

**Sommario:** 1. Introduzione all'economia ambientale. - 2. Il ruolo dell'ambiente nell'attività economica. - 3. Classificazioni delle risorse: non rinnovabili e rinnovabili. - 4. Modello di bilancio dei materiali e leggi della termodinamica.

### 1. INTRODUZIONE ALL'ECONOMIA AMBIENTALE

L'ambiente fornisce un insieme di risorse, che definiamo economiche in quanto utili e disponibili in quantità limitata. L'*economia dell'ambiente* studia proprio l'utilizzo delle risorse ambientali, attraverso l'applicazione dei principi della scienza economica. In particolare, essa analizza gli effetti dell'attività economica sul sistema ambientale, individua le cause del suo degrado e gli strumenti di politica ambientale per superarle; propone, inoltre, tecniche di valutazione economica dei beni ambientali e studia alcune problematiche ambientali, quali il cambiamento climatico, l'esaurimento dell'ozono, la perdita di biodiversità, la produzione e la gestione dei rifiuti.

Ogni attività economica è svolta all'interno dell'ambiente, pertanto esiste una relazione di interdipendenza tra l'ambiente stesso e il sistema economico. Quest'ultimo, infatti, influisce sull'ambiente e questo, a sua volta, pone dei limiti al sistema economico, in termini di espansione.

L'analisi della relazione di interdipendenza tra ambiente e sistema economico, richiede che venga definito il concetto di **ecosistema**, elaborato nel 1935 da A.G. Tansley.

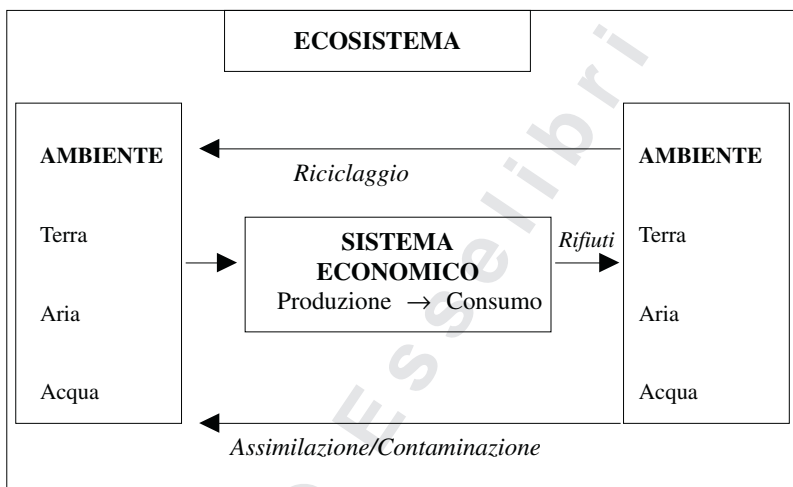
Si tratta dell'espressione abbreviata di *sistema ecologico*: ovvero l'insieme degli elementi viventi e non viventi, che in uno stesso spazio fisico, sono legati e tenuti in equilibrio da una serie di complesse relazioni di interdipendenza.

Un **ecosistema è formato**, pertanto:

— da una *componente abiotica* (priva di vita), come ad esempio le piogge, le temperature, la luce solare;

- da una *componente biotica* (organismi viventi), come piante, animali e microrganismi;
- dalle *interrelazioni* tra le due componenti.

Gli esempi di ecosistemi sono vari: si va dal più piccolo, come ad esempio uno stagno, all'ecosistema della terra — biosfera — caratterizzante gli essere viventi.



**Fig 1.1** – *Il sistema economico nell'ecosistema*

Vediamo, ora, la relazione tra il sistema economico e l'ecosistema con l'ausilio della figura 1.1 (PIREDDU).

- 1) il sistema economico preleva dall'ambiente le risorse necessarie per la produzione di beni e servizi destinati al consumo;
- 2) le risorse sono restituite all'ambiente sottoforma di rifiuti, rilasciati nei corpi recettori dell'ambiente: terra, aria e acqua;
- 3) l'ambiente ha la capacità biologica di assimilare rifiuti e sostanze inquinanti, cioè di degradarli in sostanze non più inquinanti (cfr. *paragrafo 2*, punto 3);
- 4) il sistema economico può ridurre la contaminazione sia attraverso il parziale riciclaggio dei rifiuti (vetro, carta, plastica ecc.) sia con il controllo delle emissioni inquinanti.

## 2. IL RUOLO DELL'AMBIENTE NELL'ATTIVITÀ ECONOMICA

L'ambiente fornisce all'uomo una vasta gamma di funzioni di valore economico. Vediamo quali sono (PIREDDU):

- 1) **Base delle risorse naturali.** L'ambiente costituisce una base di risorse naturali per il funzionamento del sistema economico: acqua, ossigeno, risorse genetiche, foreste, minerali, combustibili fossili, fonti energetiche (energia solare, eolica, idrica, geotermica e da maree). Come vedremo nel successivo paragrafo tali risorse possono essere *rinnovabili e non rinnovabili*.
- 2) **Complesso di beni naturali.** L'ambiente fornisce risorse ricreative. Rappresenta un *bene estetico*, capace di fornire un'utilità diretta per la vita umana. Ne sono un esempio le risorse paesaggistiche e di svago, come parchi nazionali, rifugi e aree protette.
- 3) **Capacità di assimilazione dei rifiuti.** Un'importante funzione economica dell'ambiente, derivante dalla legge della conservazione (*paragrafo 4*), è quella di deposito di rifiuti. Sia le attività di produzione sia di consumo producono rifiuti che vengono riversati nell'ambiente. L'inquinamento, quindi, produce sia flussi di emissioni di sostanze inquinanti (riversate nell'atmosfera e nei bacini idrici) e sia flussi di rifiuti veri e propri.

Se le sostanze inquinanti non vengono neutralizzate dai processi di assimilazione naturale, ovviamente l'inquinamento produce effetti economici negativi. Come si vedrà nel prossimo capitolo si pone un conflitto tra sfruttamento e conservazione dell'ambiente.

In relazione a questa capacità dell'ambiente di assimilare i rifiuti, le sostanze inquinanti si classificano in:

- a) *inquinanti stock*: l'ambiente ha una capacità di assimilazione ridottissima, pertanto sostanze radioattive, metalli pesanti (come il piombo), sostanze chimiche (come la diossina) o non biodegradabili, finiscono per accumularsi nell'ambiente;
- b) *inquinanti fondo*: l'ambiente è in grado di trasformare tali sostanze in sostanze non dannose. Ad esempio i batteri di un corso d'acqua sono in grado di trasformare sostanze inquinanti in sostanze inorganiche non dannose.

In generale, l'ambiente fornisce, dunque, un **sistema di sostegno alla vita**, tramite le funzioni dell'ecosistema.

Nonostante il valore economico di tali funzioni, vedremo come il mercato non sia in grado di consentire un uso efficiente delle risorse.

### 3. CLASSIFICAZIONE DELLE RISORSE: NON RINNOVABILI E RINNOVABILI

Come già accennato, le risorse naturali si classificano in risorse non rinnovabili e risorse rinnovabili.

#### A) Risorse non rinnovabili

Le risorse non rinnovabili, anche dette esauribili, sono disponibili in natura come stock finiti, cioè in quantità data. Si tratta di un patrimonio che non può essere incrementato ma solo esaurito.

In generale, si parla di risorse non rinnovabili quando esse vengono consumate ad un tasso superiore a quello con il quale si rigenerano. In relazione alle risorse non rinnovabili, si pone dunque il problema della scarsità delle risorse. Inoltre, maggiore sarà la quantità estratta e utilizzata nel presente e minore sarà la quantità disponibile in futuro. Per l'uomo, quindi, nasce il problema dello sfruttamento ottimo (MUSU) delle risorse non rinnovabili, argomento questo che verrà ripreso nel *paragrafo 2 del capitolo 5*, capitolo dedicato allo sviluppo sostenibile.

Le risorse non rinnovabili si distinguono in:

- 1) **Combustibili fossili** (carbone, petrolio e gas naturale). Nel processo di combustione, tutto il materiale viene utilizzato senza possibilità di un recupero, neanche parziale. In tal senso si dice, infatti, che il processo è irreversibile. Lo stock di combustibili fossili, la cui formazione richiede milioni di anni, è destinato all'esaurimento.
- 2) **Minerali**. A differenza dei combustibili, parte dei minerali usati nei processi economici possono essere riciclati e, quindi, il loro esaurimento è procrastinabile.

#### B) Risorse rinnovabili

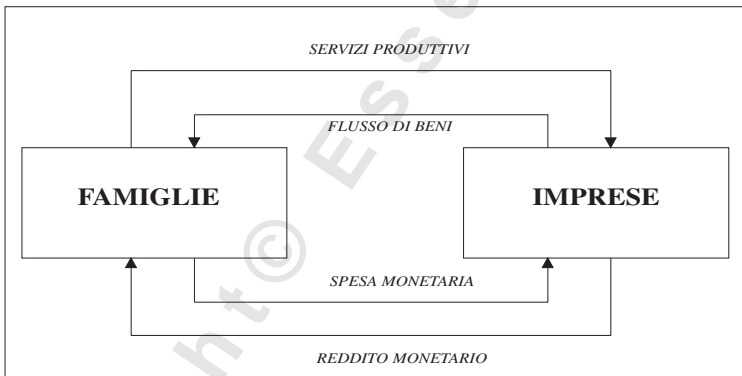
Le risorse rinnovabili, anche dette rigenerabili, sono risorse naturali che si ricostituiscono attraverso cicli naturali. Ne sono un esempio l'aria, l'acqua, le foreste e le popolazioni animali.

Queste risorse hanno la capacità di rigenerarsi ad un tasso più alto (o almeno uguale) a quello col quale sono utilizzate.

Alcune risorse sono virtualmente inesauribili, come l'energia solare e l'energia eolica. Altre, invece, sono caratterizzate da una *dimensione critica minima*, al di sotto della quale lo stock di risorse rinnovabili non è più in grado di riprodursi e si estingue (TURNER, PEARCE, BATEMAN). Se esiste un sovrasfruttamento, cioè il tasso di utilizzo eccede quello di rigenerazione, la risorsa può estinguersi, come nel caso di alcune specie animali e vegetali. L'argomento sarà ripreso nel *paragrafo 4 del capitolo 5*.

#### 4. MODELLO DI BILANCIO DEI MATERIALI E LE LEGGI DELLA TERMODINAMICA

Nei tradizionali manuali di economia, non vengono considerate le interrelazioni tra il sistema economico e l'ambiente.



**Fig. 1.2** – *Modello economico tradizionale*

Con una semplificazione analitica, la figura 1.2 rappresenta un sistema economico dove sono presenti:

— due grandi aggregati:

- 1) *famiglie*: consumano beni e servizi e detengono risorse;
- 2) *imprese*: producono beni e servizi e utilizzano risorse.

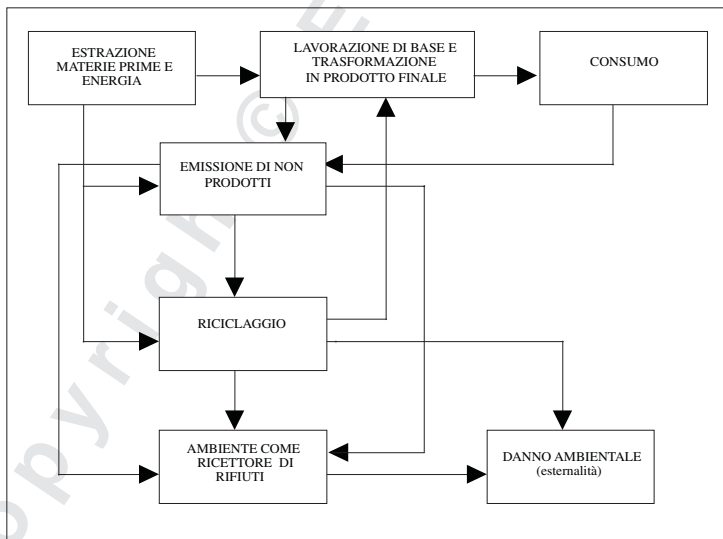
— due mercati:

- 1) *mercato dei servizi e dei beni capitali*, rispettivamente, offerti dalle famiglie e domandati dalle imprese;
- 2) *mercato delle merci* offerte dalle imprese e domandate dalle famiglie.

La relazione tra l'economia e l'ambiente è descritta, invece, dal cosiddetto **modello di bilancio dei materiali** (TURNER, PEARCE, BATEMAN). Il modello rappresenta l'economia come un sistema che:

- 1) estrae i materiali e l'energia dall'ambiente;
- 2) alla fine dei cicli di produzione, reintroduce nell'ambiente una quantità di prodotto e una quantità di «non prodotto» (scarti di lavorazione);
- 3) parte della quantità di «non prodotto» viene parzialmente riciclata. La quantità di materia non destinata al riciclaggio viene restituita all'ambiente sottoforma di rifiuti.

Troppi rifiuti concentrati nello stesso luogo o nel medesimo intervallo di tempo creano il fenomeno dell'inquinamento e, come vedremo nel capitolo successivo, dei costi esterni, di cui la società dovrà farsi carico (le c.d. *esternalità*). Ecco un semplice schema riassuntivo del bilancio dei materiali (*figura 1.3*).



**Fig. 1.3** – Schema semplificato di bilancio dei materiali

Questo modello costituisce la semplice traduzione delle **due leggi della termodinamica** (MUSU):

- la **prima**, nota anche come *legge della conservazione dell'energia*, afferma che l'energia non può essere né creata né distrutta, ma solo trasformata da una forma in un'altra. Tuttavia nelle trasformazioni energetiche si ha una dispersione di energia;
- la **seconda**, nota anche come *legge dell'entropia o della dissipazione o degradazione dell'energia*, afferma che l'energia dispersa non può più essere riutilizzabile per compiere ulteriori attività. Tutti i processi economici generano *entropia*, cioè la misura dell'energia che non è più disponibile.

**Esempio.** In un'automobile, la benzina bruciando trasforma l'energia chimica in energia cinetica. Una parte si trasforma in calore che si disperde nell'ambiente e un'altra parte si disperde sottoforma di prodotti della combustione.

Infine, ricordiamo che il modello di bilancio dei materiali non è l'unico modello in grado di descrivere l'interdipendenza tra il sistema economico e quello ambientale. Va ricordato, infatti, anche il **modello input-output ambientale** di *W. Leontief*.

Il tradizionale modello leonteviano suddivide un sistema economico in settori, mettendo in evidenza ciò che ogni settore prende da altri come *input* e ciò che fornisce ad altri come *output* e consente di valutare gli effetti di variazioni di quantità e/o di prezzo, che originati in un settore si trasmettono in altri settori. La matrice *input-output* è stata estesa all'analisi ambientale, dando vita ad altri modelli:

- 1) **modello d'impatto d'inquinamento**: associa una certa matrice di emissioni inquinanti al modello tradizionale, consentendo di determinare gli impatti ambientali sia diretti sia indiretti legati a dati livelli di domanda finale;
- 2) **modello con merci ecologiche**: associa particolari matrici di «merci ecologiche» (es. rifiuti, prelievi di risorse o qualsiasi tipo di input o output ambientale) al modello tradizionale. Rappresenta una generalizzazione del modello precedente;
- 3) **modello con generazione d'inquinamento e disinquinamento**: lo stesso Leontief ha esteso la tradizionale matrice input-output in modo tale da considerare i coefficienti di generazione e abbattimento di inquinanti.

La *figura 1.4* mostra una semplice matrice tradizionale input-output per chiarire quanto sin qui detto.

		SETTORI DI IMPIEGO		DOMANDE FINALI	TOTALI
		Settore 1	Settore 2		
SETTORI DI ORIGINE	Settore 1	$X_{11}$	$X_{12}$	$D_1$	$X_1$
	Settore 2	$X_{21}$	$X_{22}$	$D_2$	$X_2$
REDDITI O VALORI AGGIUNTI		$V_{a_1}$	$V_{a_2}$		$V_a$
TOTALI		$X_1$	$X_2$		

**Fig. 1.4** – Esempio di una matrice input-output a 2 settori

I numeri vengono disposti per righe e per colonne e forniscono informazioni sul modo in cui si formano e sono impiegate le risorse. Le componenti sono valutate in base ad un sistema di prezzi dato. La matrice si legge per riga e per colonna. Il primo indice indica il settore di origine e il secondo il settore di impiego. Se è presente un solo indice, questo indica il settore di riferimento.

$X_{11}$  = quantità di risorse fornite ed utilizzate dal settore 1

$X_{12}$  = quantità di risorse fornite dal settore 1 ed utilizzate dal settore 2

$D_1$  = valore dei beni prodotti dal settore 1 che vanno a soddisfare i vari tipi di domanda finale

$X_1$  = valore della produzione del settore 1 (il valore si ottiene sia per riga sia per colonna)

$V_{a_1}$  = valore aggiunto generato dal settore 1

$X_{21}$  = quantità di risorse fornite dal settore 2 ed utilizzate dal settore 1

$X_{22}$  = quantità di risorse fornite ed utilizzate dal settore 2

$D_2$  = valore dei beni prodotti dal settore 2 che vanno a soddisfare i vari tipi di domanda finale

$X_2$  = valore della produzione del settore 2 (il valore si ottiene sia per riga sia per colonna)

$V_{a_2}$  = valore aggiunto generato dal settore 2

$V_a$  = valore aggiunto generato dai settori 1 e 2 e si ottiene nei seguenti modi:

- 1)  $V_a = v_{a_1} + v_{a_2}$  (somma dei valori aggiunti dei 2 settori)
- 2)  $V_a = d_1 + d_2$  (somma delle domande finali dei beni prodotti dai 2 settori)
- 3)  $V_a = (x_1 + x_2) - (x_{11} + x_{12} + x_{21} + x_{22})$  (differenza tra il valore della produzione dei 2 due settori e il valore complessivo dei beni intermedi impiegati nei settori)

Nell'analisi ambientale, ad esempio, è possibile utilizzare la matrice inserendo un settore che contabilizzi l'inquinamento, sia nel senso della sua generazione e sia nel senso del suo abbattimento.