

STRATEGIA ECONOMICA PER ASSECONDARE LE POLITICHE DI SVILUPPO COMPATIBILE SULLA TERRA

di Roberto Visentin

PREMESSA

L'energia è un bene primario dalla cui disponibilità dipende la crescita della intensità dei consumi, la quale è condizionata dal tasso di crescita della popolazione nel globo e dalla domanda di beni e servizi che essa manifesta. Questa tendenza potrà continuare ad esplicitarsi nel futuro quando si verifichino alcune condizioni su cui mi soffermo.

- A) Liberare risorse, conservando ove possibile, i livelli di benessere già raggiunti in molte aree del globo, per diffondere la migliore qualità della vita a una platea sempre più ampia della popolazione della Terra, riducendo gli sprechi.
- B) Che non ci sia interruzione della fornitura di energia necessaria a sostenere i consumi.
- C) Che i prezzi dell'energia siano sostenibili in relazione alla disponibilità economica della popolazione del globo.
- D) Che i costi degli interventi necessari a costruire e gestire le infrastrutture energetiche del futuro nel globo siano ammortizzabili e permettano di liberare risorse per nuovi investimenti e riduzione delle tariffe.

Il quadro delle riserve di energie commerciali di cui disponiamo (carbone, petrolio, gas naturale, atomo) ci offre energia, accertata e ragionevolmente sfruttabile, attorno a 1750 miliardi di TEP. Se il consumo di energia nel globo tende ad assestarsi attorno a 15 miliardi di TEP all'anno, i consumi sulla Terra hanno ancora 117 anni per arrivare alla sola disponibilità di idroelettricità, rinnovabile, che al momento contribuisce con 1,5 miliardi di TEP all'anno ai consumi del globo, ma che non è ugualmente distribuita come non lo sono le altre energie rinnovabili quali i venti e la luce del sole.

Il documento predisposto negli anni '80 al MIT di Boston "I limiti dello sviluppo" ha bene analizzato la transizione che si prefigura tra il 2030 e il 2050 e che si verificherà con l'inizio del tramonto della civiltà del petrolio; ci saranno tensioni nel mercato dell'energia, un rialzo notevole dei tassi di interesse, un ulteriore impoverimento della popolazione sulla Terra, caduta di ogni barriera al cambiamento.

La Terra ci offre altre opportunità per sostenere e diffondere il benessere, pur se in un contesto di oculata gestione dei consumi, condizione indispensabile per avere energia a costi sostenibili.

I primi 120 km della crosta terrestre sono costituiti al 95% di ossigeno e silicati. Le riserve di silicio consumabili, anche a fini energetici, sono immense, mentre sulla superficie esistono ampie aree, anche nel mare, dove i venti spirano costanti e intensi per oltre 3000 ore all'anno, come di zone di intensa luce con oltre 2000 ore all'anno al picco. Vento e luce sono le energie rinnovabili le cui tecnologie per il loro sfruttamento sono fatte di materiali riciclabili quali ferro, alluminio, rame, silicio e suoi derivati, e che possono oggi essere considerate tecnologie energetiche provate.

Queste energie (luce e vento) consentono di pensare alla colonizzazione, con tecnologie appropriate, di ampie superficie della Terra per produrre grandi quantità di energia rinnovabile, sotto forma di elettricità, il cui trasporto potrà avvenire a mezzo di reti elettriche a alta e altissima tensione e a mezzo di un vettore, fuel, quale è l'idrogeno, prodotto per elettrolisi dell'acqua.

L'elettricità stocastica potrà essere idroaccumulata pompando acqua in bacini in quota e convertita anche in idrogeno, per poi essere ridistribuita, alla domanda dei consumi come elettricità e fuel idrogeno.

L'idroaccumulazione della elettricità offre rendimenti quasi doppi della accumulazione nel vettore fuel idrogeno.

Le tecnologie della forza dei venti e della luce sono giunte a un livello di affidabilità che ne fa prefigurare l'operatività in campo a tempo indeterminato con cicli di smantellamento e sostituzione a nuovo di 25 anni. Questa evoluzione può essere assecondata da modelli di investimento associati a un "ammortamento in corso d'opera", che consente di ridurre "l'indebitamento" fino a giungere a un **investimento di costo zero**. Questo criterio economico innovativo è consentito dalla **disponibilità immediata**, anche se stocastica, della energia dal vento e dalla luce.

Per procedere assumiamo le seguenti definizioni:

ΔT_c intervallo di tempo della costruzione "chiavi in mano" del sistema energetico rinnovabile, **SER**

ΔT_{am} intervallo di tempo dell'ammortamento tra due successivi smantellamenti della frazione obsoleta del sistema energetico rinnovabile, **SER**

SER sistema energetico rinnovabile

I investimento (Euro, Dollaro) per la costruzione e messa in opera del SER

P potenza di picco del SER (MWep)

E energia elettrica prodotta dal SER (KWhe/anno)

C_j costo medio di un job comprensivo di carichi fiscali e sociali, nonché della frazione relativa ai costi di esercizio del job e al profitto di impresa

E1 costo industriale di produzione della energia elettrica prodotta dal SER (dollari/ KWhe)

E2 prezzo medio di vendita del KWhe rinnovabile riferito all'intervallo di tempo ΔT_{am}

EPTEP equivalent petroleum thermoelectric production (4000 KWhe/TEP)

EPSC equivalent petroleum saved credit (dollari/TEP)

N_p numero di job industriali per la costruzione e produzione dei componenti del SER

N_c numero di job impegnati per assemblare la potenza C_p del SER

C_p capacità di produzione industriale derivata dalla costruzione del SER (MWep/anno)

SSE società di servizi energetici

SPCE società per la produzione di componenti energetici.

Economia degli investimenti energetici

1 - $\Delta T_c < \Delta T_{am}$: è la modalità seguita tradizionalmente, quando il capitale di investimento I è disponibile al 100%, per la costruzione di impianti di piccola – media dimensione, esistenti in grande moltitudine nel mondo. L'investimento consente di costruire il SER e metterlo in opera nel tempo ΔT_c . Successivamente, l'ammortamento avviene nel tempo ΔT_{am} .

Questa modalità presuppone una SPCE con $C_p = P / \Delta T_c$, che gestisce N_p jobs e di una SSE che gestisce N_c jobs. Consegnato "chiavi in mano" il SER, SPCE resta soggetta alla domanda del mercato e, se sovradimensionata, è costretta a ridurre N_p . In modo analogo SSE utilizza N_c jobs per il tempo ΔT_c , e se ne libera nel periodo ΔT_{am} in cui il numero necessario di jobs è molto minore.

Nel periodo ΔT_{am} l'energia, (elettricità stocastica) viene ceduta al gestore di una rete elettrica locale. Il gestore della rete immette nella stessa anche elettricità ottenuta convertendo energie esauribili prelevate da riserve della Terra. Così la domanda di energia è soddisfatta senza interruzione, mentre l'energia stocastica prodotta dal SER viene contabilizzata e immessa nella rete, in analogia a come un affluente a portata variabile alimenta un fiume che scorre nel suo letto. Quando la riserva è vuota l'energia esauribile scompare e nella rete di trasporto dell'elettricità resta quella discontinua e stocastica del SER. Nasce la necessità di gestire la rete interconnessa con sistemi di accumulo dell'elettricità, per periodi anche lunghi: i bacini idroelettrici e l'idrogeno da elettrolisi dell'acqua. **L'accumulazione elimina la discontinuità** della fornitura e permette il consumo "a domanda" della energia discontinua e stocastica del vento e della luce. Le energie rinnovabili permettono di innovare nelle modalità di ammortamento così da consentire di costruire anche un SER che richiede un notevole investimento I in assenza di un capitale di investimento pari a I .

2 – L'ammortamento innovativo si verifica quando $\Delta T_c = \Delta T_{am}$; ammortamento in "corso d'opera" che incassa i proventi dalla vendita dell'energia prodotta dalla frazione già operativa del SER, riducendo l'indebitamento a valori sostenibili.

- questo tipo di ammortamento è obbligato nella economia di progetti planetari

Applico ora la strategia $\Delta T_c = \Delta T_{am}$ con riferimento alla sostituzione programmata delle energie in via di esaurimento con un SER planetario che

- è capace, adottando tecnologie idonee a sfruttare col massimo rendimento i venti e la luce di ogni sito della Terra, di produrre 15 miliardi di TEP all'anno da offrire alla domanda a prezzi convenienti, contribuendo ad abbattere a zero le emissioni da attività umana e a mitigare così i cambiamenti climatici globali.

Assumo, per procedere, la figura di $1,5 \times 10^6$ dollari / Mwep, quale costo del componente prima dell'assemblaggio in campo (produzione di fabbrica C_p), x 1,15 (spese per trasporto e consegna), in totale $1,725 \times 10^6$ dollari / Mwep. Fattore moltiplicativo x 3,75 a tener conto delle spese (costi) per il trasporto e lo stoccaggio dell'energia, per il lavoro di messa in campo del sistema e per il profitto d'impresa; in totale $6,469 \times 10^6$ dollari / Mwep, operativo in campo. Questi sono prezzi (e costi) indicativi per un mercato organizzato e gestito sul globo intero per la realizzazione programmata di grandi sistemi, operativi per centinaia e migliaia di secoli, con "rinnovo periodico", il tutto regolato dall'ammortamento in corso d'opera che consente di operare sempre con avanzo di cassa positivo.

Procedo analizzando la produzione planetaria di elettricità necessaria per ottenere, via elettrolisi dell'acqua, l'equivalente calorico in idrogeno di 15 miliardi di TEP / Anno, tutto ciò per stabilire degli ordini di grandezza del SER e delle implicazioni economiche che la sua costruzione comporta

- Equivalente calorico idrogeno - TEP = $5769 \times 10^{10} \text{ Nm}^3 \text{ H}_2 / \text{Anno}$
- Elettrolisi dell'acqua $4 \text{ KWhe} / \text{Nm}^3 \text{ H}_2$
- Elettricità da produrre c.c. $23077 \times 10^{10} \text{ KWhe} / \text{Anno}$

La sostituzione di 15 miliardi di TEP /Anno con elettricità e fuel idrogeno in misura equivalente comporta un adattamento degli impianti industriali di produzione beni come delle organizzazioni per la fornitura di servizi, e come dei mezzi e sistemi di trasporto al nuovo tipo di fornitura energetica che sostituisce fuel gassoso (gas naturale), fuel liquido (petrolio), fuel solido (carbone) con elettricità e fuel idrogeno. Ciò richiederà tempo e in questa analisi ho assunto un intervallo di tempo di 125 anni per raggiungere il **regime** (125 anni sono i presunti residui delle riserve non rinnovabili su menzionate).

Pertanto suppongo di alimentare la produzione di elettricità di $23077 \times 10^{10} \text{ KWhe} / \text{Anno}$ (equivalente a una produzione di 15 miliardi di TEP sotto forma di fuel idrogeno) con un sistema che produce questa elettricità per

- 65% dal vento che soffia per 3500 ore all'anno a velocità media di 12 metri al secondo in siti della Terra
- 35% dalla luce in siti della Terra dove la radiazione totale è $1900 \text{ KWh} / \text{mq}, \text{Anno}$

siti in cui un elettrogeneratore multimegawatt o uno a campo specchi e torre possono lavorare al picco per 1850 ore all'anno.

Quindi

- wind $23077 \times 10^{10} \times 0,65 = 15000 \times 10^{10} \text{ KWhe} / \text{Anno}$ ottenuti installando aerogeneratori con potenza di picco 6 MWep che lavorano per 3500 ore all'anno alla potenza media di $4,5 \text{ MWep}$;
- potenza eolica $42,857 \times 10^6 \text{ MWep}$;
- numero di aerogeneratori 9523780;
- light $8077 \times 10^{10} \text{ KWhe}$;
- light power $43,66 \times 10^6 \text{ MWep}$;
- numero di impianti a luce 35 R 80 o equivalente a campo specchi*

Questa energia

- in %, da individuare in sede di intervento planetario, è prodotta "localmente" (produzione locale è, per esempio, quella di un intero continente) e localmente accumulata per essere poi distribuita ai consumi

* R 80 è un convertitore multimegawatt fotovoltaico a simmetria circolare contenuto nell'area di un cerchio di 80 km, sul 65% della superficie racchiusa nel cerchio sono installati convertitori fotovoltaici per una superficie totale di 1306240 ettari, con una potenza di picco complessiva 1221000 MWep (figura 1)

- in %, da individuare in sede di intervento planetario, arriva da "siti di prossimità" (aree limitrofe a quella di riferimento), via reti alta tensione e condotte di idrogeno gassoso, che si "inseriscono nelle reti locali di trasporto energia"
- in %, da individuare in sede di intervento planetario, arriva da "siti remoti" (da aree "molto lontane") via mare (idrogeniere).

Nell'interscambio planetario le "eccedenze" prodotte in un sito hanno possibilità di non essere perdute e di essere cedute al sito "sito deficitario", via le interconnessioni planetarie (cui ho fatto cenno sopra), ampliando ciò che oggi avviene tramite le reti gas, quelle elettriche e trasporto via mare di fuel liquidi e solidi.

Investimento complessivo

– Costo del SER e servizi associati 6469000 dollari / MWep
 pertanto l'investimento totale che corrisponde a sostituire a tempo indeterminato 15 miliardi di TEP all'anno, risulta essere

$$I = 6469 \times 10^6 \times (42,857 + 43,659) \times 10^6$$

$$I = 559072 \times 10^9 \text{ dollari}$$

Questa cifra, di ragguardevole entità, va spalmata sulla durata dell'intervento planetario, intervento che si estende su 125 anni (per esempio: 2020 ÷ 2145) con intervalli successivi di 25 anni, nei quali l'ammortamento in corso d'opera consente

- **di realizzare l'intero SER senza spendere un dollaro**
- **capacità produttiva senza problemi di mercato**
- **jobs senza problemi di esuberi**
- di produrre i 15 miliardi di TEP all'anno sostenendo lo sviluppo già affidato ai 1750 miliardi di TEP ormai esauriti
- annullare le emissioni di anidride carbonica da attività umana
- diminuire le tariffe dell'energia

Si è tenuto conto in queste valutazioni che sia la rete di trasmissione dell'elettricità, che quella dei fuel, già esistenti, vengano largamente utilizzate e cioè:

- 100% network locale elettrico (per esempio il network elettrico dell'Europa, efficientissimo, che diventa locale nel quadro planetario)
- 50% network trasporto gas metano
- 30% trasporto via mare, petroliere sostituite da idrogeniere

Strategia economica

La strategia economica contempla l'ammortamento in corso d'opera che aggiunge le convenienze economiche alle altre prima menzionate. Infatti il SER viene "permanentemente" costruito a quanti Q di "durata" pari all'intervallo di tempo che intercorre tra due "rottamazioni programmate" (25 anni), che nella situazione che sto analizzando sono 5 quanti di 25 anni cadauno con un intervento che va a regime 125 anni dopo la posa della simbolica prima pietra. E' evidente che il testimone della gestione andrà scambiato tra generazioni successive guidate da un unico criterio economico dell'ammortamento in corso d'opera. Nella tabella 1 sono riportati gli elementi essenziali della strategia che commenterò di seguito:

	Energia prodotta KWhe x 10 ⁹	Entrate dollari x 10 ⁹ (0,16 dollari / KWhe)	Uscite dollari x 10 ⁹	Avanzo di cassa dollari x 10 ⁹
25 Q1 (T)	600000	96000	-111814	-15814
50 Q1 (R) + Q2 (T)	1753850	280616	-223628	56988
75 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (T)	2907702	465232	-335442	129790
100 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (T)	4061550	649848	-447256	202592
125 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (R) + Q5 (T)	5215400	834464	-559070	275394
150 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (R) + Q5 (R)	5769250	923080	-559070	364010

Tabella 1.

Nella prima colonna è illustrata la strategia economica che conduce ai risultati delle colonne successive. Nei primi cinque lustri si costruisce il 20% del SER rappresentato dal simbolo Q1 (T), T sta per Transition time (prima e unica costruzione che inizia e procede mettendo in opera il 4% / Anno di Q1. L'avanzo di cassa è negativo per 15814 miliardi di dollari a fronte di un investimento, effettuato, di 111814 miliardi di dollari; l'ammortamento in corso d'opera ha fatto costare l'investimento il 14% del suo valore e al venticinquesimo anno l'impianto Q1 funziona alla sua massima potenza. Nei lustri successivi Q2 (T), seconda tranche del 20% del SER, è in transizione come lo è stato Q1 nei cinque lustri precedenti, mentre Q1 (R) inizia il regime che dura a tempo indeterminato e viene rigenerato al 4% all'anno senza interruzione dell'erogazione dell'energia. L'avanzo di cassa è positivo e se investito tutto nella riduzione della tariffa fa scendere da 0,16 a 0,1275 dollari / KWhe (tabella 2). E così di seguito con avanzi di cassa "sempre in attivo".

	Tariffa dollari / KWhe	Riduzione emissioni di CO ₂ (x 10 ⁹ tons all'anno)	%	ENR non consumate (x 10 ⁹ TEP)
25 Q1 (T)	0,16	4500	17	39
50 Q1 (R) + Q2 (T)	0,1275	9900	37	114
75 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (T)	0,1154	15300	57	189
100 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (T)	0,1101	20700	77	264
125 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (R) + Q5 (T)	0,1072	26100	97	339
150 Q1 (R) + Q2 (R) + Q3 (R) + Q4 (R) + Q5 (R)	0,0974	27000	100	-

Tabella 2. ENR = energie non rinnovabili

Nella seconda colonna è riportata la successione dei valori della tariffa "decescente" con il tempo che il sistema offre.

Nella terza e quarta colonna è illustrato l'effetto sulla riduzione della Man made CO₂ che viene drasticamente ridotta fino al valore zero che si consegue dall'anno 125 in poi.

Infine nell'ultima colonna sono riportati i risparmi di energie non rinnovabili che il sistema consegue durante i 125 anni della sua messa in opera a regime perenne. Le TEP risparmiate nei 125 anni dell'intervento planetario sono pari a 945 miliardi di TEP che rappresentano il 54% delle riserve accertate e ragionevolmente sfruttabili nel 2014. Ciò significa che all'anno 125 le riserve di energie non rinnovabili sono ancora lì per il 54% della loro consistenza al 2014 mentre il SER dall'anno 125 copre consumi planetari di circa 18 miliardi di TEP all'anno.

Conclusioni

I saldi dei bilanci di cassa successivi all'anno 25 dimostrano che esiste un buon margine per ottenere elettricità e fuel idrogeno a prezzi molto convenienti per sostenere la domanda.

L'energia rinnovabile consumabile risulterà maggiore di 15 miliardi di TEP all'anno per il contributo, già oggi disponibile di 1500×10^6 TEP / Anno della idroelettricità e per quello dei biofuels che si prefigura anche esso di ugual misura. In totale all'anno 125 sulla Terra saranno consumati 18 miliardi di TEP rinnovabili all'anno, e probabilmente anche la correzione climatica sarà superiore a quella valutata in Tabella 2.

Questo SER planetario che produce 18 miliardi di TEP all'anno impegna l'1% circa della superficie della Terra, non impedendo altre attività almeno sul 40% di detta superficie. Superficie prevalentemente in aree battute da venti intensi, comprese superficie del mare o arrostate dai raggi solari. Il "consumo di silicio" in rapporto alle riserve è circa $3,2 \times 10^{-11}$ / Anno.

Riferimenti bibliografici

Utilisation of the results public research and development. Commission of the European Community, 1986.

Hydrogen Energy Progress . Ed. T.N. Veziroglu, N. Getoff, D. Weinzierl – Pergamon Press 1986

Oil for peace - Europe Arab Nation. Atti Conferenza Teatro Novelli Rimini 13-15 ottobre 1985

Finite Energy in a finite world. IIASA, Vienna, 1981.

Life in a warmer earth, possibly climatic consequences of man-made global warming. IIASA Research Report (RR – 80 – 30). H. Flon, 1980.

I combustibili fossili – Universale Etas. E. Nardelli, 1980.

Energy - managing the transition. The trilateral commission (a private north American, European, Japanese group), 1978

Giuseppe Bruni, 1957. Chimica generale inorganica. Lib. Ed. Politecnica Cesare Tamburini, Milano.

Recente domanda di brevetto di invenzione industriale

Num. RM2013A000026 (presentata il 17 gennaio 2013) – Idroaccumulazione attiva di potenza elettrica stocastica – in lavorazione presso l'Ufficio Brevetti del Ministero dello Sviluppo Economico

Prof. Roberto Visentin
già Ordinario di Fisica – Univ. Calabria

Recapiti:
+39 366 4875019
mail: martavisentin68@gmail.com