciare e poi – PUFF! – non ci saranno più. Possiamo scommettere su qualsivoglia tecnologia che in futuro potrà sostituirla, fornendo le densità caloriche necessarie alla nostra società termo-industriale; possiamo anche sperare che gli alieni sbarcheranno sulla terra e ci forniranno una soluzione chiavi in mano, cui non abbiamo mai pensato, ma se consideriamo quello che oggi sappiamo essere realmente disponibile e fruibile, allora dobbiamo arrenderci all'evidenza: non ci sarà una transizione energetica, dove le energie fossili verranno sostituite da delle energie verdi; ci sarà semplicemente un processo graduale di diminuzione dell'energia disponibile, a prescindere dalla sua modalità di produzione, perché tutte dipendono dall'esistenza di una tecnologia che non può essere preservata senza la disponibilità delle fonti energetiche fossili.

A quanto pare, ci stiamo tutti raccontando una bella storiella. Quella di un mondo dove possiamo continuare a fare quello che abbiamo sempre fatto semplicemente sostituendo le vecchie fonti energetiche con quelle nuove. Una storiella che ci dice che quando avremo raggiunto una quantità sufficiente di fonti verdi, avremo risolto ogni nostro problema. La realtà, quella che non ci raccontiamo, è invece probabilmente un'altra. Le nuove fonti dipendono dalle vecchie, le vecchie si stanno esaurendo, quindi,

inevitabilmente, incontreremo una penuria energetica sempre più pronunciata, che andrà ad alterare in modo radicale il nostro modo di vivere su questo pianeta.

Naturalmente, possiamo e dobbiamo continuare ad esplorare possibilità tecnologiche che potrebbero cambiare in futuro questo scenario di decrescita energetica inevitabile. Come razza umana, siamo solo agli albori della nostra comprensione delle leggi della natura; ci potrebbero essere molte sorprese all'orizzonte. Ma quando queste si presenteranno, semmai si presenteranno, non lo sappiamo.

Non dobbiamo però confondere il perseguimento della ricerca fondamentale con la vendita di un futuro al momento inesistente. E possiamo tra l'altro chiederci chi avrebbe interesse oggi ad alimentare questa falsa narrativa, che nasconde il vero problema sotto il tappeto, facendo di un'avventata scommessa una certezza. Ma soprattutto, possiamo chiederci cosa dovremmo fare per prepararci a questo calo inevitabile dei flussi energetici.

Ovviamente – lo capirebbe anche un bambino – per prepararci all'inevitabile penuria energetica dobbiamo ridurre la nostra dipendenza da quelle trasformazioni che consumano molta energia. E poiché queste trasformazioni sono associate alla produzione di ricchezza, dobbiamo gradualmente ridurre la nostra ricchezza materiale, cioè i nostri *consumi*. Questa è la via maestra anche per ridurre il nostro impatto sul clima, poiché, fino a prova del contrario, nessuno ha mai dimostrato che sia possibile ridurre le emissioni tramite lo sviluppo delle cosiddette energie di sostituzione.

Naturalmente, ci sarebbe molto da aggiungere su un tema così vasto, ma lo scopo di questo mio breve intervento era unicamente quello di mettere in luce qualcosa che solitamente non viene mai evidenziato. Io stesso, quando ho appreso recentemente della dipendenza delle nuove energie nei confronti delle vecchie, sono rimasto basito. Perché, come tutti, avevo assorbito acriticamente la narrativa predominante, che ci viene propinata in tutte le salse, soprattutto dalle grandi compagnie petrolifere, e non avevo visto il fatidico “elephant in the room”.

A proposito, molto di quello che ho appena raccontato proviene dalla lettura di un libricino scritto da *Vincent Mignerot*, dal titolo

“L'énergie du déni”, cioè “L'energia del diniego”.<sup>2</sup> Se leggerete questo prezioso libricino, comprenderete la portata anche del fenomeno *greenwashing*, e imparerete che esiste anche un più recente fenomeno, quello del *collapsewashing*.

Il *greenwashing* giustifica la narrazione di una crescita senza fine tramite azioni di facciata, vendute come ecosostenibili e risolutive, ma che di fatto hanno come solo scopo di mascherare i loro effetti negativi reali sull'ambiente. Similmente, la nuova narrazione del *collapsewashing* vende azioni di facciata volte a mitigare gli effetti negativi di una decrescita forzata, ma che di nuovo servono solo a nascondere il perpetuarsi della distruzione ecologica e l'incapacità di tali azioni nel ridurre la sofferenza, che purtroppo colpirà tutti gli esseri umani in questo secolo a causa della nostra incapacità ad affrontare per tempo le grandi sfide dell'*antropocene*.

Arriveremo davvero a un collasso? Quello che possiamo osservare è che di anno in anno stabiliamo nuovi record di emissioni, e se abbiamo impiegato qualche millennio per eliminare più della metà delle foreste del pianeta, in appena qualche decennio abbiamo annientato più della metà della fauna selvatica, e ci è bastato qualche anno per eradicare più della metà degli insetti esistenti. In altre parole, stiamo assistendo ad un vero e proprio *annientamento biologico globale*, volontario e sistematico.

Considerando poi l'elevazione della temperatura media del pianeta, all'orizzonte del 2050 ci saranno ulteriori morie di animali, ad esempio delle specie marine che dipendono dalla salvaguardia delle barriere coralline. A causa delle elevate temperature abbinate a un'elevata umidità vedremo inoltre, nelle fasce tropicali del pianeta, centinaia di milioni di rifugiati climatici cercare nuove terre semplicemente per sopravvivere. Se a questo aggiungiamo il fatto che il superamento del picco petrolifero porterà alla sistematica decrescita dei nostri sistemi produttivi industriali, tra cui quello dell'industria alimentare, senza la quale diventa impensabile nutrire tutti gli abitanti del pianeta, che nel 2050 potrebbero raggiungere i dieci miliardi, beh, lascio decidere a voi se arriveremo o meno a un collasso.

---

<sup>2</sup> Mignerot, V. (2021). *L'énergie du déni*. Éditeur: Rue de l'échiquier. Nouvelle édition: 2023. Vedi anche la recensione di *Raphaël Goblet* nella sezione “Invito alla lettura”, in questo volume.

Ma cosa si intende realmente quando parliamo di *collasso*? Per parafrasare *Yves Cochet*, dobbiamo intendere con questa parola un processo al termine del quale i bisogni di base non sono più offerti alla maggioranza della popolazione mondiale, per mezzo di servizi regolamentati dalla legge. Oppure, per parafrasare lo stesso *Vincent Mignerot*, il collasso è un processo che, semplicemente, vede il ritorno più o meno rapido e globale di quei vincoli che risultano da una regolazione dell'attività umana tramite le semplici leggi naturali, soprattutto per quanto attiene agli aspetti dell'alimentazione, della sicurezza e della salute.

Questo processo, che conduce al collasso delle nostre società umane, è già avviato da tempo e non è un processo lineare: è un processo probabilmente esponenziale. Saremo in grado di cavalcarlo senza farci disarcionare? Saremo in grado di modularlo cercando soluzioni in grado di diminuire la sofferenza globale e accrescere l'antifragilità della nostra specie umana, senza al contempo accrescere le già enormi diseguaglianze presenti sul pianeta? Davvero non saprei cosa rispondere, dirò soltanto che mi auguro davvero che ci riusciremo. Mi auguro davvero che l'umanità possa presto diventare la custode amorevole della bellissima nave spaziale su cui viaggia da milioni di anni, imparando ad autoregolarsi con saggezza e lungimiranza e influire in modo armonico su tutte le specie viventi di cui ha la responsabilità.

Certo, per arrivare a tutto questo, ci resta ancora un immenso lavoro da fare...

*Nota:* Questo testo nasce inizialmente come video, pubblicato su *YouTube* il 28 marzo 2023 (<https://youtu.be/mZ7TF3e9V6o>). Alcuni ascoltatori, nei commenti, mi hanno fatto notare che avrei dovuto menzionare la tecnologia dei *forni elettrici ad arco*. Si tratta di una tecnologia certamente già attiva, ma limitata al recupero dei rottami di acciaio, che al momento assolvono solo il 30% circa della produzione di acciaio mondiale. Non è per nulla chiaro se e in che misura questo procedimento permetterà di sostituire la siderurgia a base di energie fossili, in tempi utili, compatibilmente con la crescita necessaria per sostenere il nostro attuale stile di vita. Intendiamoci, è sicuramente una tecnologia necessaria (non totalmente green, ma le cui emissioni sono di gran lunga inferiori), da sviluppare sempre di più, e la domanda di rottami aumenterà sicuramente negli anni,

ma è difficile credere che permetterà di risolvere, a livello globale, i problemi evocati nel testo. Dove si trova il modello che analizza tutti gli aspetti del problema della transizione energetica globale, tenendo conto di tutte le sue criticità? Che io sappia, un tale modello non esiste. Certo, un modello non necessariamente significa che la cosa sia fattibile (c'è una differenza tra un modello del reale, e il reale), ma se non esiste nemmeno un modello... E nel frattempo, nessuno si preoccupa di rendere le nostre società più antifrangibili, in vista della decrescita che sembra al momento inevitabile. L'attuale organizzazione economica mondiale è estremamente energivora. Basterà un piccolo calo dell'energia disponibile per far collassare tale organizzazione, che è un po' come un gigante dai piedi d'argilla. Dov'è il piano B?