

# Ricchezze della terra

di Giorgio Nebbia

I circa settemila milioni di persone esistenti sulla Terra possono “vivere”, cioè mangiare, scaldarsi, muoversi, comunicare, *soltanto* disponendo di beni materiali che possono essere tratti *soltanto* dalla Terra. Anche i beni apparentemente immateriali dipendono in gran parte da cose materiali; non è possibile avere felicità, dignità, libertà, se manca il cibo, l'acqua, un rifugio per la famiglia; non è possibile avere salute se non si dispone di acqua potabile, di gabinetti, di fognature, di servizi sanitari.

## 1. La tecnosfera

La Terra, da parte sua, col suo insieme di gas dell'atmosfera, di acque dolci e saline, di terreni e rocce superficiali e sotterranee, ha sulla sua superficie o nel suo interno grandissime, anche se non illimitate, ricchezze il cui uso è stato sempre ed è uno degli strumenti per assicurare una buona vita, ma anche solo la sopravvivenza, degli esseri umani.

I beni materiali tratti dalla Terra sono dotati di utilità, di valore d'uso, indipendentemente dal modo in cui sono ottenuti, se in cambio di denaro o gratis; nello stesso tempo chi acquista beni materiali dalla Terra inevitabilmente è costretto, prima o poi, in una forma o nell'altra, a restituire alla Terra quello che le ha sottratto. Ad esempio, un automobilista compra benzina al distributore in cambio di denaro, ma può trarre dalla benzina qualche utilità (il servizio mobilità) soltanto “acquistando” anche, gratis, i gas dell'atmosfera necessari per la sua combustione, “merci ambientali” anch'esse; lo stesso automobilista restituisce, senza scambio monetario, ai corpi della Terra i gas di scappamento dell'automobile con una specie di “vendita” di “merci negative”.

Alcuni “beni” sono noti, soprattutto se vengono ottenuti in cambio di quel misterioso vettore del valore che è il denaro: la carne dal macellaio, la benzina dal distributore, il computer nel negozio. Ma la maggior parte degli scambi di “merci ambientali” sfugge all'osservatore comune; per esempio non si considerano, né in genere si contabilizzano, l'“acquisto” dall'atmosfera dei gas necessari per la combustione e per la respirazione,

l'“acquisto” dalle sorgenti e dai fiumi dell'acqua che arriva al rubinetto della casa o nei campi, l'“acquisto” dalle rocce terrestri delle pietre che generano il cemento per la casa e la strada o per la fabbricazione dell'aluminio; e neanche la “vendita” ai corpi della Terra, della maggior parte delle “merci negative”, delle scorie e rifiuti, solidi, liquidi, gassosi.

Nel complesso si tratta di scambi di quantità grandissime di materiali dei quali si tenterà di redigere una piccola contabilità limitatamente alle merci coinvolte nei fabbisogni umani, considerati nell'ambito del particolare territorio della Terra, occupato dagli esseri umani e dalle loro “cose” materiali, indicato come “tecnosfera”.

Cominciamo dai materiali ottenuti sotto forma di vegetali necessari per l'alimentazione degli animali, l'inizio di una circolazione di materia che costituisce il “ciclo del carbonio”, perché l'elemento carbonio è sempre presente.

Ogni anno la radiazione solare fa combinare l'anidride carbonica, l'acqua (tratta dall'atmosfera e dal terreno) e alcune altre molecole (come alcuni sali del terreno) “fabbricando” innumerevoli esseri viventi vegetali. Si calcola che la biomassa vegetale prodotta dalla fotosintesi ammonti sulle terre emerse a circa 50 miliardi di tonnellate (espresse come materia secca) di materia; circa altrettante negli oceani.

La quantità delle materie della biomassa che entrano nella tecnosfera come prodotti agricoli e forestali, destinati a essere trasformati in alimenti animali e umani e in altri beni, si può stimare dell'ordine di circa 5 miliardi di tonnellate di biomassa secca all'anno. La massa della materia tale-e-quale dei raccolti è però molto maggiore perché i vari vegetali hanno un contenuto di acqua variabile, dall'80% in molte verdure al 15% in molti cereali e granaglie. D'ora innanzi i calcoli saranno riferiti alla materia tale-e-quale.

La massa di materia vegetale tale-e-quale di interesse alimentare per animali e umani comprende circa 3 miliardi di tonnellate all'anno di cereali, circa 2 miliardi di tonnellate all'anno di leguminose e piante da olio, circa 3 miliardi di tonnellate all'anno di verdure, barbabietole, canna da zucchero ecc., per un totale stimabile in circa 10 miliardi di tonnellate all'anno.

La formazione della biomassa vegetale è possibile con un continuo scambio di gas (anidride carbonica, ossigeno, acqua) e di altre sostanze fra i corpi della Terra e la materia che si forma nei campi e nelle foreste. Per la produzione dei 10 miliardi di tonnellate di biomassa vegetale utile a fini alimentari e umani si può stimare un “acquisto”, dall'atmosfera o dal suolo, di circa 20 miliardi di tonnellate all'anno di “materia prima”, anidride carbonica gassosa e acqua liquida o vapore, e una “vendita” all'atmosfera di circa 10 miliardi di tonnellate all'anno di gas sotto forma di ossigeno.

Una grande quantità, dell'ordine di circa 3.000 miliardi di tonnellate all'anno, di acqua arriva ai terreni utilizzati per colture "economiche", ma in questa prima approssimazione considereremo soltanto la massa di acqua che entra come "materia prima" nella fotosintesi perché la maggior parte dell'acqua delle piogge o dell'irrigazione passa attraverso il ciclo dell'agricoltura uscendo quasi nella stessa quantità, anche se addizionata di sostanze dilavate dal terreno. Una parte di tale acqua, dopo essere passata attraverso la biomassa vegetale, esce nell'atmosfera per i fenomeni di evapotraspirazione.

## **2. Gli organismi animali**

A "pesare" sulle risorse della Terra esiste un'altra grande massa di materia vivente, quella degli organismi animali, una parte della quale viene utilizzata come "beni" per l'alimentazione umana.

La massa complessiva della popolazione degli animali "commerciali", di diversissima forma e dimensione, dai pochi chili per individuo del pollame, alle centinaia di chili per individuo dei bovini, si può stimare di circa un miliardo di tonnellate di peso vivo che assorbe, per la propria alimentazione, circa 8 miliardi di tonnellate all'anno, principalmente di vegetali, tratti dalla biomassa dei pascoli o forniti come mangimi dagli umani. La biomassa "economica" animale acquista circa 18 miliardi di tonnellate all'anno di ossigeno dall'atmosfera, per "bruciare" gli alimenti e trarne energia vitale, e di acqua alimentare; vende all'atmosfera gas come anidride carbonica, vapore acqueo e metano e vende al suolo escrementi contenenti, disciolti o dispersi in acqua, complesse molecole organiche, in parte azotate, provenienti dalla trasformazione delle molecole azotate presenti nel cibo; la massa dei gas ed escrementi formati nel metabolismo animale si può stimare di circa 15 miliardi di tonnellate all'anno.

Con i precedenti scambi la biomassa degli animali da allevamento aumenta ogni anno di circa un miliardo di tonnellate, circa la stessa massa venduta (in cambio di denaro) agli umani sotto forma di latte, carne, uova, contenenti acqua in quantità variabile: dal 90% di acqua del latte al 50% circa della carne.

## **3. Gli animali-umani**

L'altro termine del ciclo naturale del carbonio sulla Terra è costituito dagli speciali animali-umani, quei sette miliardi di persone di cui si parlava all'inizio, aventi una massa di circa 0,4 miliardi di tonnellate di peso vivo.

La quantità di alimenti richiesti da ciascuna persona per la sopravvivenza ammonta a circa 500 kg all'anno, acquistati in cambio di denaro, un valore che corrisponde a circa 3 miliardi di tonnellate all'anno, provenienti in ragione di circa 2 miliardi di tonnellate all'anno dalla biomassa vegetale e di circa 1 miliardo di tonnellate all'anno dalla biomassa animale. Peraltro gli alimenti sono solo una parte dei prodotti agricoli e zootecnici "acquistati", perché una parte di questi, prima di diventare cibo umano, è sottoposta a processi di trasformazione che generano scarti e residui.

La popolazione umana acquista inoltre circa 2 miliardi di tonnellate all'anno di ossigeno dall'atmosfera per la combustione biologica degli alimenti, circa 6 miliardi di tonnellate all'anno di acqua alimentare e "vende" anidride carbonica e vapore acqueo e altri gas all'atmosfera, ed escrementi liquidi e solidi al terreno, in ragione complessivamente di circa 10 miliardi di tonnellate all'anno.

Il precedente valore di circa 6 miliardi di tonnellate all'anno di acqua alimentare per la popolazione umana corrisponde al fabbisogno minimo teorico di circa 3 kg al giorno per persona; la popolazione umana assorbe però, per usi igienici e domestici, quantità molto maggiori di acqua, molto diverse da paese a paese a seconda della disponibilità di acquedotti, macchine lavatrici, gabinetti ecc. I fabbisogni umani complessivi di acqua dolce si possono stimare dell'ordine di 500 miliardi di tonnellate all'anno, ma anche questa massa non verrà contabilizzata perché passa attraverso la tecnosfera in quantità quasi uguale, anche se ne esce addizionata e inquinata con i residui del metabolismo umano.

I precedenti dati, pur molto approssimativi, indicano un passaggio, attraverso la tecnosfera, di circa 5.000 miliardi di tonnellate all'anno di acqua necessaria per gli usi agricoli, zootecnici e umani, non contabilizzati perché si suppone che ritornino, prima o poi, negli stessi corpi – fiumi, laghi, falde idriche sotterranee – da cui sono stati prelevati; una quantità elevata se si considera che il flusso totale di acqua dolce sulla superficie della Terra ammonta a circa 40.000 miliardi di tonnellate all'anno. Va anche ripetuto che la grande massa di acqua che attraversa la tecnosfera, senza entrare a far parte della biomassa, rientra nel ciclo dell'acqua dopo essere stata addizionata con sostanze estranee di varia natura, avendo perciò una "qualità" peggiore rispetto a quella dell'acqua entrata in ciclo.

Una parte della biomassa vegetale che entra nella tecnosfera è costituita ogni anno da circa 3 miliardi di tonnellate (con circa il 50% di acqua) di legname destinato alla fabbricazione della carta, come materiale da costruzione e, in parte, come combustibile. Altre materie tratte dalla biomassa vegetale e animale hanno applicazioni commerciali, come la gomma naturale (12 milioni di tonnellate all'anno).

Ma le attività umane hanno bisogno, oltre al cibo e ai beni ottenuti dalla biomassa, di molti altri materiali ricavati dalle ricchezze superficiali e sotterranee della Terra, materiali che arrivano alla fase di “uso”, quello che impropriamente si chiama “consumo”, dopo aver avuto una lunga storia di trasformazioni all’interno della tecnosfera.

I combustibili fossili sono estratti e usati in ragione di circa 18 miliardi di tonnellate all’anno sotto forma di carbone, gas naturale, petrolio. Le operazioni di estrazione superficiali e sotterranee sono accompagnate dal deposito sul suolo di scorie minerarie sotto forma di rocce o di fanghi, per una massa stimabile in altri circa 5 miliardi di tonnellate all’anno. Inoltre le operazioni di estrazione richiedono acqua in quantità stimabile in circa 1 miliardo di tonnellate all’anno.

Più rilevante come “peso” nei confronti della Terra è lo scambio di materia che accompagna l’uso dei combustibili fossili; per ricavarne il “valore” energia, i combustibili fossili devono essere “bruciati” con assorbimento di ossigeno dall’atmosfera e con immissione di scorie gassose nell’atmosfera, e in parte anche solide sul suolo. In grossolana approssimazione si può stimare che l’“uso” dei combustibili fossili da parte degli esseri umani richiede l’“acquisto” dall’atmosfera di circa 25 miliardi di tonnellate all’anno di ossigeno e la “vendita” all’atmosfera di circa 30 miliardi di tonnellate all’anno di anidride carbonica e di circa 15 miliardi di tonnellate all’anno di vapore acqueo, quest’ultimo derivante dalla combinazione con l’ossigeno dell’idrogeno presente nei combustibili fossili.

Dopo i combustibili fossili, la seconda rilevante massa di materiali estratti dalla Terra è costituita da sabbia, argilla e calcari, gli ingredienti per le costruzioni. In parte, sabbia, argilla e calcare vengono trasformati nel cemento, la cui produzione ammonta a circa 3 miliardi di tonnellate all’anno, metà delle quali prodotte dalla Cina. Per la produzione del cemento, che richiede energia sotto forma di calore, entrano in ciclo circa 4 miliardi di tonnellate di ingredienti, con liberazione di alcune centinaia di migliaia di tonnellate di anidride carbonica. Ma il cemento come tale serve a poco; negli edifici viene impiegato per lo più sotto forma di calcestruzzo, una miscela di sabbia, ghiaia, cemento e acqua, che indurisce dopo alcuni giorni e costituisce le strutture degli edifici, dei ponti, delle strade ecc.. Si può calcolare che l’estrazione di sabbia e ghiaia dalla Terra si aggiri intorno a 10 miliardi di tonnellate all’anno, a cui va aggiunta una quantità circa uguale di pietre da costruzione.

A questa massa di materiali da costruzione va aggiunta la massa di argille impiegate nella fabbricazione di mattoni e piastrelle. La produzione mondiale di mattoni si aggira intorno a 1,500 miliardi di unità corrispondenti a una estrazione di argilla di circa 6 miliardi di tonnellate all’anno.

Per la costruzione di edifici, vie di comunicazione ecc. si può quindi calcolare che gli esseri umani chiedono “alla Terra” una massa di materiali di circa 40 miliardi di tonnellate all’anno.

Alquanto minore è la richiesta di materiali estratti dalla Terra per ottenere l’acciaio, prodotto in ragione di circa 1.400 milioni di tonnellate all’anno; l’acciaio si ottiene sostanzialmente con due processi, uno basato sul trattamento dei minerali di ferro e l’altro basato sulla fusione dei rottami. Nel primo caso, la massa di minerali di ferro estratti dalla Terra ammonta a circa 1 miliardo di tonnellate all’anno, a cui va aggiunta una quantità quasi uguale di scorie di cava o miniera. La trasformazione del minerale in acciaio avviene con vari processi che coinvolgono la richiesta di alcune centinaia di milioni di tonnellate di carbone all’anno, per cui il “peso” dell’uso dell’acciaio nel mondo si può stimare di circa 4 miliardi di tonnellate all’anno.

Da questo momento in avanti si passa dalla valutazione di flussi di miliardi di tonnellate di materia all’anno a flussi, relativamente minori, dell’ordine di milioni di tonnellate all’anno; essi comprendono i cicli produttivi che forniscono altri metalli commerciali come alluminio, rame, stagno, piombo, fino a quelli più pregiati come argento, oro, platino ecc.

In via di principio, quanto maggiore è il valore commerciale di un materiale, tanto più diluita è la sua presenza sulla Terra e quindi tanto maggiore è la proporzione delle scorie e dei detriti che si formano, rispetto ai materiali commerciali. A solo titolo di esempio, l’estrazione di 2 kg di uranio si lascia alle spalle circa una tonnellata di scorie; la produzione di 2 kg di oro si lascia alle spalle circa mille tonnellate di scorie.

Si può stimare che la produzione di tutti gli altri metalli e materiali commerciali richieda l’estrazione dalle riserve della Terra e la movimentazione e trasformazione di circa un altro miliardo di tonnellate di materiali.

Una relativamente piccola quantità di beni utili può essere ricavata dalla grande massa degli oceani e mari presenti sulla Terra; la pesca fornisce circa 100 milioni di tonnellate all’anno di prodotti alimentari; per evaporazione dell’acqua di mare vengono recuperati circa 20 milioni di tonnellate all’anno di sale.

Facendo la somma di tutte le materie ricavate dalle ricchezze della Terra per il funzionamento della tecnosfera si arriva a una massa di circa 240 miliardi di tonnellate, compresi i gas scambiati con l’atmosfera. Questa materia non sta mai ferma; una parte circola attraverso la tecnosfera con cicli brevi, dell’ordine di giorni o mesi. Si tratta della biomassa vegetale e animale e dell’acqua coinvolte nei processi alimentari umani. Si possono ugualmente considerare brevi i cicli relativi alla combustione dei combustibili fossili che vengono bruciati poco dopo la loro estrazione dalla Terra.

Vi sono poi altri materiali, con una massa di circa 30 miliardi di tonnellate all'anno, che entrano in cicli più lunghi e complicati passando attraverso varie, spesso numerose, trasformazioni: è il caso dei materiali da costruzione che “entrano” e vengono a fare parte degli edifici, dei metalli che entrano in processi che li trasformano in macchinari, dagli autoveicoli agli orologi o ai semiconduttori, dell'oro usato per ornamenti, dei prodotti petroliferi che alimentano l'industria chimica, delle materie plastiche, delle fibre e della gomma sintetica ecc. In questi casi si può parlare di ricchezze che vengono “portate” via dalla Terra e vengono immobilizzate per tempi lunghi in depositi o stock, dentro la tecnosfera. In ciascuna trasformazione, che richiede anch'essa gas e acqua, la materia genera sottoprodotti e scorie e rifiuti che ritornano nei corpi naturali della Terra con gli stessi atomi dei materiali in precedenza estratti, ma con composizione chimica modificata.

#### **4. Il prodotto interno materiale lordo**

Queste brevi osservazioni, da una parte, inducono a considerare le grandi ricchezze materiali che la Terra continuamente fornisce per le attività umane. Dall'altra parte, mostrano che i cicli della tecnosfera soddisfano bisogni umani con un costo materiale a spese della Terra; ogni anno lo stock delle ricchezze della Terra si impoverisce e una parte di tali ricchezze è restituita alla Terra di qualità peggiore, degradata. Infine una parte della materia ottenuta con l'impoverimento della Terra viene trasformata in “cose” a vita lunga (edifici, macchinari ecc.) per cui la tecnosfera, l'universo delle cose degli esseri umani, si dilata continuamente.

Disaggregando i flussi della materia dai vari corpi della Terra ai vari corpi della tecnosfera, analizzando la circolazione della materia all'interno della tecnosfera e il flusso dei residui che ritornano alla Terra, con contabilità del tipo input-output, simile a quella degli scambi monetari, ma “scrivendo” gli scambi in unità fisiche, si può calcolare un “Prodotto interno materiale lordo” formalmente simile a quello monetario. Un flusso di 240 miliardi di tonnellate all'anno attraverso la tecnosfera corrisponde a un “peso” di circa 35 tonnellate all'anno per ogni persona che abita la Terra. Inutile dire che questo numero, oltre ad essere una grossolana approssimazione, è un valore medio; molti abitanti della Terra si appropriano delle sue ricchezze molto di più e molti altri se ne appropriano in quantità molto minore.

Senza contare che il “peso” complessivo sulla Terra delle attività umane è ancora maggiore di quanto risulti dai puri e semplici flussi di materia misurati in unità di massa, perché dalle precedenti considerazioni sono esclusi gli effetti sulla Terra del degrado del suolo, della modificazione

delle acque, delle alterazioni del clima, della perdita di biodiversità, pure associati ai flussi materiali.

Comunque, le informazioni fornite dalla presente breve e sommaria analisi non hanno alcun fine moralistico né raccomandano necessariamente comportamenti di austerità merceologica; sono semplicemente avvertimenti degli effetti che l'attuale comportamento merceologico determina sulla Terra. Tanto per saperlo.