



ASPO Italia  
Associazione per lo Studio del Picco del Petrolio  
Sezione Italiana di ASPO International

## Il vero “Limite dello Sviluppo”

Di Dario Faccini, 5/9/2014

<http://www.aspoitalia.it/index.php/articoli/archivio-articoli-italiano-1/339-il-vero-limite-dello-sviluppo>

*Un nuovo studio ci mette di fronte alla realtà dei fatti. Quella realtà che non è stata capita dagli analisti, da molti ricercatori e men che meno dai politici. L'attuale crisi non ha origine dal sistema finanziario, questi ne è solo la causa contingente. Il problema vien da molto più lontano ed è ben più pervasivo. Di certo non si può risolvere cambiando qualche regola finanziaria qua e là.*

Un articolo di divulgazione sullo studio condotto dal prof. Graham Turner, “[Is global collapse imminent?](#)” (E' imminente un collasso globale?)

Parole chiave: picco, petrolio, limiti allo sviluppo, limits to growth, world3, turner, aggiornamento, crisi, modello, previsione, effetto seneca

### L'esperimento più grande

Ci ricordiamo il **più grande esperimento** per studiare le dinamiche economico-fisico-ambientali dello sviluppo della società umana? E' stato pubblicato in un libro nel 1972, in Italia con il nome “Limiti allo Sviluppo”. Un modello matematico al calcolatore (World3) ha spinto l'evoluzione delle dinamiche conosciute nella società globale avanti nel tempo, sino al 2100, in tre diversi scenari: il **Business As Usual**(BAU) che suppone di non cambiare nulla; **Sviluppo Tecnologico** che prevede di usare tecnologie in grado di moltiplicare l'accesso alle risorse; **Mondo Stabilizzato**, in cui si attuano politiche per stabilizzare la crescita.

Ci ricordiamo anche come evolvevano questi tre scenari? Il primo collassava verso il 2030, il secondo verso il 2050, mentre solo il terzo riusciva ad essere sostenibile (e quindi auspicabile).

Chi non se lo ricorda, può rinfrescarsi rapidamente la memoria [leggendo questo post](#) (e magari guardando un buon documentario).

### I Limiti dello Sviluppo avevano ragione

Bene, è [uscito un'ulteriore studio](#) che non solo conferma, dati alla mano, che a quarant'anni di distanza quell'esperimento si sta dimostrando eccezionalmente preciso, ma si spinge sino ad indicare quali siano adesso le dinamiche che ci stanno portando dritti al collasso e che probabilmente hanno già contribuito a provocare la Crisi Finanziaria Globale (GFC).

Vediamo nel dettaglio questa nuova ricerca.

Innanzitutto è un aggiornamento di un [lavoro analogo del 2008](#)[1] condotto dal prof. [Graham Turner](#) che conferma come lo scenario BAU (o “standard”) elaborato dal modello World3 nel 1972

sia stato seguito eccezionalmente bene dalla realtà dei fatti (figura 1) e continua egregiamente a descrivere l'evoluzione di tutte le variabili aggregate: Popolazione, Inquinamento, Risorse, Cibo, Produzione Industriale. [2]

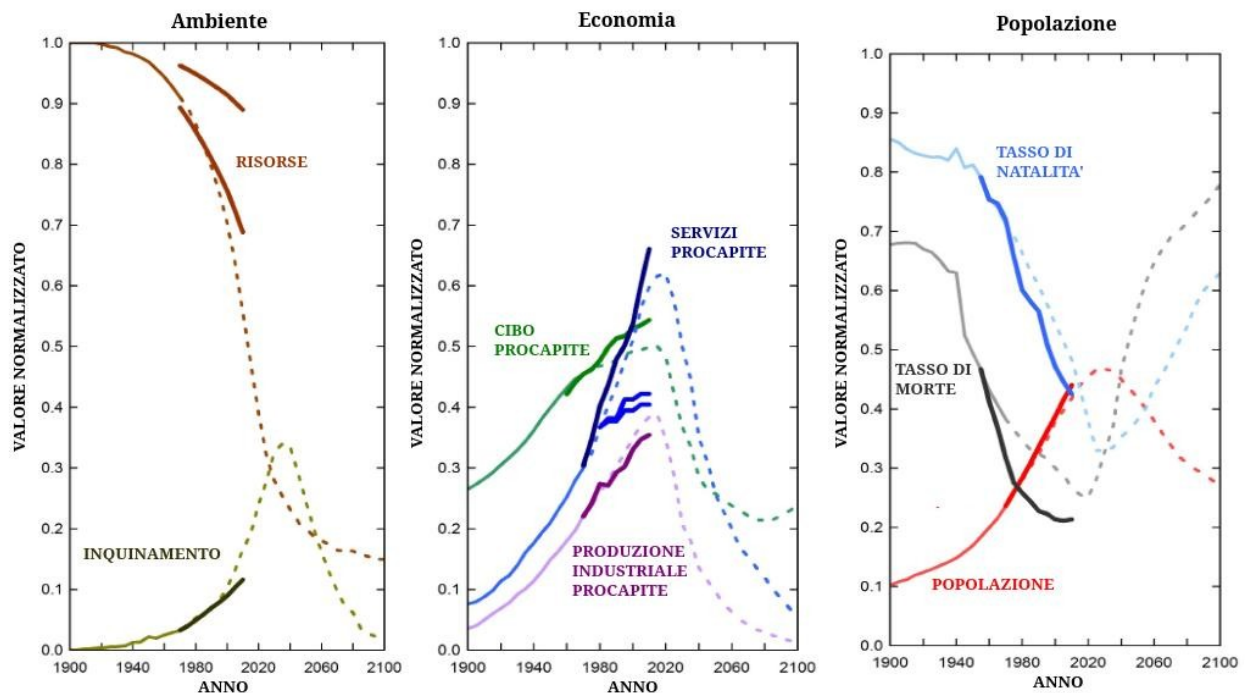


Figura 1: Dati storici dal 1970 al 2010 (linee continue) confrontati con quelli previsti nello scenario BAU di World3 del 1972 (linee tratteggiate). I servizi procapite sono stati misurati utilizzando dei proxy (grandezze appartenenti alla stessa categoria della grandezza considerata, con una dinamica pressoché identica), come il consumo procapite di elettricità (linea blu superiore) o i tassi di alfabetizzazione (linee blu inferiori). L'inquinamento è misurato in termini di CO2 e, forse, nella realtà è risultato più basso grazie ai feedback negativi (es. capacità di assimilazione della biosfera) che sono stati compresi appieno solo decenni dopo la pubblicazione dei "Limiti dello Sviluppo".

Citando le parole di Turner:

*Va qui osservato che non sembrano esserci altri modelli economico-ambientali che abbiano dimostrato un'aderenza ai dati così integrale e di lungo periodo.*

Già questo dovrebbe indurre qualche riflessione. Come mai il modello sinora più preciso non viene considerato quando Stati ed Istituzioni effettuano previsioni a lungo termine, e si preferisce usare invece modelli banali che per lo più non sono altro che semplici estrapolazioni di trend? Come mai solo questo modello ha ricevuto una quantità così alta di critiche? Come mai queste stesse critiche si sono rivelate nella stragrande maggioranza sbagliate o fuori luogo?

Ma andiamo avanti. Contrariamente proprio a quanto affermato da diverse critiche, secondo l'autore il modello originale del 1972 risulta poi particolarmente robusto: pur essendo non lineare, è alquanto insensibile alle incertezze sui parametri chiave (se questi vengono variati entro certi intervalli, il modello restituisce risultati analoghi); inoltre è frutto, nella sua interezza, di un'attenta calibrazione sui dati storici tra il 1900 e il 1970, cioè è stato costruito attingendo ad oltre 70 anni di dinamiche reali.

## Da che parte arriva la bufera: il petrolio

A questo punto l'autore si pone la domanda se un collasso appaia probabile ed imminente nel prossimo futuro, così come prospettato dallo scenario BAU. Si può rispondere "SI" solo se si individua nel mondo reale un meccanismo analogo a quelli che in World3 conducono al collasso. Quest'ultimi sono associati prevalentemente ai vincoli sulle risorse e alla sottrazione di capitale da tutti i settori produttivi per compensare l'aumento di capitale richiesto dal settore estrattivo.

Turner individua quindi un possibile meccanismo proprio nel *Picco del Petrolio* (o più in generale nelle dinamiche di esaurimento delle risorse non rinnovabili) che esamina nel dettaglio.

Nota: la parte seguente è un po' tecnica, per chi vuole avere una sintesi può saltare al capitolo "L'efficienza uccide".

Nella figura 2, l'autore effettua un confronto tra i risultati di World3 e la produzione petrolifera: sono riportate la curva, prevista nello scenario BAU, per lo sfruttamento annuo di risorse non rinnovabili (in verde), con una logistica (in blu) che rappresenta la forma teorica, il tasso storico di produzione petrolifera e quello atteso (in rosso). Si considera quindi la variabile aggregata "risorse non rinnovabili" in World3 come miglior proxy del petrolio nel mondo reale.

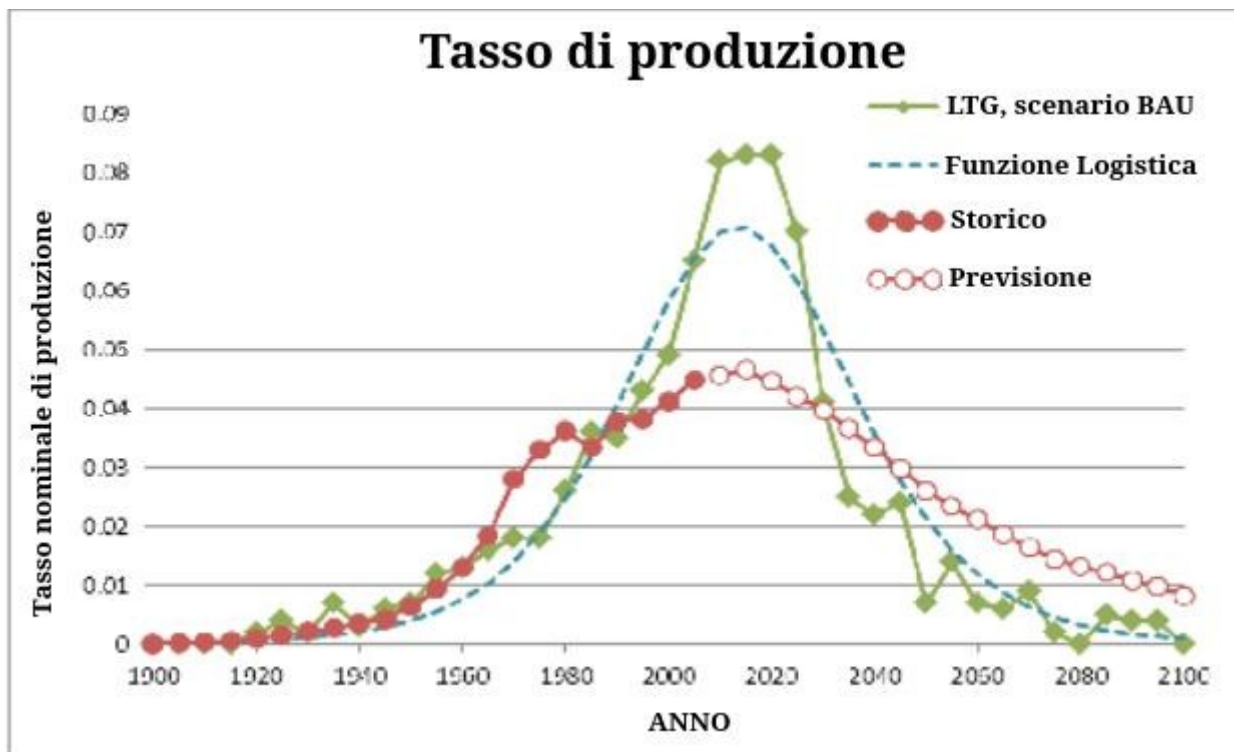


Figura 2: tasso di produzione annuale del petrolio in World3 (verde), secondo il modello di Hubbert (logistica tratteggiata in blu) e in base ai dati reali.

A differenza di altri modelli previsionali, come la curva di Hubbert nella figura rappresentata dalla logistica, in World3 la curva che descrive la produzione delle risorse non rinnovabili non è esplicitata separatamente, ma è frutto del risultato delle dinamiche interne. All'inizio vi è una crescita esponenziale della produzione petrolifera causata da un'analogia crescita della produzione industriale. Poi avviene ciò che la maggior parte dei commentatori ed economisti non riesce a concepire: pur in presenza di importanti riserve ancora da sfruttare, la domanda del settore industriale inizia inesorabilmente a calare, trascinando con se la produzione petrolifera.

La motivazione è semplice. Con l'esaurirsi delle risorse più facilmente estraibili deve aumentare lo sforzo per estrarre quelle più difficili. In termini economici si afferma che il costo opportunità nell'estrarre l'energia fossile aumenta. Nel modello LTG, questo costo opportunità è modellizzato con la quota di capitale (ad es. i macchinari) che deve essere ogni anno allocata per ottenere le risorse (FACOR, Fraction of Capital Allocated to Obtain Resources). Nella letteratura del Picco del Petrolio questo fenomeno prende il nome di abbassamento dell'EROEI, cioè l'abbassamento della resa in termini energetici (energia ottenuta nell'estrazione in rapporto a quella investita). Minore è l'EROEI (o maggiore il FACOR) e maggiore è la quota di capitale, quindi di ricchezza, che viene stornata da altri settori della società per estrarre petrolio. La perdita di ricchezza fa calare la domanda del settore industriale e l'intero castello di carte, compresa la domanda di estrazione di energia, viene giù.

C'è una qualche relazione tra l'EROEI del petrolio nel mondo reale e il FACOR utilizzato in World

3? In teoria, in prima approssimazione, l'EROEI del petrolio e il FACOR dovrebbero essere l'uno l'inverso dell'altro. Siccome è appurato che l'attuale EROEI è calato sino ad un valore di circa 10-20, il suo inverso, il FACOR, dovrebbe corrispondere in World3 ad un valore compreso tra 0,05 e 0,1. In effetti, osservando la figura 3, si osserva come il valore del FACOR utilizzato in World3 è una funzione inversa del quantitativo di risorsa rimanente e vale 0,1 proprio in corrispondenza del 50% (attualmente considerata la frazione di petrolio ancora estraibile rispetto al totale).

### FRAZIONE di CAPITALE ALLOCATA per le RISORSE (LTG72)

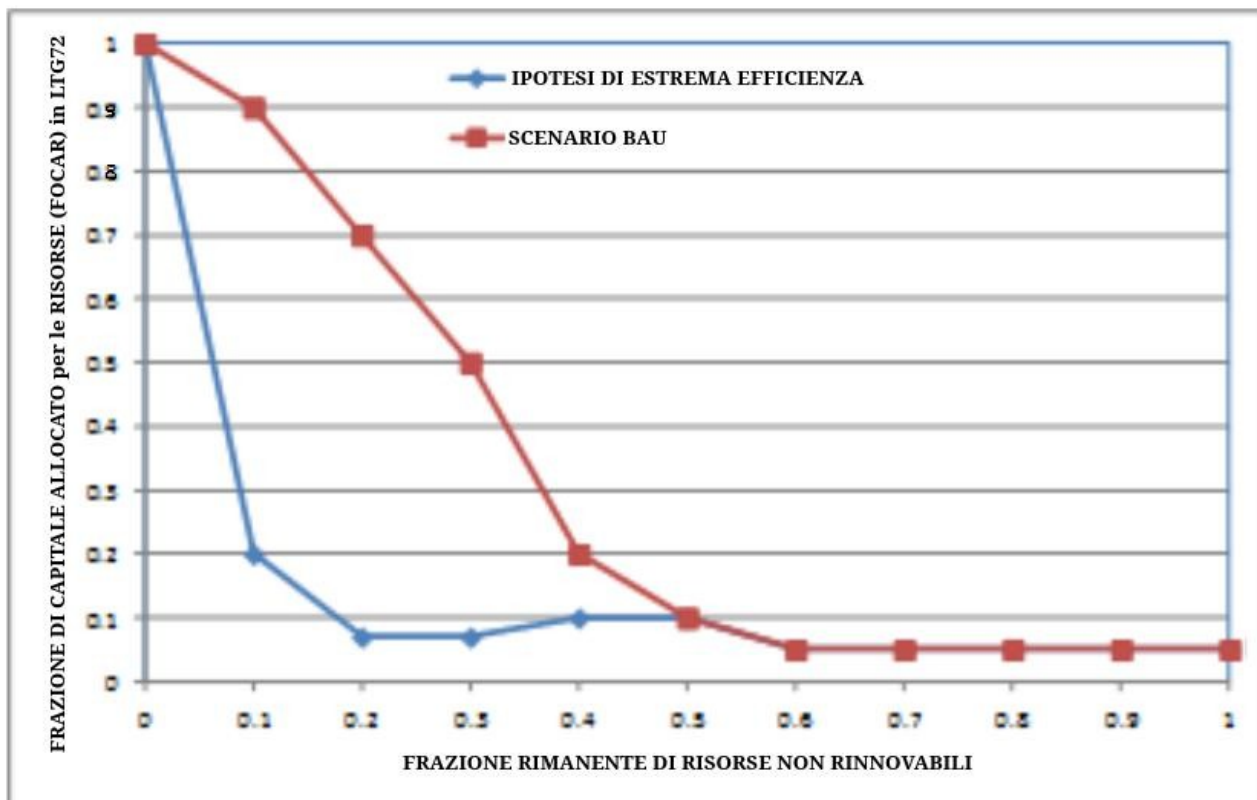


Figura 3: La frazione di capitale che viene dedicata all'estrazione di risorse non rinnovabili è una funzione di quante risorse rimangono da estrarre. In rosso è indicata la curva usata in World3 nel 1972, in blu una curva che ipotizza un'estrema efficienza nell'estrazione in conseguenza di importanti avanzamenti tecnologici.

Una volta di più, lo scenario BAU di World3 mostra quindi una incredibile aderenza all'evoluzione che è avvenuta negli ultimi 40 anni, tanto da modellare il fenomeno dei ritorni decrescenti, rappresentato dall'EROEI per le fonti di energia non rinnovabili, in modo pressoché esatto.

### L'efficienza uccide

Quindi non è il Picco del Petrolio in sé che porta al collasso, quanto piuttosto che con il suo superamento si va ad attingere a risorse più difficili, le quali necessitano di un incremento del capitale a loro destinato a spese del capitale dedicato al resto della società.

L'autore si spinge più in là e mette alla prova un'altra assunzione del mondo economico, cioè l'idea che, essendo dallo sfruttamento delle risorse non convenzionali di petrolio e gas (petrolio polare, profondo, da scisto, da sabbie bituminose...) ancora agli inizi, ci si possa attendere un aumento nell'efficienza d'estrazione in grado di evitare il declino del petrolio e del gas. A questo proposito Turner ha effettuato una nuova simulazione dello scenario BAU in World3, cambiando la curva del FACOR (quindi dell'EROEI) con una a massima efficienza (in rosso in figura 3). I risultati sono presentati in figura 4. [3]

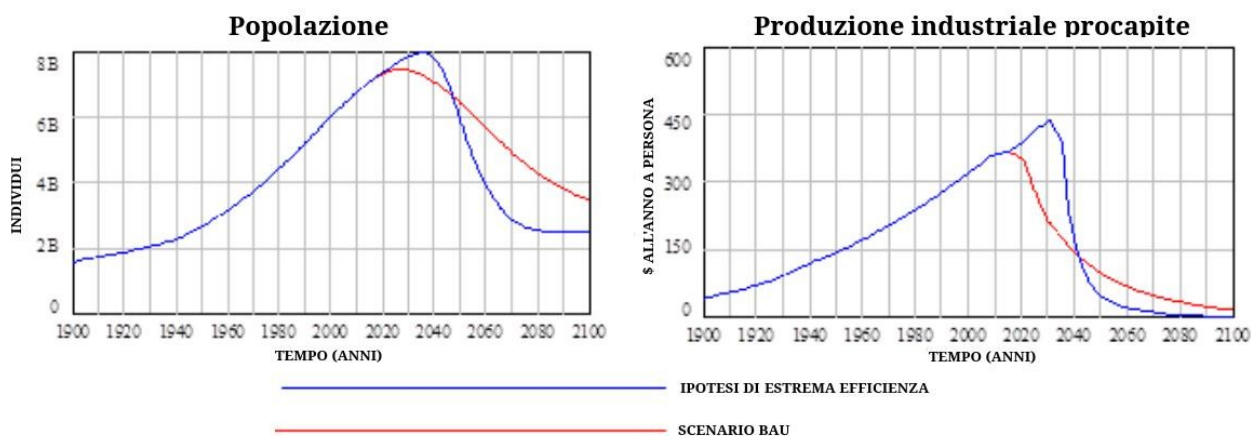


Figura 4: Due simulazione dal modello World3: in rosso quella che si ottiene lasciando inalterata l'efficienza di estrazione delle risorse non convenzionali (originale 1972), in blu quella ottenuta ipotizzando, a partire da ora, lo sfruttamento di tecniche estremamente efficienti. Si varia solo il parametro FOCAR come indicato in figura 3.

Si osservi come il collasso non sia evitato, ma solo ritardato di un paio di decenni e quando poi avviene, il declino procede ad una velocità estremamente più rapida e si assesta a valori di sussistenza molto più bassi. Ascesa e declino diventano quindi profondamente asimmetrici, un effetto questo che è stato [studiato e modellizzato dal prof. Ugo Bardi](#) che l'ha battezzato *Effetto Seneca* o *Dirupo di Seneca*, dalla famosa citazione del filosofo:

L'incremento è *graduale*, la rovina precipitosa

Urge a questo punto una breve riflessione. **Questi risultati contraddicono tutta la narrativa energetico-economica dominante che afferma come un aumento nell'efficienza estrattiva, non solo sia auspicabile, ma che sia parte integrante della soluzione del problema energetico.**

## La crisi a nudo

Il Picco del Petrolio ha quindi tutte le caratteristiche di una dinamica che, nei Limiti dello Sviluppo, porta al collasso: ha lo stesso meccanismo che sottrae capitale dagli altri settori produttivi, c'è la stessa concordanza sul valore attuale dello sforzo estrattivo (EROEI) e la certezza che anche un aumento di efficienza nell'uso di risorse non convenzionali (petrolio da acque profonde, polare, da scisti...), contrariamente a quanto intuitivamente ritenuto, non potrà che ritardare di poco l'inevitabile, peggiorando però poi enormemente la situazione successiva.

Turner si chiede infine se le dinamiche del Picco del Petrolio stiano già influenzando sulla Crisi Finanziaria Globale in atto e, purtroppo, risponde positivamente.

Innanzitutto l'aumento del prezzo del cibo di questi anni è stato ricondotto all'aumento del prezzo del petrolio e alla produzione del biocarburanti come l'etanolo derivante dal mais ([Alghalith, 2010](#), [Chen et al., 2010](#)). Ci sono interazioni sia dirette che indirette tra cibo e petrolio ([Schwartz et al., 2011](#), [Neff et al., 2011](#)) a partire dai macchinari e dalla petrolchimica (pesticidi, fertilizzanti). Questi meccanismi d'interazione sono presenti anche in World3.

Studi di modellizzazione aggregata del ruolo dell'energia nell'economia ([Nel and Cooper, 2009](#)) hanno evidenziato che limitazioni energetiche provocano recessioni economiche prolungate e riduzioni nelle emissioni di gas serra: risultati simili ai collassi indicati nei Limiti dello Sviluppo. Ci sono chiare prove empiriche di una connessione tra l'aumento dei prezzi del petrolio e le recessioni economiche ([Murray and King, 2012](#), [Murphy and Hall, 2010](#), [Murphy and Hall, 2011](#)).

[L'analisi econometrica di Hamilton del 2009](#) sulla recessione negli USA del 2007, riduce il ruolo assunto dalla speculazione finanziaria e indica che questa recessione è stata diversa da altri precedenti shock petroliferi perché sembra causata dalla combinazione di una forte domanda mondiale e di una produzione petrolifera stagnante. Certo, le cause dell'attuale crisi rimangono



prevalentemente finanziarie: livelli di debito che eccedono, in rapporto al PIL, la capacità dell'economia reale di ripagarli. Una dinamica questa che non è inclusa in World3. C'è però chi ha messo in evidenza come [l'origine della crisi possa essere stata innescata dall'aumento del prezzo del petrolio](#). Le insolvenze sui mutui subprime erano infatti previste dai modelli finanziari che si basavano su analisi statistiche sui periodi precedenti, ma l'aumento dei prezzi del petrolio negli USA (dove la bassa tassazione storica sui carburanti non ha protetto gli utenti finali come invece ha fatto in Europa) ha impattato in maniera sproporzionata su un gran numero di proprietari di case a basso reddito, provocando un numero di insolvenze simultanee superiore a quanto previsto.

## **Cosa fare: prepariamoci**

Terminiamo riprendendo le esatte parole dell'autore [espresse sul Guardian](#):

*La nostra ricerca non indica che il collasso dell'economia mondiale, dell'ambiente e della popolazione sia una certezza. Né noi pretendiamo che il futuro si svolga esattamente come hanno i predetto nel 1972 i ricercatori che hanno prodotto i Limiti dello Sviluppo: potrebbero scoppiare delle guerre; così come potrebbe nascere una genuina leadership ambientale globale. In entrambi casi la traiettoria della civiltà sarebbe notevolmente influenzata.*

*Ma i nostri risultati dovrebbero far suonare un campanello d'allarme. Sembra improbabile che il perseguire di una crescita sempre maggiore possa proseguire in modo incontrollato sino al 2100 senza causare gravi effetti negativi, e tali effetti potrebbero arrivare prima di quanto pensiamo.*

*Potrebbe essere troppo tardi per convincere i politici di tutto il mondo e le ricche élite a tracciare una rotta diversa. Quindi, per il resto di noi, forse è il momento di pensare a come proteggerci, mentre ci dirigiamo verso un futuro incerto.*

*Citando la conclusione dei Limiti dello Sviluppo nel 1972:*

*Se le attuali tendenze di crescita della popolazione mondiale, industrializzazione, inquinamento, produzione alimentare, e l'esaurimento delle risorse rimarranno invariate, i limiti alla crescita di questo pianeta saranno raggiunti entro i prossimi cento anni. Il risultato più probabile sarà un declino piuttosto improvviso e incontrollabile sia della popolazione che della capacità industriale.*

*Finora, c'è ben poco che indichi che abbiamo avuto torto.*

## **Note**

[1] **Graham M. Turner.** *A Comparison of The Limits to Growth with 30 years of reality.* Global Environmental Change 18 (2008) 397-411. Accepted 13 May 2008, CSIRO Sustainable Ecosystems.

[2] I risultati vanno qui sempre intesi in senso qualitativo, come dinamiche di evoluzione, e non quantitativo cioè in grado di prevedere il valore di una certa grandezza in un determinato anno. Non si può quindi affermare che World3 indichi un collasso certo verso la metà del XXI secolo, quanto piuttosto che senza una modifica delle dinamiche conosciute in atto, l'attuale società non è sostenibile e un collasso non è evitabile in futuro, benché modi e tempi non siano esattamente prevedibili. Questo è particolarmente vero in questa sede perché si compiono valutazioni sul fenomeno in atto del Picco del Petrolio in rapporto alla variabile aggregata "risorse non rinnovabili" in World 3, che non rappresenta solo il petrolio (o il gas), bensì tutte le fonti fossili, includendo

quindi anche il carbone ed estensivamente l'uranio.

[3] Da osservare che l'autore abbia effettuato solo un'analisi di sensibilità su World3 al variare del parametro FACOR, senza aumentare anche il quantitativo di risorse non rinnovabili estraibili inizialmente per tenere conto di quelle non convenzionali. Tali risorse sono comunque già presenti nella valutazione complessiva dell'autore, che nel [suo lavoro del 2008](#) (la cui metodologia è stata seguita anche in questo caso) considera due stime, una minima e una massima, con quest'ultima che include una grande quantità di risorse non convenzionali. Queste risorse sono considerate anche in LTG nello scenario "sviluppo tecnologico complessivo" che porta anch'esso ad un collasso un paio di decenni dopo allo scenario BAU. Vale comunque quanto ricordato nella nota [2].