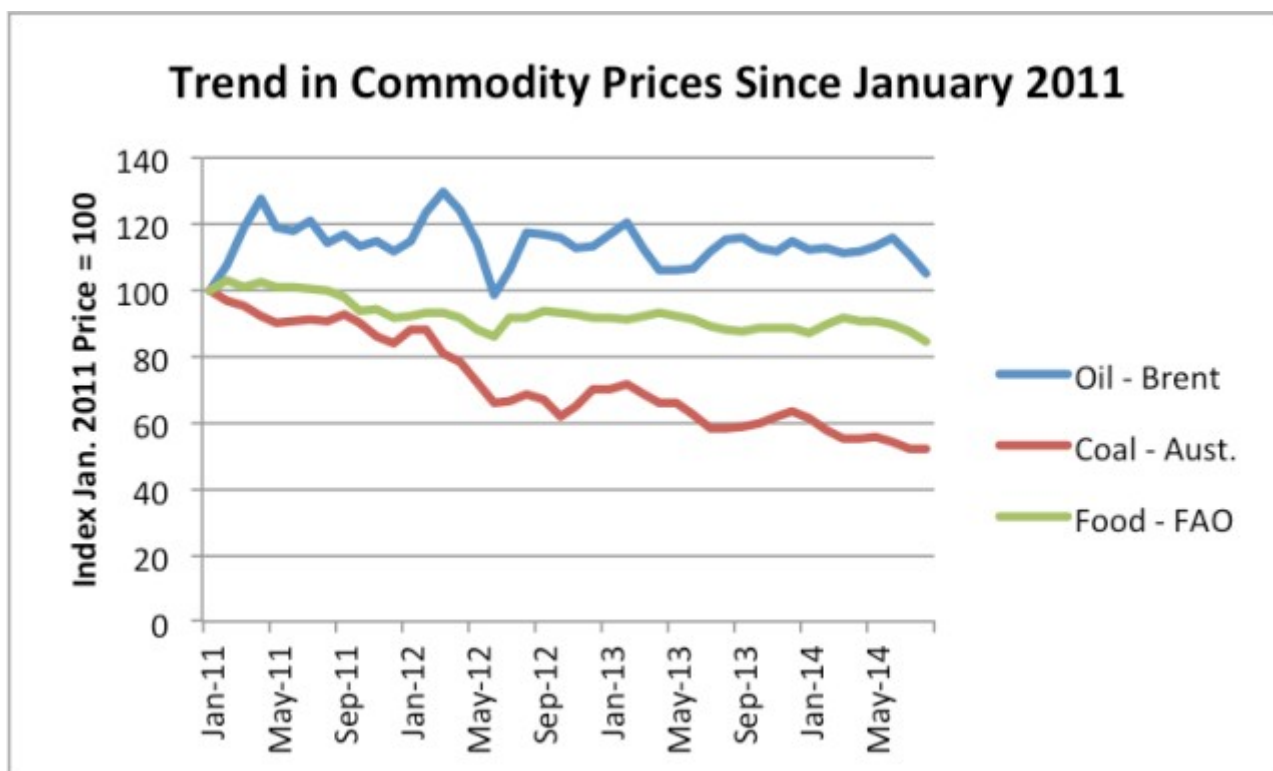


## Basso prezzo del petrolio: segno del collasso della bolla del debito che porterà alla fine delle forniture di petrolio?

Di Gail Tverberg, dal [blog OurFiniteWorld](http://blog.ourfiniteworld.com), 21/9/2014  
 Traduzione Luca Pardi, revisione Alessandro Maini

Negli ultimi tempi il prezzo del petrolio e di altre materie prime è in calo. Questa è una buona o una cattiva notizia?



**Figura 1.** Andamento del prezzo di alcune commodities dal gennaio 2011. Prezzo spot del Brent (dati EIA), Carbone australiano dalla World Bank Prink Sheet; e prezzo del cibo dalla FAO.

Io direi che il calo dei prezzi delle materie prime è una cattiva notizia. E probabilmente significa che la bolla del debito che ha sostenuto l'economia mondiale per un periodo molto lungo, dalla seconda guerra mondiale almeno, non riesce più ad espandersi a sufficienza. Se la bolla del debito dovesse esplodere, ci troveremmo in enorme difficoltà.

Molte persone sono convinte che il calo del prezzo del petrolio significhi che il costo di produzione sia in calo, e che quindi il temuto "picco del petrolio" sia lontano. Questa non è un'interpretazione corretta, specialmente quando molte materie prime calano di prezzo, tutte nello stesso periodo. Quando i prezzi sono determinati in un mercato mondiale, il grande problema è l'accessibilità delle materie prime, cioè la capacità economica dei consumatori di poterselo permettere.<sup>1</sup> Anche se cibo, petrolio e carbone sono necessità primarie, i consumatori non possono pagare più di quanto possano permettersi.

<sup>1</sup> L'autore usa il termine Affordability.

Osservando la figura 1 si vede che a partire dal 2011, i prezzi di petrolio Brent, carbone australiano, e cibo hanno seguito un andamento decrescente. Questo andamento continua tuttora in settembre. Ad esempio, mentre scrivo il prezzo del petrolio Brent è 97,70 dollari, mentre il prezzo medio per l'ultimo mese indicato (agosto) è 105,27 dollari. Questo calo è il più marcato degli ultimi anni, e suscita la preoccupazione di molti.

Si tratta di diversi problemi che confondono. Permettetemi di provare a spiegarne alcuni.

**Problema # 1: Nel breve periodo, i prezzi delle materie prime non riflettono il costo di estrazione, riflettono ciò che gli acquirenti possono permettersi.**

I prezzi del petrolio sono fissati su base mondiale. Il costo di estrazione varia da regione a regione. E' quindi chiaro che i prezzi del petrolio non possono corrispondere al costo di estrazione, o al costo di estrazione aumentato di un profitto ragionevole, per ogni produttore particolare. [vedi [Kopitz](#)]

Se i prezzi del petrolio scendono, c'è la tentazione di credere che questo avvenga perché il costo di produzione è diminuito. In un periodo abbastanza lungo, un calo del costo di produzione può portare a prezzi del petrolio più bassi. Ma sappiamo che *molti produttori di petrolio ritengono che gli attuali prezzi del petrolio siano troppo bassi*. Ad esempio, il Wall Street Journal ha recentemente riportato, che “secondo il [CEO della Royal Dutch Shell è impossibile negare che i rendimenti siano troppo bassi](#) . Ben van Beurden ha dichiarato di essere disposto a ridurre le dimensioni dell'azienda al fine di incrementarne i rendimenti, la redditività.” Ho scritto su questo problema nel mio post, “[l'inizio della fine? Le compagnie petrolifere tagliano la spesa](#)”

Nel breve periodo, *i prezzi bassi segnalano probabilmente che meno merce può essere venduta sul mercato mondiale*. Materie prime come il petrolio e il cibo sono però prodotti molto desiderabili. Perché sarebbero meno richiesti? Il problema, purtroppo, è l'accessibilità. L'accessibilità dipende in gran parte (1) dai salari e (2) dall'indebitamento. I salari tendono ad essere abbastanza stabili. Il probabile colpevole della riduzione di accessibilità a prodotti desiderabili come petrolio e cibo, è una minore *crescita del debito*.

**Problema # 2: La crescita economica tende a produrre una bolla del debito.**

Molti economisti ritengono che [l'innovazione tecnologica](#) sia la chiave della crescita economica. A mio avviso, le economie hanno bisogno di una combinazione di quanto segue per avere una crescita economica del tipo sperimentato negli ultimi 100 anni: <sup>1</sup>

(Aumento del debito) + (combustibili fossili a buon mercato) + (risorse non fossili a buon mercato) + (innovazione tecnologica).

In questo schema il debito continua ad aumentare mentre l'economia cresce. Purtroppo, *questa crescita economica è solo temporanea, perché nel tempo le risorse tendono a diventare più costose da usare, facendo scomparire le risorse a buon mercato necessarie per la crescita economica*.

Il fenomeno alla base dell'aumento del costo delle risorse (sia per i combustibili fossili che le altre) è che si tende a utilizzare per prime le risorse più economiche da estrarre. L'innovazione tecnologica non viene mai meno, ma dato che i rendimenti decrescenti colpiscono sia i combustibili fossili sia le altre risorse, crescono le pressioni sulla tecnologia affinché mantenga i costi in linea con quello che i lavoratori possono permettersi. Alla fine, il costo delle risorse (al netto dei miglioramenti tecnologici) si alza troppo, e la crescita economica si interrompe. Quando questo avviene è già stata generata una enorme montagna di debito.

Lasciatemi spiegare ulteriormente come questo accade. Senza i combustibili fossili, il mondo è praticamente vincolato alle merci che possono essere fatte con il legno, o con altre risorse di base

quali le pelli di animali, il cotone, il lino o l'argilla. Una piccola quantità di merci di metallo e vetro può essere fatta, ma la deforestazione diventa rapidamente un problema non appena si cerca di mettere in atto un tentativo di "scalare" la quantità di beni che necessitano di calore nella loro produzione.<sup>2</sup>

Quando il carbone a buon mercato divenne disponibile, si aprì la porta per l'innovazione tecnologica, perché esso forniva calore in quantità che non erano disponibili in precedenza. Mentre idee come il [motore a vapore](#) erano circolate a lungo nella storia, la disponibilità di carbone economico ha reso disponibile ad un costo ragionevole la produzione di metalli necessari per il motore a vapore, dei binari e dei vagoni ferroviari.

Con la capacità di produrre l'acciaio e il calcestruzzo in grandi quantità (ambidue richiedono calore) è arrivata la capacità di fare le dighe idroelettriche e linee di trasmissione elettrica, consentendo in tal modo di produrre l'elettricità per il consumo pubblico. Il petrolio, come combustibile liquido, ha aperto la strada all'uso diffuso di innovazioni aggiuntive, come le automobili private, le attrezzature per la meccanizzazione agricola, e gli aeroplani. Grazie a carbone e petrolio, molti lavoratori poterono lasciare l'agricoltura e trovare posti di lavoro in altri settori dell'economia.

La trasformazione che ha avuto luogo è stata enorme: dall'uso degli strumenti di legno e dal lavoro umano o animale si è passati ad una società industriale moderna. Come ha potuto verificarsi un cambiamento così grande? Prima del cambiamento, la capacità di generare un profitto che potesse essere utilizzato in futuri investimenti di capitale era molto limitata. Inoltre, gli aspiranti acquirenti di prodotti realizzati in un'economia industriale erano molto poveri. Direi che l'unico modo per colmare questo divario era la creazione del debito. Vedere i miei post precedenti, [perché Malthus ha sbagliato la sua previsione e 65 anni di Bolla del Debito negli Stati Uniti](#).

L'indebitamento ha diversi vantaggi:

1. Permette al consumatore di acquistare il prodotto finito realizzato con le nuove risorse, assumendo che il prodotto finale non sia troppo costoso rispetto ai guadagni del consumatore.
2. Offre alle aziende estrattive il denaro di cui hanno bisogno per comprare attrezzature e assumere lavoratori, prima di guadagnare i profitti dall'estrazione delle risorse.
3. Dà alle aziende la possibilità di costruire fabbriche, prima di aver accumulato i profitti per costruirle.
4. Consente ai governi di finanziare le infrastrutture necessarie, come strade e ponti, prima di avere il gettito disponibile per pagarle.
5. *Ancora più importante, la "domanda" generata da (1), (2), (3) e (4) aumenta il prezzo delle risorse a sufficienza da rendere vantaggioso per le aziende del settore estrarre tali risorse.*

E' per questi aspetti che il debito e i combustibili fossili a buon mercato hanno un rapporto simbiotico.

(1) La combinazione di debito, combustibili fossili, e risorse di altro genere a basso costo permette la produzione di beni a prezzi accessibili che aumentano il livello di vita di coloro che li utilizzano. Il risultato è quello che noi sperimentiamo come "crescita economica".

(2) La crescita economica fornisce il reddito necessario per pagare il debito con gli interessi. Questo accade indirettamente attraverso quello che viene talvolta descritto come "maggiore produttività dei lavoratori." Questa maggiore produttività è in realtà la produttività umana migliorata con dispositivi resi possibili dai combustibili fossili, come le macchine per cucire, macchine mungitrici elettriche, e computer. Indirettamente, la maggiore produttività dei lavoratori va a vantaggio sia delle imprese che dei governi, attraverso maggiori vendite di beni ai consumatori e attraverso un gettito fiscale più alto. In questo modo, le imprese e i governi possono anche rimborsare il debito con gli interessi.

**Risorse più costose sono un problema.** Qualsiasi tipo di risorsa che divenga più costosa tende a rendere più viscoso questo ciclo di rimborsi. Un petrolio più costoso, in particolare, è un problema.

Negli Stati Uniti, quando i prezzi del petrolio salgono sopra circa \$ 40 o \$ 50 al barile, la crescita dei salari si ferma.

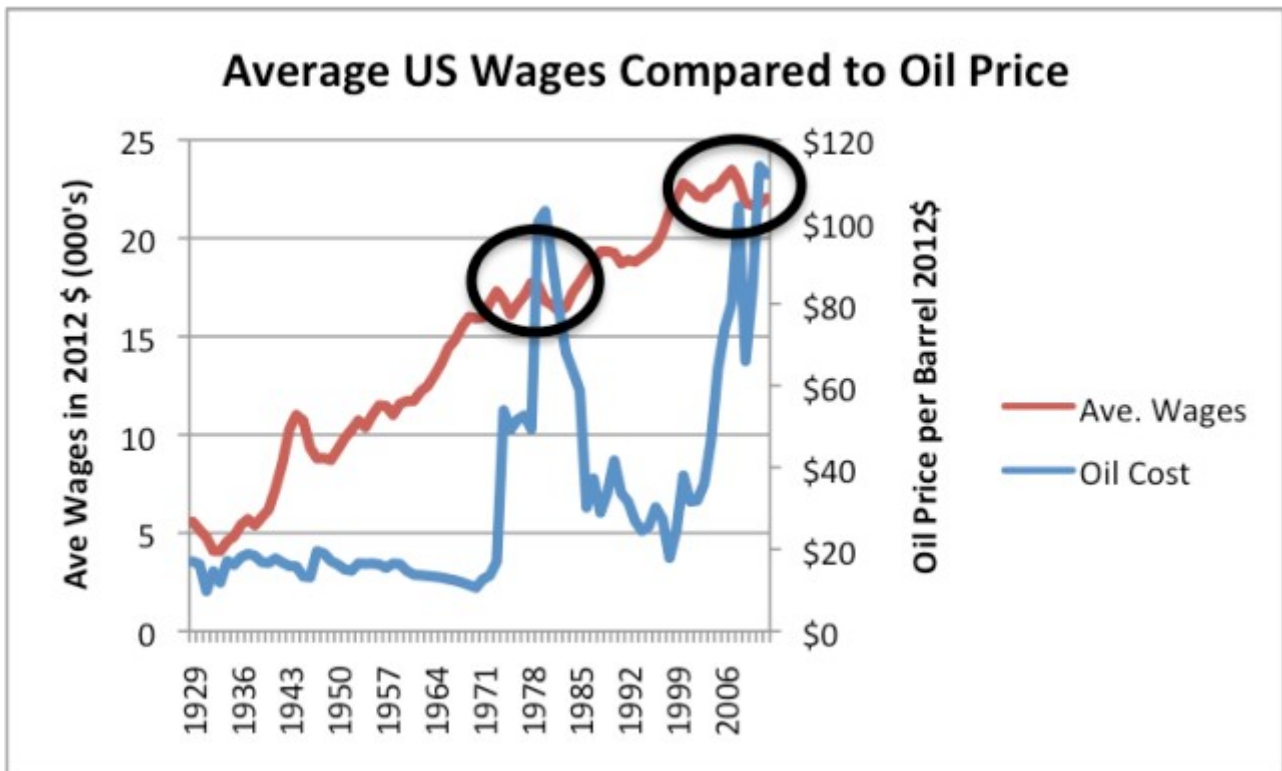


Figura 2. Salari medi in dollari 2012 confrontati al prezzo del petrolio Brent (in dollari 2012). I salari medi sono il totale delle retribuzioni sulla base dei dati BEA corretti dal CPI urbano diviso per la popolazione totale. Pertanto, esse riflettono i cambiamenti della percentuale di popolazione occupata così come i livelli salariali.

All'aumento del prezzo del petrolio, l'aumento del tenore di vita si ferma per la maggior parte dei lavoratori, e i posti di lavoro ben retribuiti diventano difficili da trovare. Ci sono un paio di motivi per cui si aspetterebbe una stagnazione dei salari all'aumento del prezzo del petrolio:

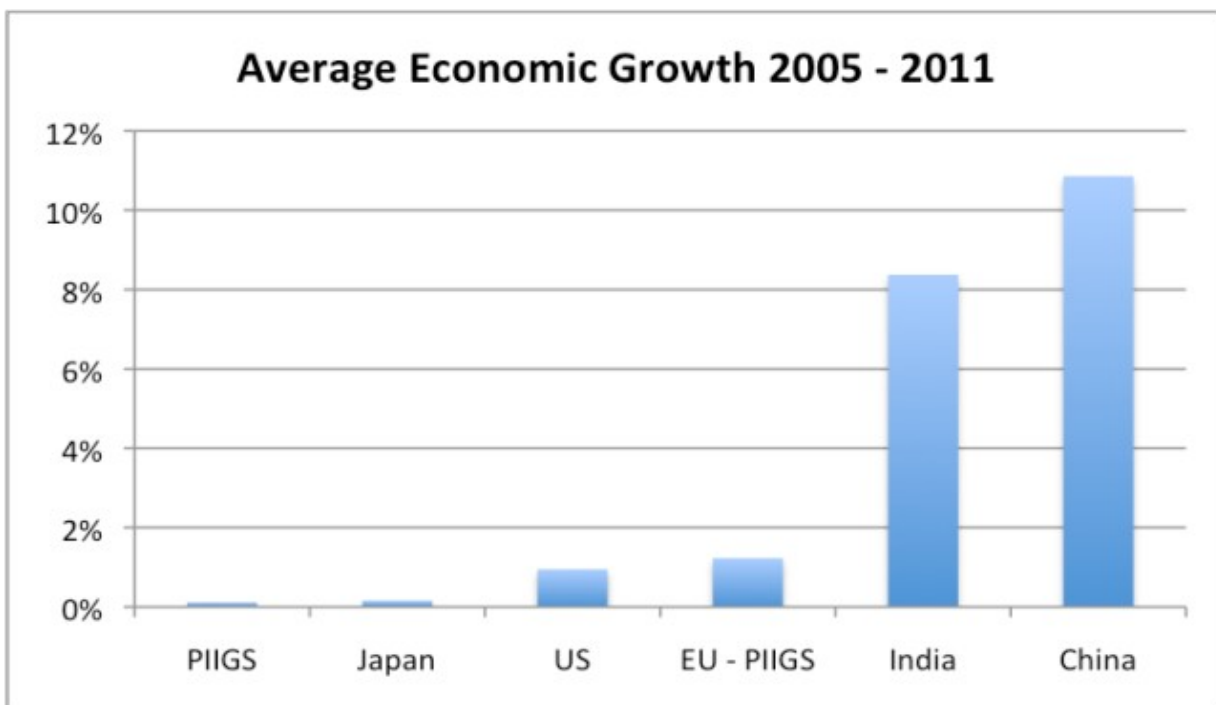


Figura 3. crescita media percentuale del PIL reale tra il 2005 e il 2011, sulla base dei dati USDA PIL nel 2005 in dollari US.

**(1) La concorrenza con le fonti energetiche più economiche.** Quando i prezzi del petrolio aumentano, i Paesi con una percentuale molto alta di petrolio nel loro mix energetico (come il PIIGS in Europa, Giappone e Stati Uniti) diventano meno competitivi nell'economia mondiale. Essi tendono a rimanere dietro la Cina e l'India, i paesi che utilizzano molto di più il carbone (che è più conveniente) nel loro mix energetico.

**(2) La necessità di mantenere I prezzi dei beni stabili.** Le imprese hanno bisogno di mantenere il prezzo totale dei loro prodotti il più possibile stabile, nonostante l'aumento dei prezzi del petrolio, se vogliono continuare a vendere il loro prodotto come in precedenza. Il petrolio è un costo di produzione importante; i salari sono un altro. Un modo ovvio per compensare l'aumento dei prezzi del petrolio è quello di ridurre i salari. Questo può essere fatto in diversi modi: attraverso l'outsourcing in un paese a più basso costo del lavoro, una maggiore automazione, o un tetto sui salari. Ognuno di questi metodi tenderà a produrre un appiattimento dei salari come osservato nella Figura 2.

Sulla base di figura 2 si vede che un prezzo del petrolio sopra \$ 40 o \$ 50 al barile sembra mettere un tetto ai salari, e porta indirettamente ad una minor crescita economica. Anche se non avessimo raggiunto tale prezzo del petrolio, se avessimo ad esempio scoperto un combustibile liquido che potesse essere prodotto in quantità sufficienti per meno di \$ 40 al barile, si sarebbe ad un certo punto raggiunto qualche tipo di limite alla crescita. Ad esempio, il limite potrebbero essere i cambiamenti climatici o una popolazione troppo grande rispetto alla capacità di produzione alimentare. Anche il troppo debito può essere un limite, se i redditi dei cittadini non aumentano in modo corrispondente. Ad un certo punto se il livello dell'indebitamento è troppo alto diventa impossibile effettuare anche solo il pagamento degli interessi. Indirettamente i salari dei cittadini sostengono il debito delle aziende e del governo, perché i ricavi aziendali e le entrate fiscali dipendono indirettamente dai salari.

### **Problema # 3: Il rimborso dei debiti è molto difficile in un'economia stagnante o in recessione.**

Una volta che la crescita si arresta (o rallenta troppo), la bolla del debito tende a bloccarsi, perché è molto più difficile ripagare il debito con interesse in un'economia in contrazione rispetto a quella in crescita.

#### **Repaying loans is easy in a growing economy**



#### **Repaying loans is much more difficult in a shrinking – or flat - economy**

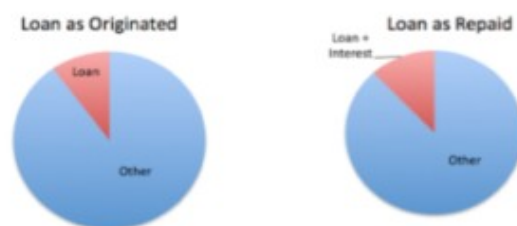


Figura 4 Il rimborso dei prestiti è facile in un'economia in crescita, ma molto più difficile in un'economia che si contrae.

Il governo può nascondere questo problema per molto tempo rinnovando il vecchio debito con nuovo debito e con la riduzione dei tassi di interesse praticamente a zero. Ad un certo punto, tuttavia, il sistema sembra dover fallire.

Non tutto il debito è equivalente. Il debito che semplicemente gonfia le bolle dei prezzi dei titoli di borsa ha poco impatto sui prezzi delle materie prime. Al fine di mantenere i prezzi delle materie prime abbastanza alti affinché i produttori trovino vantaggioso continuare a produrle, il debito deve tornare nelle mani dei potenziali acquirenti delle materie prime stesse (o delle merci con cui esse sono fatte. *NdT*).

Inoltre, qualsiasi modifica che tenda a ridurre il commercio mondiale spinge l'economia mondiale verso la contrazione, e rende più difficile ripagare il debito con gli interessi. Pertanto, le sanzioni contro la Russia, e le sanzioni della Russia contro gli Stati Uniti e l'Europa, tendono a spingere il mondo verso il collasso del debito più velocemente.

**Problema # 4: Il prezzo in crescita del petrolio e di altre materie prime sono un problema, soprattutto per i paesi che sono importatori di tali prodotti.**

La maggior parte di noi sono già consapevoli di questo problema. Se i prezzi del petrolio salgono, o se i prezzi del cibo aumentano, i nostri stipendi non aumentano di un importo corrispondente. Finiamo per operare tagli sugli acquisti discrezionali. Questa riduzione negli acquisti discrezionali porta a licenziamenti nei settori corrispondenti. Si finisce con lo scenario che abbiamo avuto nella recessione 2007-2009: caduta dei prezzi delle case (poiché case più costose sono acquisti discrezionali), banche in fallimento, e maggiore disoccupazione. Vedi il mio articolo [i limiti della fornitura petrolifera e la perdurante crisi finanziaria](#).

La ragione per cui gli attuali bassi prezzi del petrolio e di altre materie prime sono ben accolti da molti è esattamente perché, all'opposto, prezzi elevati di queste materie prime sono così terribili.

**Problema # 5: La caduta del prezzo del petrolio e di altre materie prime sono un problema, se il costo di produzione non è corrispondentemente in calo.**

Se i prezzi delle materie prime scendono per un qualsiasi motivo, anche se è a causa di una bolla del debito che sta scoppiando, questo va ad incidere su quanto le aziende sono disposte a produrre. Si innesca una tendenza a ridurre nuova produzione. Se i prezzi scendono troppo, è anche possibile che alcune aziende escano del tutto dal mercato.

Anche se non sembra che un paese "possa aver bisogno" attualmente di un alto prezzo del petrolio, ci può essere ancora un problema. Gli esportatori di petrolio dipendono dalle tasse elevate che sono in grado di ottenere quando i prezzi del petrolio sono alti. Se non possono raccogliere queste tasse, potrebbero dover tagliare sui programmi come i sussidi alimentari e i nuovi impianti di desalinizzazione. Senza questi programmi il disordine civile può portare a tagli della produzione di petrolio.

**Problema # 6: La crescita delle vendite di petrolio alla Cina e ad altri mercati emergenti è stata alimentata dalla crescita del debito. Questa crescita del debito ora sembra essere in stallo.**

La crescita del consumo di petrolio si è verificata per lo più al di fuori degli Stati Uniti, dell'Unione europea e del Giappone, nel recente passato. Cina e altri paesi emergenti hanno tenuto alta la domanda di petrolio.

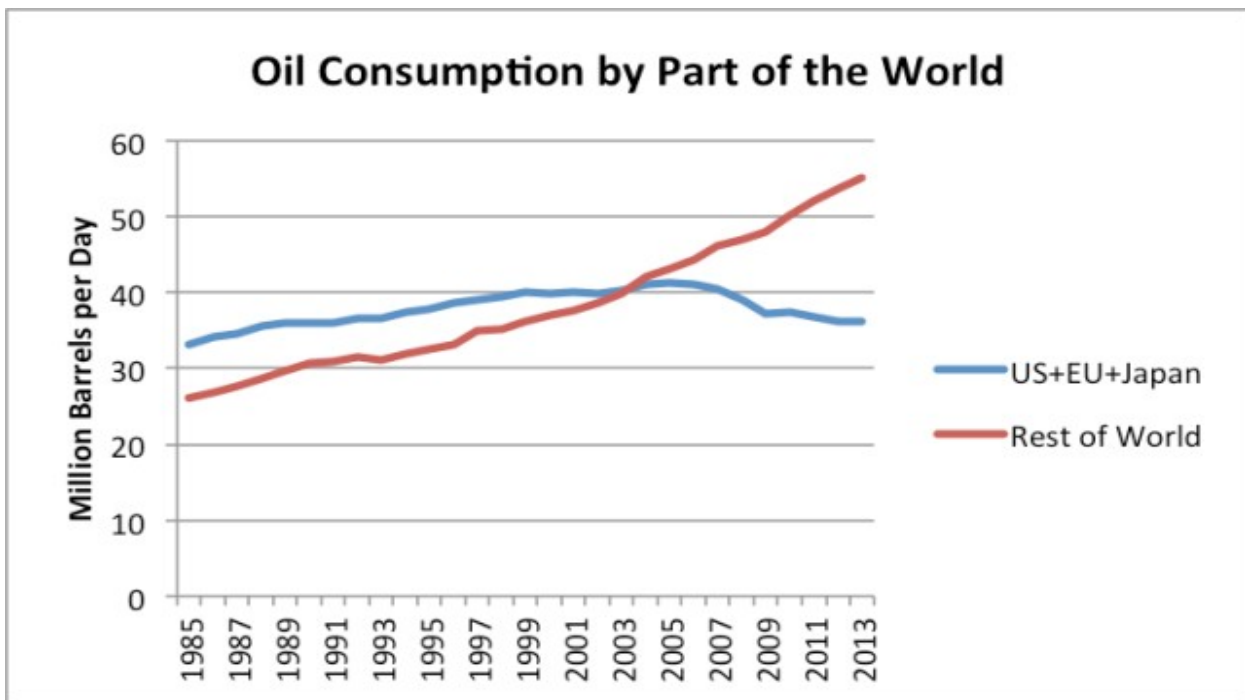
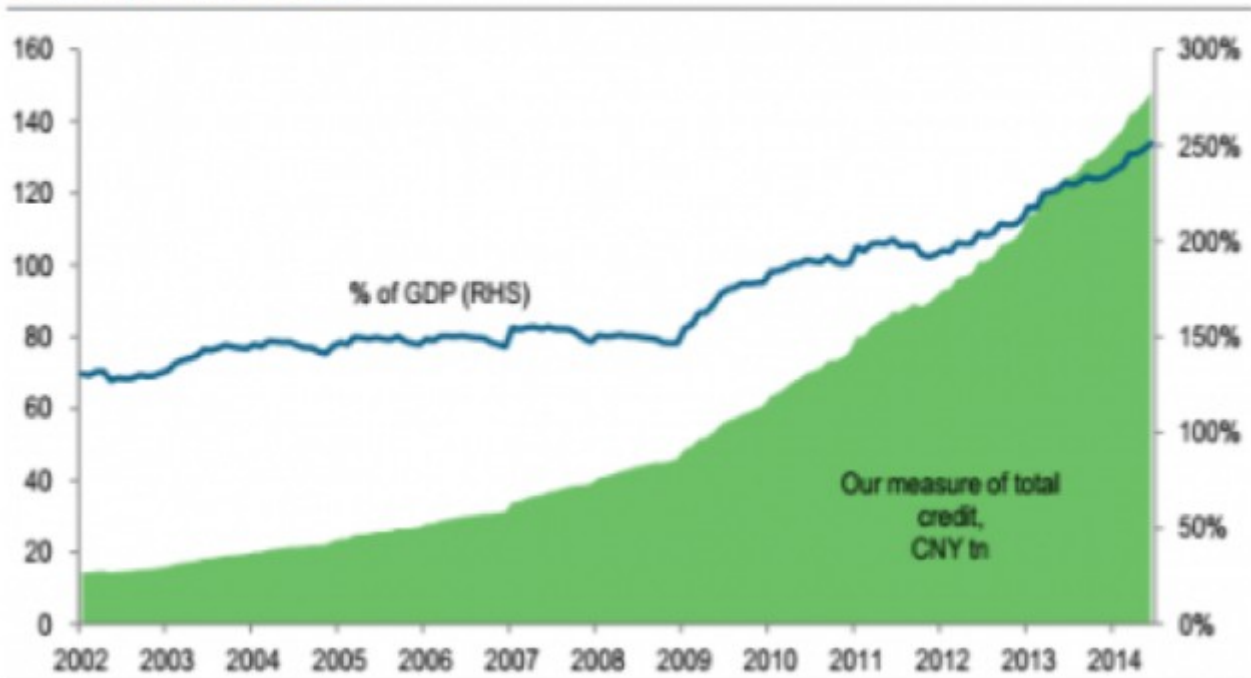


Figura 5 il consumo di petrolio da parte del mondo aggiornato fino al 2013, sulla base dei dati del BP Statistical Review of World Energy 2014.

In un rapporto Ambrose Evans-Pritchard afferma: [i rapporti di indebitamento terrificanti della Cina sono pronti a superare in scioltezza quelli passati degli Stati Uniti](#). Egli mostra la seguente tabella di crescita del debito da tutte le fonti, tra cui il bancario ombra in Cina:

Figure 1: Total credit continues to grow...

CNY tn (LHS), % of GDP



Source: CEIC, Standard Chartered Research

Figura 6 Debito totale della Cina, basato sul grafico visualizzato nell'articolo di Ambrose Evans-Pritchard.

Questo aumento del debito ora sembra rallentare, sulla base di [un rapporto del Wall Street Journal](#). Ci si chiede se questo stallo nella crescita del debito stia interessando la produzione mondiale di

petrolio e di altre materie prime.

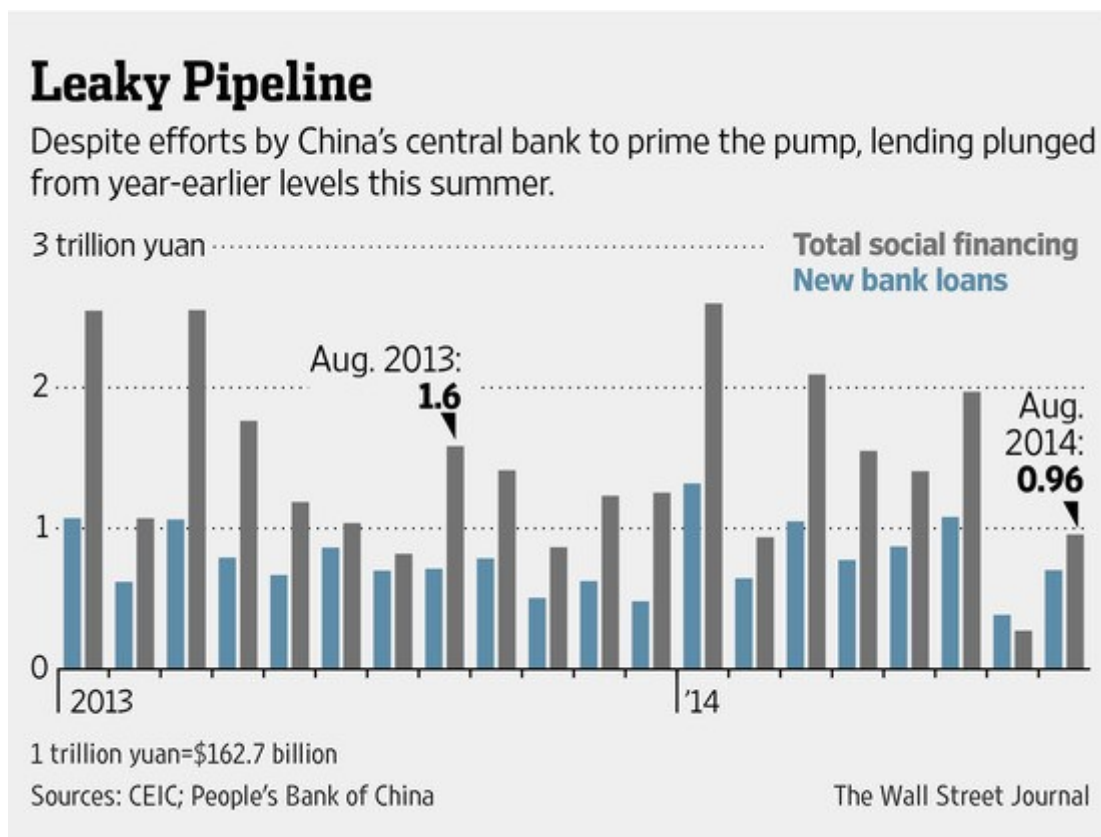


Figura 7 Figura dall'articolo del WSJ articolo [la lotta della Banca Popolare della Cina mentre i mutuatari si ritirano](#).

Altri mercati emergenti sembrano vivere tagli analoghi. Dal 2008, gli Stati Uniti, l'Europa e il Giappone hanno avuto politiche monetarie molto accomodanti. Una parte del denaro disponibile a bassi tassi di interesse è stato investito nei mercati emergenti. Ora il WSJ riporta: [la FED oscura l'attrattività dei Mercati Emergenti](#). Secondo l'articolo, gli investitori stanno assumendo un atteggiamento più cauto sui nuovi investimenti a causa del timore di un aumento dei tassi di interesse statunitensi.

Naturalmente, ci sono anche altri problemi che riguardano il debito e la domanda delle materie prime nel mondo. Se i tassi di interesse aumentano, essi possono innescare la tendenza a ridurre nuovi prestiti, perché in generale i prestiti diventano meno accessibili. Sanzioni di un paese contro l'altro, come gli Stati Uniti contro la Russia, e viceversa, tendono a ridurre la domanda.

#### **Problema # 7: Le bolle di debito sono state un problema nei crolli del passato.**

Secondo Jesse Colombo, anche la Grande Depressione (quella iniziata nel 1929. NdT) era il risultato di bolle del debito accumulate [durante i ruggenti anni Venti](#). Un'altra causa a lungo termine sembra essere stata la perdita di posti di lavoro agricoli che si verificò quando il carbone permise di condurre delle mansioni che in precedenza erano svolte da lavoratori agricoli attraverso l'uso dell'elettricità o di aratri di metallo trainati da cavalli. La combinazione di una bolla del debito e la perdita di posti di lavoro sembra avere dei paralleli con la nostra situazione attuale.

Molti ritengono che lo [scoppio della bolla immobiliare dei subprime](#) abbia contribuito alla Grande Recessione. Anche l'impennata [del prezzo del petrolio del 2007 -2008 ha svolto un ruolo](#)



[importante.](#)

**Problema # 8: Se ci troviamo di fronte al crollo di una bolla del debito, è del tutto possibile che i prezzi di molte materie prime cadranno. Questo potrebbe portare ad un crollo nella fornitura di molti tipi di prodotti energetici, più o meno contemporaneamente.**

La Figura 8 presentata di seguito, è una stima molto approssimativa del tipo di declino nel consumo di energia che potremmo sperimentare se un collasso del debito portasse a prezzi molto bassi di molti tipi di combustibili. I prezzi di molte materie prime è crollato nel 2008, e fu solo con un intervento massiccio che i prezzi sono stati riportati ai livelli del 2011. Dopo l'inizio del 2011, i prezzi cominciarono affondare nuovamente, come mostrato nella Figura 1.

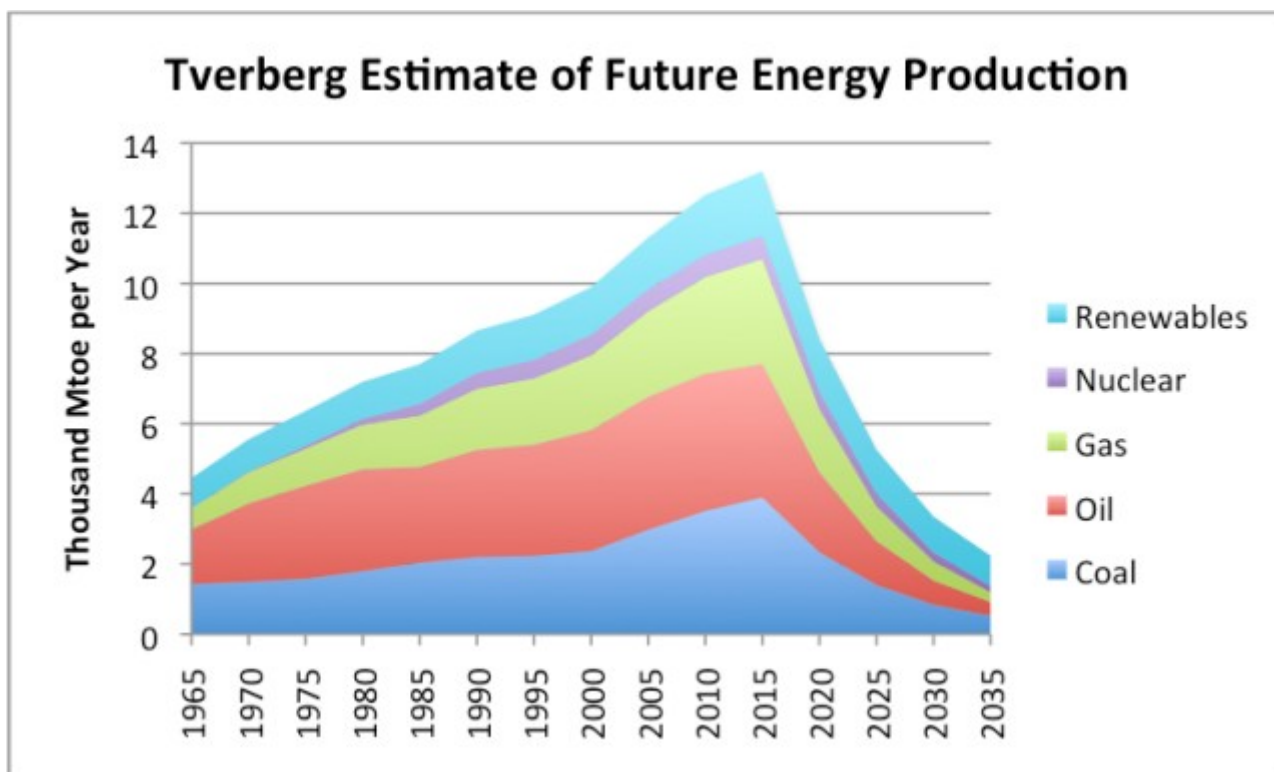


Figura 8 Stima dell'autore della futura produzione di energia, per fonte. Dati storici basati su dati BP.

Chiaramente i governi cercheranno di evitare un altro crollo brusco dei prezzi delle materie prime. La questione è se essi avranno successo nel puntellare i prezzi delle materie prime, e per quanto tempo essi riusciranno. In un mondo finito, la produzione di energia fossile ad un certo punto deve diminuire, ma non sappiamo esattamente con quale tempistica.

**Problema # 9: La mia previsione di forte calo della produzione energetica contrasta con le previsioni di consumo futuro de petrolio date da M. King Hubbert.**

M. King Hubbert ha basato le sue previsioni su uno scenario in cui un altro tipo di sorgente energetica prende il sopravvento, prima che il petrolio e gli altri combustibili fossili escano di scena. Egli ha anche discusso la possibilità di produzione di combustibili liquidi utilizzando

un'energia nucleare a buon mercato. Il modo in cui rappresenta la situazione è il seguente:

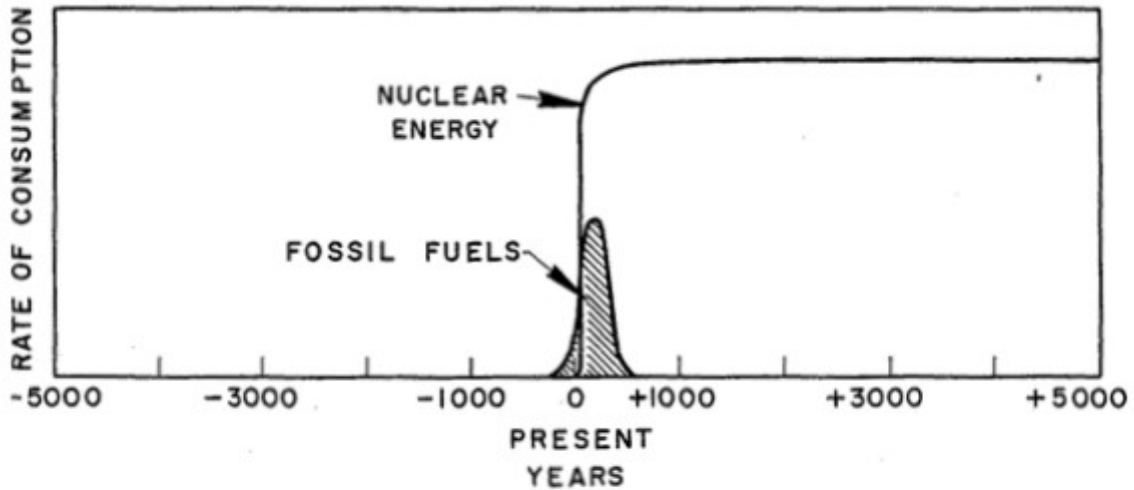


Figure 30 - Relative magnitudes of possible fossil-fuel and nuclear-energy consumption seen in time perspective of minus to plus 5000 years.

Figura 9 1956 Grafico dall'articolo del 1956 di Hubbert, [l'energia nucleare e i Combustibili fossili](#).

In un tale scenario, è possibile che la fornitura di petrolio inizi a diminuire quando circa il 50% delle risorse sono esaurite, e la discesa della curva segua un andamento simmetrico. Questa situazione sembra rappresentare un caso migliore possibile della "curva di Hubbert."; non sembra rappresentare il caso cui ci troviamo di fronte oggi. Se si verifica un crollo del debito, gran parte del carburante residuo è probabile che rimanga nel sottosuolo.

**Problema # 10: La nostra economia è un sistema a rete. L'aumento del debito è ciò che mantiene l'economia gonfiata. Se i salari non riescono a tenere il passo con la crescita del debito, il sistema alla fine collassa.**

In post precedenti, ho rappresentato l'economia come un sistema di rete auto-organizzato, composto da imprese, consumatori, governi (con leggi, regolamenti e tasse), sistema finanziario e commerciale internazionale.



Figura 10 Cupola costruita utilizzando [i bastoncini di Leonardo](#).

Uno dei motivi per cui l'economia è rappresentata come vuota è che essa perde rapidamente la sua capacità di produrre oggetti che non sono più necessari, ad esempio fruste da cocchiere e i telefoni rotativi. Un altro motivo per il quale potrebbe essere rappresentata come vuota è perché il debito è utilizzato per "gonfiarla" alle sue dimensioni attuali. Una volta che l'indebitamento inizia a contrarsi è molto difficile per l'economia mantenere la propria stabilità.

Molti "picchisti" (traduzione di Peak Oilers. NdT) credono che se abbiamo un problema con il sistema finanziario, tutto quello che dobbiamo fare è ricominciare con uno nuovo, o magari senza debito. Da quel che posso vedere, il debito è una parte essenziale del sistema attuale. Non avremmo potuto estrarre combustibili fossili in quantità significativa, senza una quantità sempre crescente di debito. Il problema che stiamo incontrando ora è che una volta che i costi delle risorse diventano troppo alti, il sistema basato sul debito non funziona più. Un nuovo sistema finanziario basato sul debito probabilmente non funzionerà meglio di quello vecchio.

Se cerchiamo di costruire un nuovo sistema senza combustibili fossili, inizieremmo da capo, perché anche le "rinnovabili" oggi sono parte del sistema dei combustibili fossili.<sup>3</sup> Dovremo tornare a cose che possono essere fatte direttamente dal legno e altri prodotti naturali, senza grandi quantità di calore, per avere risorse realmente rinnovabili.

**Note:**

[1] Questa è davvero una semplificazione dei problemi reali. Poiché la popolazione mondiale cresce, è necessario ottenere una quantità crescente di cibo dalla stessa terra arabile. Quindi, è necessario trovare nuovi processi per aumentare le rese alimentari mentre la qualità del suolo si degrada. Il suolo è in un certo senso una "risorsa diversa dai combustibili fossili," ma io non ho parlato di questo problema specifico.

I crescenti problemi di inquinamento sono in un certo senso un costo indiretto dell'estrazione dei combustibili fossili e di altre risorse. Questi rappresentano un altro costo crescente che non ho specificamente identificato. Inoltre, ci sono le spese indirette che non rientrano esattamente in nessuna categoria, come ad esempio impianti di dissalazione necessari per gestire le crescenti popolazioni nelle zone dove l'acqua è scarsa. Potremmo aver bisogno di prendere in considerazione le spese di attenuazione dei problemi ambientali di tutti i tipi come parte del "costo di estrazione di risorse."

Il mio punto è che diventa sempre più difficile compensare questi aumenti di costo con varie innovazioni tecnologiche. Inoltre, se non vengono apportate modifiche, una quota sempre più grande sia della forza lavoro che delle risorse sono necessari per mantenere lo status quo, lasciando un minor numero di lavoratori e una minore quantità di risorse per far "crescere" l'economia.

[2] Il vento e l'acqua sono fonti di energia, ma sono fonti di [energia meccanica](#), non energia termica, quindi non sono utili se non possono essere convertiti prima in elettricità, e quindi in calore. Sul piano quantitativo non sono mai state molto rilevanti nell'era pre-fossile .

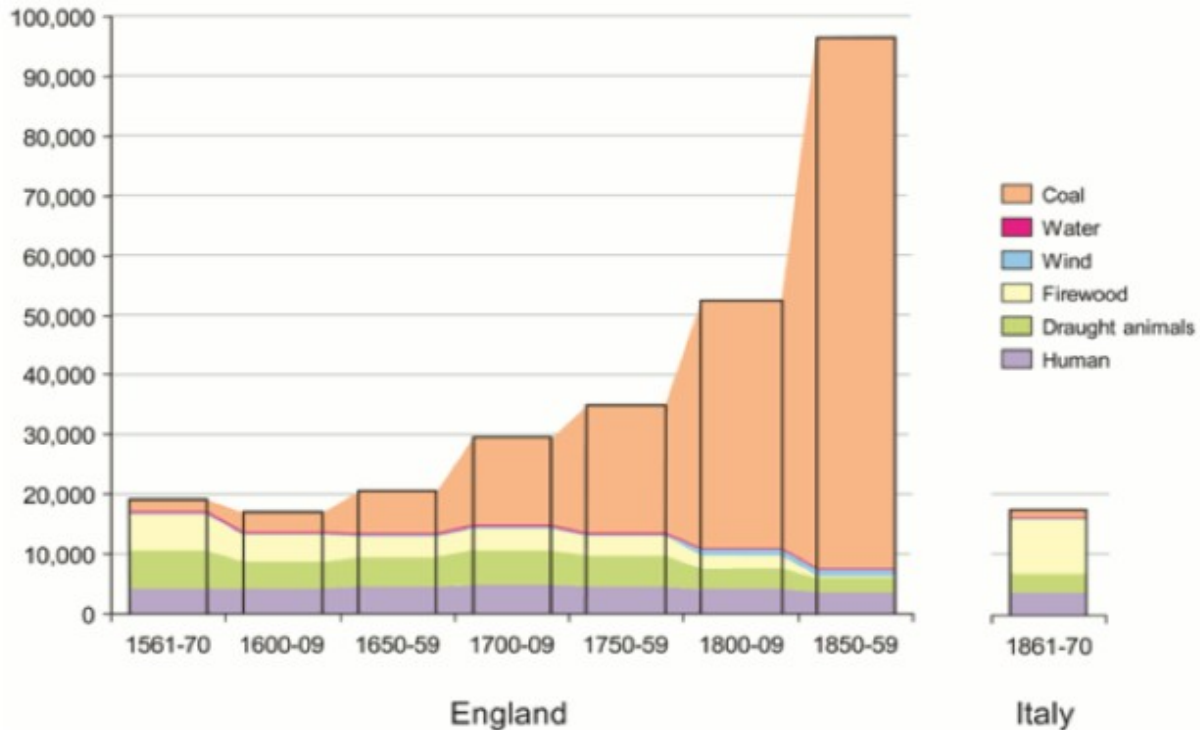


Figura 11 Consumo annuo di energia pro capite (megajoule) in Inghilterra e nel Galles 1561-1570 al 1850-9 e in Italia 1861-1870. Figura da Tony Wrigley da Opening Pandora's Box. Figura originario di [Energia e la Rivoluzione Industriale Inglese](#) , sempre da Tony Wrigley.

[3] Naturalmente, ogni e"rinnovabile" in uso continuerà a lavorare fino a quando non avrà bisogno

di riparazioni che non sono disponibili. Altre parti del sistema (come ad esempio le linee elettriche di trasmissione, batterie, inverter e dispositivi collegati, quali pompe) potrebbero diventare inutilizzabili più rapidamente rispetto alle fonti rinnovabili stesse.