

# Il costo energetico delle merci. Alcuni problemi metodologici

scritto da Valeria Spada Di Nauta | 1 Dicembre 2009



*Negli anni successivi alla prima crisi energetica del 1973 c'è stato un vivace dibattito sulla misura del costo energetico delle merci e dei servizi, con l'obiettivo di verificare dove e come sarebbe stato possibile produrre merci con minori consumi di energia. Il problema è poi rimasto largamente irrisolto e per questo vale la pena riprodurre un lavoro della prof. Valeria Spada, oggi dell'Università di Foggia, scritto nel 1976 e presentato all'VIII Congresso di Merceologia di Perugia, nello stesso anno.*

Da qualche tempo a questa parte, e soprattutto dopo la crisi energetica, con le sue sempre più forti ripercussioni sul settore industriale, vari studiosi si stanno interessando alla

preparazione di *bilanci energetici* concettualmente simili e paralleli ai *bilanci economici* tradizionali.

L'economista è abituato a determinare il costo unitario di una merce analizzando il suo ciclo produttivo e calcolando i costi monetari di ciascuno dei fattori produttivi impiegati per la sua fabbricazione; i fattori che concorrono a tale determinazione sono in genere le materie prime, l'energia, la mano d'opera, il trasporto e quella parte dell'investimento iniziale – la cosiddetta quota di ammortamento – per impianti, macchine, attrezzi, eccetera, che si usa associare alla produzione di una certa unità di una merce.

La valutazione del *costo energetico* tiene conto, invece, di vari altri fattori abbastanza interessanti ai fini di un razionale uso di risorse naturali e di fonti di energia scarse; per la determinazione del costo energetico si segue lo stesso criterio usato per la determinazione del costo monetario, considerando però i vari fattori produttivi in termini di unità fisiche – ad esempio Joules di energia – necessarie per fabbricare un determinato prodotto.

La conoscenza del costo energetico di una merce – cioè della quantità di energia richiesta per fabbricarla – permette di fare delle scelte fra merci aventi le stesse caratteristiche merceologiche ma costo energetico diverso: il costo energetico è una “misura” molto più significativa rispetto al costo monetario del valore d'uso di una merce, cioè di quel valore alla cui conoscenza è preposta proprio la merceologia.

La conoscenza del costo energetico di una merce permette, per esempio, l'identificazione dei processi che consentono un risparmio dell'energia, la previsione dei futuri consumi di energia sulla base delle tendenze della richiesta di merci o di servizi, l'identificazione di politiche dirette a scegliere processi tecnologici o merci che richiedono minori consumi di energia e di risorse naturali scarse, sostituendo le merci con alto costo energetico con altre aventi minor costo energetico,

di scegliere politiche dirette alla più razionale utilizzazione di residui e rifiuti.

Per valutare i costi energetici delle merci sono disponibili vari metodi e fonti di informazione, anche se tale valutazione comporta varie difficoltà; ad esempio per ciascun problema non vi è un'unica soluzione corretta, ma solo delle soluzioni più o meno adatte e coerenti con il fine dell'analisi.

Qualunque metodo si usi per ottenere i dati necessari, il problema della determinazione del costo energetico di una merce è basato sul principio di *conservazione del costo energetico* (che non ha niente a che vedere col principio di conservazione dell'energia) il quale stabilisce che per una data industria o ciclo produttivo il costo energetico totale di tutti i fattori in entrata – inputs – deve essere uguale al costo energetico totale di tutti i fattori in uscita, outputs.

Cioè

$$SX_i E_i = SY_j E_j \quad [I]$$

dove  $X_i$  e  $Y_j$  sono, rispettivamente, gli inputs e gli outputs di materie e  $E_i$  e  $E_j$  sono i relativi costi energetici.

In altre parole, si suppone che ad ogni materia prima o prodotto intermedio o anche macchinario o mezzo di produzione che entra per una certa parte nel processo o nel ciclo produttivo con la sua energia, corrisponda una uscita equivalente di energia e di materiali, ciascuno dei quali si *porta via* una parte dell'energia immessa nel sistema.

Per fare un esempio, quando il carbone è sottoposto al processo di cokizzazione entro storte riscaldate con gas di cokeria, le merci in entrata sono rappresentate schematicamente da una certa quantità di carbone e da una certa quantità di energia – che è in genere fornita dai gas di cokeria dello stesso processo, ciascuno dei quali ha un suo costo energetico – e in uscita vanno contabilizzati il coke,

il gas di cokeria e il catrame, ciascuno con il suo contenuto energetico, oltre al calore sensibile del coke che viene dissipato nell'ambiente esterno mediante l'acqua di raffreddamento.

In realtà le conoscenze sulle quantità di materia ed energia in gioco nei vari cicli produttivi sono scarse ed è difficile effettuare i relativi bilanci: occorre perciò ricorrere a delle approssimazioni le cui metodologie principali saranno qui brevemente esposte.

Per semplicità immaginiamo di esaminare un ciclo produttivo che usa una merce A, un'altra merce B e, con l'impiego di una certa quantità di energia C in una macchina, fornisce una sola merce D.

Il costo energetico di questa merce si può valutare a vari livelli.

Al *primo livello* si può supporre che il costo energetico sia dato dal rapporto fra la quantità di energia *direttamente* impiegata nel processo – cioè quella che abbiamo chiamata C – e la quantità in unità di peso della merce prodotta D. Questa operazione presuppone che le due materie prime A e B siano “prive di energia”.

A questo livello è possibile calcolare i costi energetici usando i dati forniti – in ogni paese e anche in Italia – dalle statistiche ufficiali dei consumi di energia e della produzione industriale.

Si possono, per esempio, usare i dati degli *Annuari di statistiche industriali*, oppure i *Bollettini statistici sulle fonti di energia*, dai quali si ricava la quantità di energia consumata in un certo anno, in una certa industria e le quantità della o delle merci prodotte da tale industria nello stesso periodo.

Le principali difficoltà di questo metodo sono le seguenti: in

primo luogo soltanto relativamente poche industrie producono praticamente una sola merce – ragione per cui le statistiche disponibili possono essere utilizzate solo per alcuni cicli produttivi – acciaio, cemento, vetro e pochi altri. Nella maggior parte dei casi sono disponibili consumi energetici per cicli che portano a varie merci insieme e sono quindi scarsamente utilizzabili, se si vuole arrivare ad ottenere il costo energetico in unità di energia per unità di peso di ciascuna merce.

In secondo luogo si constata che generalmente l'energia è usata o sotto forma di calore o sotto forma di energia elettrica; in questo secondo caso occorre conoscere la quantità e la qualità di energia primaria consumata per la produzione di energia elettrica, dopo di che ci si trova di fronte alla necessità di ricorrere ad ulteriori approssimazioni perché, nella realtà per produrre 1 J di energia elettrica occorrono 9 J di calore geotermico, 3 J di calore di origine nucleare, 2,5 J di calore nelle centrali termoelettriche a combustibili fossili e appena 1,25 J di energia meccanica nelle centrali idroelettriche. Se si prende, ad esempio, il settore siderurgia per il 1973, il *Bollettino Statistico sulle Fonti di Energia e sulla Produzione Industriale* del novembre 1974 indica che il consumo energetico dell'industria siderurgica nel 1973 risulta in Joule termici [J(t)]:

	$10^{15} \text{J(t)}$
Carboni esteri	1,16
lignite	0,45
coke	173,00
olio combustibile	52,90
gasolio	2,00
distillati leggeri	0,11
G.P.L.	0,70

metano	65,70
--------	-------

per complessivi  $296,02 \times 10^{15}$  J(t). Inoltre l'industria ha consumato  $14,56 \times 10^9$  kWh(e) ( $52,4 \times 10^{15}$  J elettrici) a cui corrisponde, considerando un rendimento di trasformazione di 2,5 J termici per J elettrico, un consumo di energia di  $(52,4 \times 10^{15} \text{ J} \times 2,5) = 131 \times 10^{15}$  J (t).

Il consumo complessivo di energia risulta perciò di circa  $427 \times 10^{15}$  J per una produzione nel 1973, lo indicano le stesse tabelle, di 20,99 milioni di t di "acciaio grezzo". Da questi dati risulta che il costo energetico dell'acciaio è  $427 \times 10^{15} \text{ J} / (20,99 \times 10^6 \text{ t}) = 20,5 \text{ GJ}$  per tonnellata di "acciaio grezzo".

Tale valore è, naturalmente, non esatto; è, infatti, in difetto poiché in questi calcoli si è attribuito un costo energetico zero al rottame, che viene utilizzato in siderurgia per il 60%.

Per quanto riguarda il cemento, sempre applicando questa analisi si ottiene il valore di 5 GJ/t.

Simili risultati si ottengono calcolando i costi energetici per alcuni altri prodotti.

In realtà il considerare come costo energetico – sempre per riferirsi al ciclo produttivo ipotizzato sopra – soltanto il rapporto fra la quantità di energia C direttamente impiegata in un processo e la quantità di merce D prodotta, è una approssimazione grossolana.

Infatti, anche le materie prime A e B sono state estratte dalle miniere o fabbricate con adatti processi e poi trasportate alla fabbrica dove si produce la merce D e in tutte queste operazioni di estrazione, fabbricazione e trasporto è stata consumata energia che ora le merci A e B "portano con se", "incorporata", e che corrisponde al loro

costo energetico.

Si può quindi considerare un *secondo livello* di analisi nel quale il costo energetico di una merce – nell'esempio citato della merce D – corrisponde alla somma della quantità di energia C *direttamente impiegata*, più le quantità di energia E(A) e E(B) *incorporate* nelle merci A e B.

Ma anche questa è una approssimazione; in realtà la reazione della merce A con quella B insieme all'energia C per dare la merce finale D richiede delle macchine e degli impianti e il trasporto richiede pure dei mezzi.

Ad un *terzo livello* di approssimazione si deve tenere conto che, per fabbricare tali macchine e mezzi, è stata necessaria dell'energia, una parte della quale – piccola quanto si vuole, ma non zero – va “perduta” nel corso del loro uso e si può considerare che vada “a finire” nella merce D, e che debba pertanto essere aggiunta al costo energetico della merce D stessa. E' abbastanza evidente che, di questo passo, l'analisi rischia non solo di essere portata all'infinito, ma di diventare abbastanza futile ai fini della risoluzione pratica di problemi merceologici. Per tali problemi è probabilmente sufficiente che il costo energetico venga valutato al secondo livello, il che corrisponde abbastanza bene al bilancio materiale ed energetico espresso dall'equazione [I].

A questo punto però è opportuno sottolineare alcune altre difficoltà pratiche che si incontrano nell'analisi dei costi energetici, al secondo livello, attraverso lo studio dei cicli produttivi.

La prima di queste difficoltà è rappresentata dal fatto che in generale qualsiasi processo fornisce congiuntamente più merci, sottoprodotti e residui –  $D_1$ ,  $D_2$ ,  $D_3$ , ecc. – e si presenta subito il problema di come imputare, a ciascuno di questi, la quota di costo energetico totale del processo.

Se ben si pensa la situazione è del tutto analoga a quella dell'analisi ragionieristica tradizionale, nella quale tutti i costi sono stati imputati alla o alle merci che si vendono e nessun costo è stato associato ai sottoprodotti e ai residui che non si vendono e si buttano via, il che ha consentito di giustificare la devastazione ambientale e l'inquinamento dovuti allo smaltimento di tali rifiuti.

Un secondo tipo di problemi riguarda l'agricoltura, un settore nel quale si incontrano altre contraddizioni relative alla valutazione del costo energetico: qual è, per esempio, il costo energetico di un quintale di frumento ?

Se si osserva il bilancio energetico italiano si vede che l'agricoltura assorbe solo una piccola porzione – meno del 10% – dei consumi energetici totali; ma tali bilanci imputano all'agricoltura soltanto i consumi diretti di energia per i trattori, le macchine, ecc.

Per un'analisi corretta, invece, occorre preparare dei bilanci – del tutto equivalenti a quelli dei cicli produttivi industriali – per ciascuna coltura agricola ed attribuire ai vari mezzi di produzione – sementi, macchine, carburanti, fertilizzanti (e, perché no?, attività umana) – i rispettivi corretti costi energetici.

Qualche tentativo è stato fatto in questo senso, ma la metodologia usata dai vari autori è stata tanto differente che, per la stessa quantità di prodotto agricolo alimentare, si è calcolato un costo energetico variabile fra 0,3 e 4 volte il suo contenuto calorico.

Evidentemente occorre arrivare ad una unificazione dei metodi e ad una riforma della contabilità agraria che tenga conto dei costi energetici oltre che di quelli monetari della coltura. Resta poi il problema se nel costo energetico di un prodotto agricolo vada o no inclusa la quantità di energia solare assorbita per la "fabbricazione" di gran parte delle sue



molecole.

Già le precedenti poche considerazioni mostrano che, senza una accurata scelta del metodo e descrizione dei dettagli di calcolo che si sono adottati, qualsiasi valore del costo energetico di una merce risulta privo di senso e comunque di nessuna utilità.

D'altra parte una corretta valutazione del costo energetico delle merci in unità di energia per unità di peso (o del costo energetico dei servizi, in unità di energia per unità, per esempio, di passeggero-chilometro trasportato), può essere utilizzata per molte applicazioni pratiche.

L'analisi può essere estesa, per esempio, alla misura del consumo di energia per unità di valore monetario o per unità di valore aggiunto, di una merce o dell'intera produzione di un settore industriale, utilizzando le statistiche o le tavole intersettoriali dell'economia di un paese, col che è possibile identificare i settori ad alta intensità di energia, in maniera analoga a quanto si fa per identificare l'intensità di capitale o di mano d'opera dei vari settori.

Oppure può essere estesa, per ciascuno dei vari settori economici, alla misura del "consumo" di energia per addetto, al fine di identificare quei settori in cui un forte consumo di energia non porta sostanziali incrementi nell'occupazione. Quest'ultimo metodo finora è stato scarsamente applicato e si possono citare per l'Italia il libro di M. Vittorini, "Petrolio e potere", Marsilio, Padova, 1974 e la relazione del World Alternative Energy Source (WAES) presentata a Pavia nell'ottobre del 1976.

## **BIBLIOGRAFIA**

La letteratura sulla valutazione del costo energetico delle merci è ormai vastissima: saranno qui citati soltanto alcuni

lavori considerati di base e contenenti, a loro volta, numerose citazioni bibliografiche:

CHAPMAN P. F. , *Energy costs : a review of methods*, Energy Policy, 2, (2), 91-103 (June 1974).

CHAPMAN P. F., LEACH G. e SLESSER M., *The energy cost of fuels*, Energy Policy, 2, (3), 231-243 (September 1974).

CHAPMAN P. F., *The energy costs of materials*, Energy Policy, 3, (2), 47-57 (1975).

International Federation of Institutes for Advanced Studies, Workshop on Energy Analysis and Economics, Report No. 9, a cura di T. V. Long II, Stockholm 1975

Per i consumi energetici in agricoltura si veda, per esempio:

PIMENTEL D., *Crisi energetica e agricoltura*, Scienza & Tecnica 76, Annuario della EST, Enciclopedia della Scienza e della Tecnica, A. Mondadori, Milano, p. 251-266.

Per le ricerche italiane si veda, per esempio:

NEBBIA G., *Alla ricerca di una contabilità energetica*, Rassegna Economica, 39, (6), 1367-1383 (Novembre – Dicembre 1975)

NEBBIA G., PIZZOLI MAZZACANE E., *II concetto di energia incorporata nelle merci*, VIII Convegno sulla Qualità, Perugia, 11- 13 ottobre 1976.