PEARCE D.W. – TURNER R.K., ECONOMIA DELLE RISORSE NATURALI E DELL'AMBIENTE, IL MULINO, 1991

Le risorse rinnovabili

Capitolo 16

1. *Introduzione*

La caratteristica essenziale di un risorsa rinnovabile è che la sua quantità non è fissa e può essere accresciuta (o ridotta) se si consente (o meno) allo stock di queste risorse di rigenerarsi: un esempio ovvio è rappresentato da una singola specie di pesci o da una foresta. Ciononostante, esiste una quantità massima, nel senso che nessuna risorsa rinnovabile può essere replicata a livelli superiori alla *capacità di sostentamento* dell'ecosistema in cui vive: ad esempio, se lasciate indisturbate, le balene blu potrebbero aumentare numericamente, ma non potrebbero continuare a crescere *ad infinitum*. Questa possibilità di accrescimento è importante perché l'uomo può «scremare» o *raccogliere* l'incremento nella dimensione dello stock e, a patto che alcune condizioni vengano rispettate, lo stock continuerà a crescere, verrà raccolto, crescerà ancora, e così via. *Ceteris paribus* – precisamente, rimanendo costanti le condizioni all'interno dell'ecosistema rilevante – ci sono motivi per ritenere che questo processo di raccolto possa continuare per un lungo periodo di tempo; ma, come vedremo, assume un ruolo essenziale l'eventualità di un raccolto eccessivo della risorsa rinnovabile in questione: è piuttosto facile, infatti, fare esaurire una risorsa rinnovabile o qualora il tasso di utilizzo superi continuamente il tasso di crescita naturale della risorsa stessa, o qualora lo stock della risorsa scenda al di sotto di un qualche livello critico, probabilmente a causa di un raccolto eccessivo o per qualche altra ragione non connessa all'utilizzo diretto della risorsa (ad esempio, la distruzione dell'habitat naturale).

In questo capitolo esponiamo alcuni teoremi che riguardano l'uso ottimale di una risorsa rinnovabile, ma prima facciamo due osservazioni. Primo, la tradizione vuole che anche le risorse che hanno flussi continui nel tempo vengano chiamate «rinnovabili»: l'energia solare, le onde o le maree sono degli esempi di risorse a flusso continuo. È allora bene precisare che i risultati analitici di questo capitolo non sono rilevanti per questo tipo di risorse. Secondo, mentre a prima vista i risultati analitici potrebbero apparire complessi, in realtà ci concentreremo sull'utilizzo di una singola specie senza porre attenzione al fatto che le specie sono *interdipendenti*. Uno degli esempi più rilevanti di interdipendenza negli ecosistemi è costituito dalla relazione predatore-preda, nel senso che una specie (il predatore) ha bisogno di un'altra (la preda) come fonte di cibo, e, a sua volta, la preda è un predatore di altre specie. L'utilizzo ottimale di un insieme di specie interdipendenti potrebbe apparire eccessivamente complesso; perciò, mentre i risultati che presentiamo in questo capitolo sono importanti, essi non approssimano assolutamente la complessità dell'interdipendenza ecologica, ed è proprio a questo contesto che fanno riferimento i sostenitori dell'approccio della conservazione quando ci chiedono di prestare la dovuta attenzione alla «fragilità» degli ecosistemi e di adottare politiche prudenti di utilizzo delle risorse.

2. *Le curve di crescita*

Consideriamo una singola specie di pesci, la cui quantità (o biomassa) può avere una crescita nel tempo come quella illustrata nella figura 16.1.

La curva rappresentata è una *funzione logistica*: per quantità piccole, i pesci si moltiplicano, ma, quando cominciano a competere per il cibo, il loro tasso di crescita si riduce, e, infine, la quantità di pesci converge a qualche livello X_{max} che rappresenta la massima capacità di sostentamento per quella specie. Si noti che abbiamo tracciato la curva come se iniziasse in corrispondenza di un X_{min}, che è un livello minimo critico della popolazione: se X scende sotto questo livello la specie è destinata all'estinzione (X_{zero}).

Per i nostri scopi è utile considerare le informazioni contenute nella figura 16.1 in maniera leggermente differente: a questo proposito, la figura 16.2 riporta lo stesso tipo di informazioni ma indicando la *crescita*

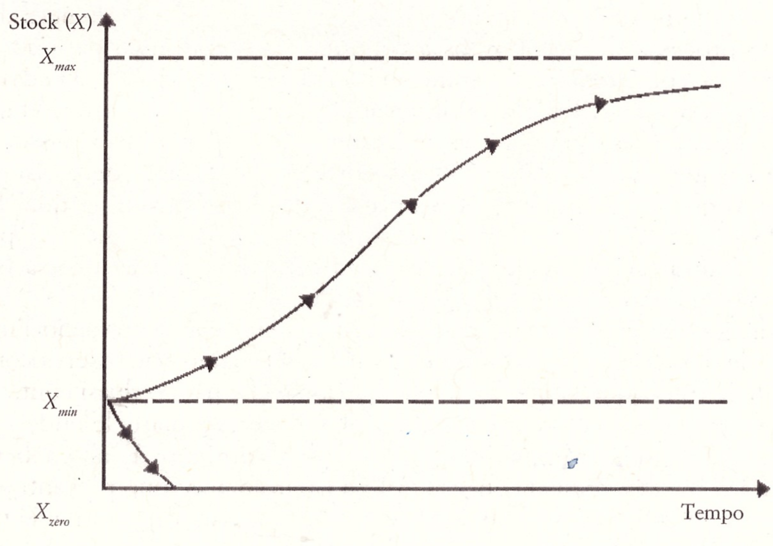

FIG. 16.1. Curva di crescita di una risorsa rinnovabile di tipo logistico.

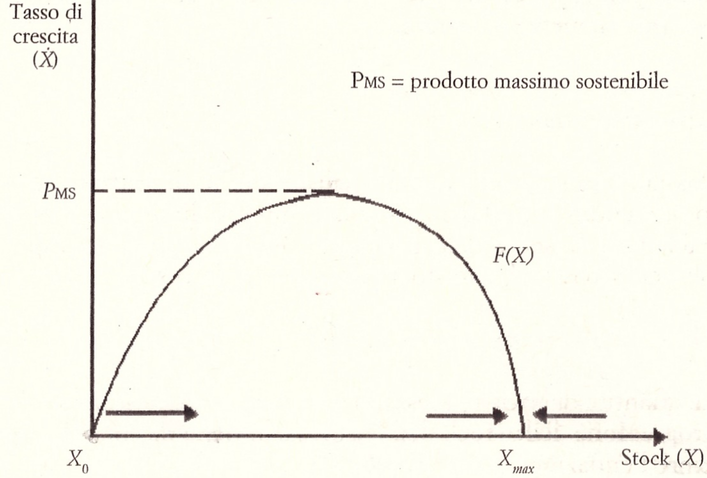

FIG. 16.2. Curva di crescita di pura compensazione.

della risorsa, $\dot{X}$, sull'asse verticale e il livello di X sull'asse orizzontale, dove $\dot{X}$ è il simbolo che rappresenta il «tasso di variazione di X rispetto al tempo». Per semplicità di esposizione, nella figura 16.2 si ignora il segmento della curva nella figura 16.1 compreso tra X_{min} e X_{zero}, ossia, si ipotizza che non esista una dimensione minima critica della popolazione; l'analisi, infatti, diventa più complessa se si introducono delle dimensioni minime critiche. Nella figura 16.2 si vede che il tasso di crescita dello stock della risorsa è in un primo momento positivo, raggiunge un massimo (su cui ci soffermeremo tra breve) e poi diminuisce man mano il livello di X diventa più grande; se non utilizziamo la risorsa, essa crescerà sempre di più in dimensione nei termini della sua *biomassa* totale, finché raggiunge la capacità di sostentamento dell'ambiente che la ospita in corrispondenza di X_{max}. La figura 16.2, quindi, ci permette di identificare un concetto che viene ampiamente utilizzato, che è quello di *prodotto massimo sostenibile* (PMS) che si ha in corrispondenza del punto di massimo del tasso di crescita. Ciò che rende attraente il PMS è che, se raccogliamo la risorsa rinnovabile in modo da ottenere il PMS dallo stock iniziale, la risorsa si rigenererà da sola e permetterà di ottenere nuovamente il PMS nel periodo successivo; si badi, tuttavia, che questo può accadere solo se permettiamo che la risorsa si rigeneri: se questo richiede un anno, si può ottenere il PMS ogni anno; se sono necessari venti anni, siamo destinati ad ottenere il PMS solo ogni vent'anni (la realtà è più complessa di questa semplice descrizione perché la popolazione sarà composta da individui di età differenti, ma l'idea fondamentale è corretta). D'altro canto, il PMS è il *massimo* che possiamo ottenere dalla risorsa su una base sostenibile, cioè a dire, senza ridurre lo stock della risorsa nel lungo periodo. Ribadiamo, quindi, che esiste un elemento di convenienza nell'idea di porre il nostro tasso di utilizzo uguale al PMS, nel senso che la risorsa sopravvive «per sempre» ed otteniamo il massimo prodotto in ogni periodo. Come vedremo tra breve, tuttavia, è *improbabile* che il PMS rappresenti una politica ottimale di gestione delle risorse, ma l'idea di utilizzare il prodotto in corrispondenza del PMS rappresenta ancora una visione dell'utilizzo ottimale delle risorse comunemente accettata.

3. *Il tasso di sfruttamento*

Possiamo ora introdurre nell'analisi il livello di utilizzo o di «raccolto» (o di «rendimento») della risorsa. L'ipotesi più semplice da utilizzare è che il lavoro, L, speso nell'attività di raccolto è uguale al rapporto tra il raccolto effettuato, H, e lo stock della risorsa X, ossia:

$$L=H/X \qquad [16.1]$$

La quantità di lavoro necessaria è tanto più grande quanto più grande è la proporzione dello stock della risorsa che viene raccolta. Possiamo poi riscrivere l'equazione [16.1] come

$$H=LX \qquad [16.2]$$

Il tasso di raccolto allora può essere rappresentato sul nostro diagramma e precisamente nella figura 16.3 che mostra in che modo la scelta della quantità di lavoro determinerà il livello di raccolto e il livello dello stock X, cioè dove LX è uguale al tasso di crescita della risorsa: il livello di raccolto associato è H^* e lo stock è X^*. Ogni livello di raccolto lungo la retta LX alla destra di X^* implicherà che il raccolto è maggiore del prodotto sostenibile X^* e, quindi, lo stock complessivo della risorsa diminuirà; al contrario, un livello di utilizzo lungo la retta LX alla sinistra di X^* è inferiore al prodotto che si ottiene per rigenerazione naturale, e lo stock complessivo della risorsa, quindi, aumenterà.

Si noti che H^* non è il raccolto massimo sostenibile, ma si potrebbe introdurre nello schema una politica di gestione della risorsa che indichi

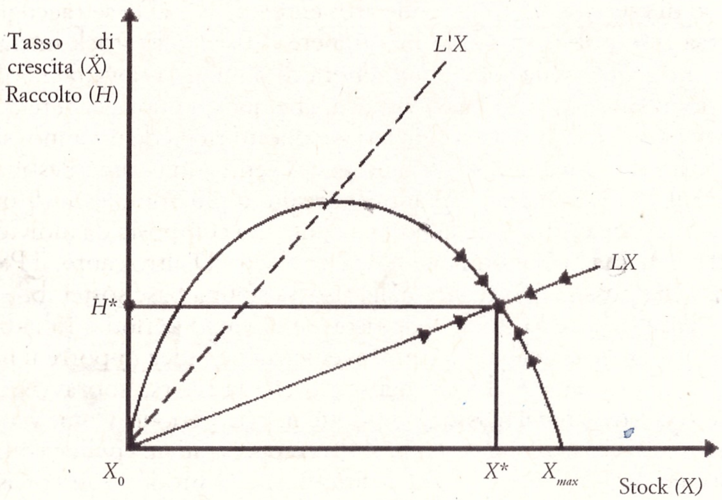

FIG. 16.3 Equilibri lavoro-crescita.

L = strumento di gestione

la variazione della quantità di lavoro che consente di raggiungere il PMS: in questo caso, L diventa lo strumento di gestione e il tasso di raccolto viene posto uguale a $L'X$ come è indicato nella figura 16.3. In questo modo, l'introduzione del livello di lavoro ci permette di determinare il livello di raccolto e il livello dello stock X, mentre non ci dice nulla circa il livello desiderabile di utilizzo della risorsa, per la cui definizione occorrono alcuni concetti di costo e di ricavo.

4. *Costi e ricavi*

Per introdurre i costi e i ricavi dobbiamo trasformare la figura 16.3 nella figura 16.4 che rappresenta la relazione esistente tra il raccolto (o rendimento) e la quantità di lavoro utilizzata: in essa sono indicati i vari equilibri in corrispondenza di differenti livelli di lavoro, con $L^4>L^3>L^2>L^1>L^0$ (dove L indica la pendenza della retta LX). Il raccolto corrispondente a ciascuna quantità di lavoro di equilibrio è indicato come h^0, h^1, ecc., e, quindi, si tratta semplicemente di rappresentare le quantità di lavoro nel diagramma in basso e di leggere i livelli di raccolto associati (si badi bene che in questa operazione, il raddoppio della pendenza di LX nel diagramma in alto equivale al raddoppio di L sull'asse orizzontale nel diagramma in basso).

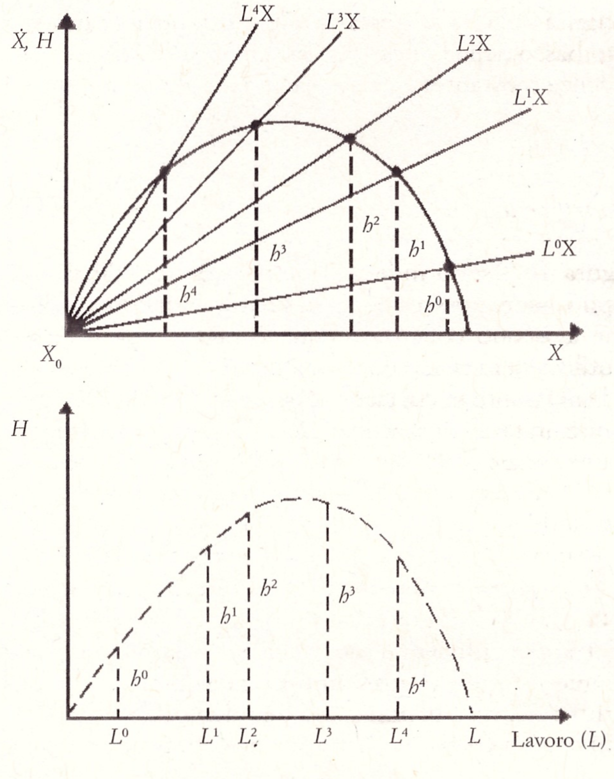

FIG. 16.4. Dalle funzioni lavoro-crescita alla funzioni lavoro-raccolto.

La curva lavoro-raccolto (o curva lavoro-rendimento) allora assomiglia molto alla curva crescita-raccolto; ma è bene osservare che i raccolti si leggono nel diagramma in alto della figura 16.4 in modo tale da sembrare come un'immagine speculare di quello che appare nel diagramma in basso: in questo modo, X_{max} corrisponde ad una *quantità di lavoro pari a zero*, e X_0 corrisponde a L nella figura 16.4.

Ora, la curva lavoro-raccolto nella figura 16.4 può essere traslata facilmente nei costi e nei ricavi: se ipotizziamo che il lavoro sia il solo fattore di produzione utilizzato, allora il costo totale, CT, sarà uguale alla quantità di lavoro moltiplicata per il prezzo del lavoro, che è pari al *tasso di salario prevalente*, W (nella realtà, il lavoro richiederà del capitale, ad esempio, le segherie o le navi per i pesci). Per semplicità, assumiamo che questo salario sia costante, per cui possiamo scrivere:

[16.3] $$CT = WL$$

Allo stesso modo, assumiamo che il prezzo del prodotto raccolto (alberi, pesci, ecc.) sia costante e pari a P, per cui il ricavo totale, RT, che si ottiene dal raccolto sarà

[16.4] $$RT = PH$$

Nella figura 16.5 sono rappresentate le curve di ricavo totale e di costo totale: dato che P e W sono supposti costanti, la curva del ricavo totale nella figura 16.5 ha la stessa pendenza di quella rappresentata nel diagramma in basso nella figura 16.4; la funzione di costo totale è lineare e la sua pendenza (costante) è pari al saggio di salario, o «prezzo unitario del lavoro».

La massimizzazione del profitto

Nella figura 16.5 sono indicati due possibili equilibri. Se la risorsa rinnovabile può essere posseduta da un singolo individuo, o da un gruppo di agenti che agiscono collettivamente, è ragionevole supporre che la risorsa sarà utilizzata in modo da massimizzare i profitti: nella figura 16.5 questo accade nel punto in cui viene massimizzata la differenza ($RT-CT$), cui corrisponde un tasso di raccolto pari a H_{prof} e un tasso di lavoro pari a L_{prof}. Il costo marginale coincide con la pendenza di CT, che è uguale a W, mentre il ricavo marginale è uguale alla pendenza della curva RT.

In corrispondenza di H_{prof} e L_{prof} il ricavo marginale è uguale al costo marginale e, a sua volta, questa è la condizione per la massimizzazione del profitto. Ci sono parecchie osservazioni da fare circa questo equilibrio:

1) A meno che i proprietari della risorsa possano costringere i nuovi potenziali entranti a rimanere fuori dal loro settore, il profitto verrà disperso se i nuovi entranti entreranno; come vedremo, questo si verifica qualora i diritti di proprietà non siano ben definiti.

2) L'equilibrio in corrispondenza del quale il profitto è massimo *non*

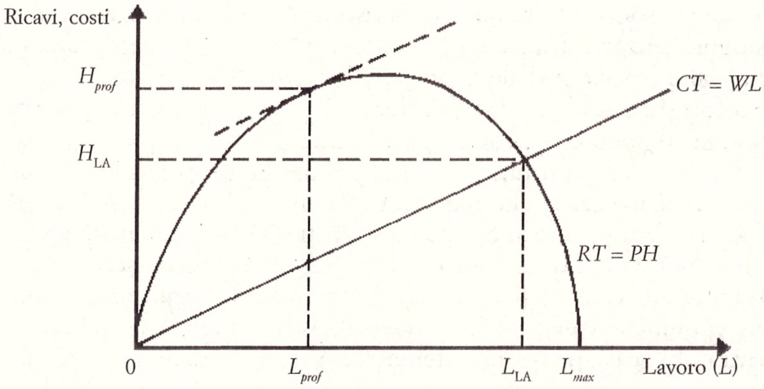

FIG. 16.5. Massimizzazione del profitto ed equilibrio con libero accesso.

coincide con il PMS, cioè con il prodotto massimo sostenibile. Nel nostro diagramma la quantità complessiva è in realtà maggiore di quella corrispondente al PMS poiché L_{prof} si trova a sinistra della quantità di lavoro corrispondente al PMS (si ricordi che nel diagramma lavoro-raccolto lo stock massimo corrisponde ad un lavoro pari a zero). In assenza di informazioni sulle esternalità, si può ipotizzare che i profitti e i benefici sociali siano la stessa cosa, per cui il PMS non sembra essere un tipo di gestione delle risorse socialmente desiderabile.

3) Evidentemente, il prezzo del lavoro (nel nostro esempio, il salario) potrebbe essere talmente elevato da determinare o una soluzione di massimizzazione del profitto più vicina ancora allo stock massimo (cioè a dire, più vicina all'origine alla figura 16.5), oppure da non produrre alcuno sfruttamento (*CT* potrebbe giacere al di sopra di *RT* in tutti i punti). All'estremo opposto, se il lavoro non costa nulla, cioè W=0, la curva *CT* verrà a coincidere con l'asse orizzontale e il PMS coinciderà con quello che si ottiene massimizzando il profitto.

4) In questo esempio, la massimizzazione del profitto *non* porta all'estinzione delle specie, e questo in contrasto con l'osservazione circa l'incompatibilità tra massimizzazione del profitto e conservazione delle specie avanzata da alcuni studiosi che si occupano della gestione delle risorse ambientali.

5) Si osservi, infine, che nessuno dei commenti precedenti dà spazio al ruolo del *tempo*, e, come vedremo, l'introduzione del tempo complica non poco questo problema. (Invero, la massimizzazione del profitto, per come è stata definita, richiede che il tasso di sconto del proprietario della risorsa ambientale in questione sia pari a zero.)

Le soluzioni in termini di libero accesso e di proprietà comune

Nel discutere la soluzione basata sulla massimizzazione del profitto, si è osservato che l'esistenza di profitti attirerà nel settore nuovi entranti, ma, a differenza della teoria microeconomica generale sull'entrata nel settore, si puo rilevare che, nel caso delle risorse ambientali, i nuovi entranti non possono entrare qualora la risorsa sia interamente posseduta da un singolo proprietario: esempi evidenti sono rappresentati ancora una volta dalle foreste e dalle zone peschiere; tuttavia, mentre è ovvio pensare a foreste e a diritti di pesca lungo i fiumi posseduti da privati, non è invece frequente la proprietà privata di grandi foreste o di zone peschiere di mare. Al contrario, è possibile trovare proprietà territoriali dello Stato come nel caso delle acque territoriali – che prevedono il libero accesso ai cittadini di quello Stato. E, addirittura, per numerose specie importanti – ad esempio, le balene – possono anche non esserci affatto diritti territoriali, cioè a dire, il mare può essere semplicemente una proprietà comune a livello internazionale. Cosa accade in questi casi?

In entrambi i casi, possiamo ottenere la «soluzione di libero accesso»: se si conseguono profitti inferiori a quelli normali (cioè RT minore di CT), alcuni utilizzatori delle risorse usciranno dal settore, mentre se si realizzano profitti superiori a quelli normali (RT maggiore di CT) entreranno nuovi entranti e la soluzione sarà in corrispondenza di L_{LA} (dove LA sta per «libero accesso») con un tasso di raccolto pari a H_{LA} nella figura 16.5. L'equilibrio si ha nel punto in cui gli extra-profitti si annullano e tutti gli utilizzatori della risorsa ottengono solo i profitti normali.

Ci sono delle ovvie osservazioni a proposito della soluzione di libero accesso:

1) Lo stock complessivo della risorsa è minore di quello associato alla massimizzazione del profitto e il tasso di raccolto è inferiore.

2) Il prodottto che si ottiene nel caso di libero accesso non coincide con il PMS, a meno che, per caso, CT «tagli» RT nel punto di massimo di quest'ultimo.

3) Il libero accesso *non* determina generalmente l'estinzione delle specie, contrariamente a quanto sostengono alcuni ambientalisti, secondo i quali le risorse, nel caso di libero accesso, sono destinate inevitabilmente all'estinzione. Affinché l'estinzione abbia luogo occorre che *a*) il lavoro non costi nulla – il lavoro cioè raggiunge L_{max} nella figura 16.5 e lo stock della risorsa va a zero – o *b*) il tasso di raccolto sia costantemente al di sopra del tasso naturale di rigenerazione – ossia il raccolto sia *non sostenibile*.

È poi importante distinguere tra equilibri caratterizzati da libero accesso ed equilibri caratterizzati da *proprietà comune*. Si è visto che libero accesso significa che nessuno possiede la risorsa e l'accesso alla risorsa è aperto a chiunque, senza che vi siano dei limiti per i nuovi entranti. Una risorsa a proprietà comune, invece, è posseduta da un gruppo definito di individui, come, ad esempio, una comunità o una nazione, all'interno del quale gruppo è possibile vi sia libero accesso alla risorsa, nel senso che a ciascun membro del gruppo sarà permesso di usare in qualunque modo la risorsa. È più probabile, però, che il gruppo fisserà delle regole di utilizzo della risorsa, limitando l'uso stesso che ogni individuo può fare di essa. Queste «regole sulla proprietà comune» sono molto diffuse dove esistono risorse a proprietà comune, come ad esempio, nel caso del controllo da parte di alcune tribù delle praterie in ampie zone dell'Africa, i parchi nazionali, e così via. Queste regole emergono perché è *più probabile* che l'uso senza controllo da parte di ciascun individuo determini l'estinzione della risorsa, con i conseguenti danni per tutti e, forse, con la produzione di un costo irreversibile per le generazioni future. Nei termini della figura 16.5 ci potremmo aspettare che una soluzione caratterizzata da proprietà comune si trovi in qualche punto compreso tra la soluzione di massimo profitto e quella caratterizzata da libero accesso. Dato che la soluzione di massimo profitto implica una quantità minima di lavoro e, quindi, quantità maggiori della risorsa, sembra che i rischi di estinzione siano bassi; è molto più probabile invece che con la soluzione caratterizzata da libero accesso si corra il rischio di estinzione, perché la quantità di lavoro è molto più grande e la quantità di risorse è, di conseguenza, inferiore – benché non sia inevitabile, come abbiamo già visto. La soluzione caratterizzata dalla proprietà comune si trova in qualche punto compreso tra le altre due soluzioni (L_{PC} nella figura 16.7).

Eventualmente, la soluzione con libero accesso comporterà rischi elevati di estinzione della risorsa qualora esista una dimensione critica minima per la popolazione (si veda la figura 16.1); allo stesso modo, le soluzioni con proprietà comune possono non reggere qualora il gruppo definito diventi sempre più ampio a causa della crescita demografica: può allora essere conveniente per un individuo «rompere i ranghi» e cercare di massimizzare l'utilità individuale a spese degli interessi della comunità.

5. *Il valore della preservazione della specie*

Le argomentazioni sopra esposte sono piuttosto rassicuranti per i sostenitori della conservazione: se la risorsa viene sfruttata in modo compatibile con l'*equilibrio* (ossia, i tassi di raccolto non superano i tassi di riproduzione in modo costante), allora sia la massimizzazione del profitto che la soluzione con libero accesso saranno in generale compatibili con la preservazione delle specie. D'altro canto, la proprietà o il controllo della risorsa sarà da preferirsi alle soluzioni con libero accesso sulla base di criteri di conservazione, dal momento che con le seconde si corre il rischio di danneggiare in misura sostanziale la quantità complessiva della risorsa, specialmente se il costo del raccolto è basso. Queste osservazioni suggeriscono che coloro che sostengono la conservazione preferiranno una quantità maggiore della risorsa ad una più piccola. Tuttavia, niente di ciò che è stato detto finora ha dato spazio alle preferenze dei sostenitori della conservazione, perché tutta la discussione si è svolta in termini dei costi e dei benefici per coloro che, utilizzando la risorsa in qualche modo specifico, distruggono la quantità raccolta effettivamente (pesci come cibo, alberi per la lavorazione del legname e per la pasta di legno).

Ne segue che la soluzione di massimo profitto può essere ottimale sotto il profilo *sociale* solo se le preferenze dei sostenitori della conservazione implichino un «valore della preservazione» della risorsa pari a zero. Gli effetti di *spill-over* di un gruppo di individui su un altro gruppo possono essere inseriti nell'analisi economica mediante l'introduzione di

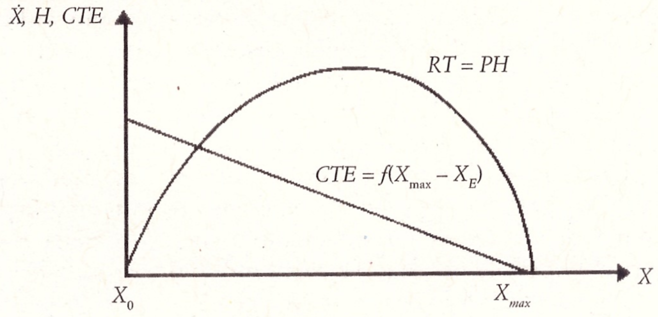

FIG. 16.6. Valore della preservazione.

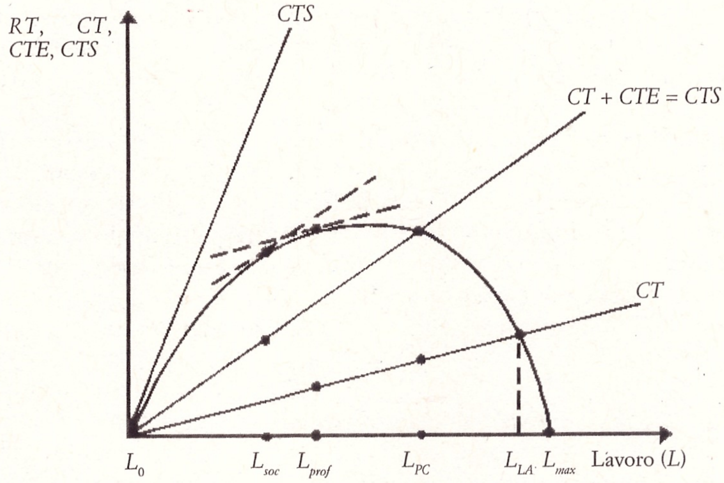

FIG. 16.7. Possibili ottimi sociali per lo sfruttamento di una risorsa rinnovabile.

esternalità: ad esempio, se i sostenitori della conservazione delle specie preferiscono grandi quantità della risorsa anziché piccole, la loro *perdita* di utilità sarà correlata alla differenza tra la massima quantità possibile (l'equilibrio naturale, o quantità corrispondente alla capacità di sostentamento) e lo stock effettivo della risorsa che deriva dall'utilizzo della risorsa medesima. Potremmo, quindi, scrivere:

$$-UC = f(X_{max} - X_E) \qquad [16.5]$$

dove $-UC$ rappresenta la perdita di utilità dei sostenitori della conservazione e X_E si riferisce ai vari livelli di equilibrio della risorsa. Nella figura 16.6 è rappresentata una possibile funzione di valutazione che è compatibile con questa ipotesi, ma se ne possono immaginare anche altre, a seconda del modo in cui i sostenitori della conservazione considerano il «punto di riferimento»: abbiamo supposto che essi considerino X_{max} come la posizione massimamente preferita, per cui diventano rilevanti le deviazioni da questa posizione X_{max}, e questo in sintonia con quanto pensano alcuni sostenitori della conservazione, che attribuiscono grande importanza all'«omeostasi» – lo *steady state* cui si giunge non utilizzando la risorsa per scopi umani. Questa ipotesi è, inoltre, coerente con il punto di vista delle «persone comuni», per le quali alcune specie dovrebbero essere lasciate indisturbate. Altri invece preferiscono pensare che la risorsa funzioni in modo da massimizzare la crescita – in altri termini, X_{PMS} diventa il punto di riferimento. Altri ancora pensano ad un uso «ammissibile» della risorsa, comprendente forse qualche piccolo raccolto. È probabile che la nostra funzione del valore della preservazione sia discontinua quando si raggiungono quantità della risorsa molto piccole, con la conseguenza che gli ultimi pochi membri della specie si vedranno attribuiti valori molto alti.

Ora, nella figura 16.6 la quantità della risorsa è indicata sull'asse orizzontale; si ricorderà che, se passiamo su un grafico lavoro-raccolto, otteniamo le immagini speculari delle curve, e, nella figura 16.7 abbiamo proprio la rappresentazione grafica costo totale / ricavo totale con l'aggiunta del valore della preservazione, che agisce come una qualunque altra funzione di costo esterno. Possiamo, quindi, sommare le curve *CT* e *CTE* (costo totale esterno), ottenendo il costo sociale totale (*CST*) e, se i benefici derivanti dallo sfruttamento della risorsa vengono completamente compresi nel ricavo, allora l'*ottimo sociale* è rappresentato dalla differenza tra *RT* e *CST*, che, come si è visto, potrebbe essere in corrispondenza del livello di lavoro L_{soc} nella figura 16.7. A scopi illustrativi, mostriamo anche il caso in cui *CST* giace sempre al di sopra della curva *RT*, con la conseguenza che la risorsa non verrebbe affatto utilizzata e la soluzione ottimale sarebbe in L_0, che corrisponde a X_{max} nella figura 16.6. In conclusione, l'aggiunta di esternalità all'analisi suggerisce le seguenti osservazioni:

1) La quantità ottimale della risorsa sarà maggiore qualora l'obiettivo sia la massimizzazione del beneficio netto piuttosto che la semplice massimizzazione del profitto.

2) Se i costi esterni sono molto grandi, la risorsa sarà «gestita» in modo ottimale se lasciata libera di raggiungere il suo equilibrio naturale.

3) L'introduzione dei costi sociali non conferisce ancora una particolare attrazione alla desiderabilità sociale dei livelli di stock della risorsa corrispondenti al PMS.

6. *Un modello più completo: l'introduzione del tempo*

Alcuni troveranno ciò che segue difficile: noi suggeriamo loro di non desistere dalla lettura dato che i risultati ottenuti in questo paragrafo sono molto importanti, nel senso che una trattazione *completa* rivelerebbe le debolezze di questa parte di «dinamica». Quindi, a coloro che non desiderino giungere fino alla fine ricordiamo che non dovrebbero trarre conclusioni troppo generali.

Fino ad ora, la nostra analisi è stata assolutamente statica. Quando si introduce il tempo, le soluzioni divengono ancora più complesse, ma di notevole interesse. Innanzitutto dobbiamo fare alcune qualificazioni per alcune affermazioni generali che sono state fatte: il tempo implica che possiamo vedere in che modo il *tasso di sconto* influenzi la nostra analisi.

Abbiamo indicato con X il livello della popolazione, o biomassa (o stock della risorsa naturale); se $F(X)$ è la curva di crescita indicata nella figura 16.2, allora il tasso di crescita di X nel tempo è dX/dt (t è il tempo), ed è uguale a

$$\frac{dX}{dt} = F(X) - H(t) \tag{16.6}$$

dove $H(t)$ è il tasso di raccolto; in altri termini, il tasso di crescita della popolazione è uguale al suo tasso di crescita naturale $F(X)$ meno il suo tasso di utilizzo.

Introduciamo a questo punto una funzione di produzione

$$H=Q(L, X) \tag{16.7}$$

che dice che il tasso di produzione, e quindi di raccolto è una funzione della quantità di lavoro impiegata e del livello dello stock della risorsa naturale. In particolare, diamo alla [16.7] una specifica forma funzionale che è quella Cobb Douglas

$$H=AL^aX^b \tag{16.8}$$

Per semplicità, poniamo a=1 e $AX^b=G(X)$, cosicché

$$H=LG(X) \tag{16.9}$$

o

$$L = \frac{H}{G(X)} \tag{16.10}$$

Il lavoro, L, produce un profitto π uguale a

$$\pi=RT-CT$$

o

$$\pi=PH-CL \tag{16.11}$$

Inserendo la [16.10] nella [16.11], otteniamo

$$\pi = PH - \frac{CH}{G(X)} \tag{16.12}$$

Ora, se poniamo $C/G(X) = C(X)$, abbiamo

[16.13] $$\pi = PH - C(X)H$$

Data la [16.13] siamo in grado di reintrodurre l'obiettivo della massimizzazione dei profitti per un singolo proprietario della risorsa. *Assumeremo*, in linea con la maggior parte della letteratura, che l'obiettivo di un singolo proprietario, o di una agenzia sociale che controlla la risorsa, consista nella *massimizzazione del valore attuale (scontato) dei profitti*. Scriviamo, quindi l'obiettivo della massimizzazione del profitto in questo modo:

$$\text{Massimizzare } VA(\pi) = \int_0^\infty [P - C(X)]\, He^{-st}\, \mathrm{d}t$$

dove *s è il tasso* di sconto rilevante. Dalla [16.6] sappiamo che $H(t)=F(X)-\mathrm{d}X/\mathrm{d}t$. Se indichiamo $\mathrm{d}X/\mathrm{d}t$ con $\mathring{X}$, possiamo sostituire $H(t)$ nella [16.14], e avremo:

[16.15] $$VA(\pi) = \int_0^\infty [P - C(X)]\, [F(X) - \dot{X}] e^{-st}\, \mathrm{d}t$$

Ora, la derivazione della soluzione per questa equazione richiede alcuni passaggi algebrici su cui non ci soffermiamo, affermando semplicemente che la soluzione è

[16.16] $$\frac{\mathrm{d}F}{\mathrm{d}X} - \frac{(\mathrm{d}C/\mathrm{d}XF)(X)}{P - C(X)} = s$$

o

[16.17] $$F'(X) - \frac{C'(X)\, F(X)}{P - C(X)} = s$$

7. *L'interpretazione della regola fondamentale di utilizzo delle risorse rinnovabili*

L'equazione [16.17] ci fornisce le condizioni richieste per la massimizzazione del valore attuale dei profitti derivanti dall'utilizzo della risorsa *assumendo simultaneamente un raccolto uguale al tasso di riproduzione della risorsa*: è in questo senso che la soluzione è di *steady state*, cioè di stato «stazionario» (si noti che, dalla discussione precedente, non esiste un unico tasso di riproduzione, in quanto questo dipende dalla quantità complessiva della risorsa). Suggeriremo ora alcuni approcci per comprendere in maniera intuitiva l'equazione [16.17], *precisando che nella [16.17] si ipotizza che il prezzo della risorsa sia costante* (in alcune interpretazioni che seguono questa ipotesi verrà abbandonata).

Regole marginaliste

Nel tentativo di fornire una prima interpretazione intuitiva della [16.17] riscriviamola in questo modo:

$$F'(X)[P-C(X)]-C'(X)F(X)=s[P-C(X)] \tag{16.18}$$

Se differenziamo l'espressione

$$[P-C(X)]F(X)$$

rispetto a X, otteniamo

$$\frac{d}{dX}\{[P-C(X)]F(X)\} = [P-C(X)]F'(X) - F(X)\,C'(X)$$

dove al membro di destra troviamo nient'altro che il lato sinistro dell'equazione [16.18]. (Nella differenziazione si è usata la regola del prodotto). Perciò, la [16.18] può essere riscritta in questo modo:

$$\frac{d}{dX}\{[P-C(X)]F(X)\} = s\,[P-C(X)] \tag{16.19}$$

In stato stazionario il tasso di raccolto $H(t)$ è uguale al tasso di riproduzione $F(X)$, cosicché $F(X)$ nella [16.19] può essere sostituito da $H(t)$. L'espressione $\{P-C(X)\}H(t)$ può essere interpretata come il livello di *rendita* o di *extra-profitto* che si riuscirebbe a sostenere con uno stock della risorsa naturale pari a X. Se indichiamo questa rendita sostenibile con R, la [16.19] può essere riscritta come

$$\frac{d}{dX}[R(X)] = s\,[P-C(X)] \tag{16.20}$$

o

$$\frac{1}{s}\cdot\frac{dR}{dX} = P - C(X) \tag{16.21}$$

Si consideri cosa accade se riduciamo lo stock della risorsa utilizzandone una piccola quantità: ci sarà un *guadagno* immediato pari a $P-C(X)$ – il membro di destra della [16.21] – ma subiremo una perdita nella rendita futura sostenibile pari a dR/dX, il cui valore attuale (su un orizzonte di tempo infinito) è rappresentato dall'espressione che compare al membro di sinistra della [16.21]; questa riduzione della rendita deriva dalla perdita della generazione prodotta dallo stock marginale. Quindi, la [16.21] stabilisce la regola fondamentale per l'uso ottimale delle risorse rinnovabili, affermando che *il guadagno marginale immediato derivante* *da un aumento nell'utilizzo presente della risorsa deve essere uguale al valore attuale delle perdite future nella rendita determinate da quella variazione.*

Una visione alternativa delle regole marginaliste

Si osservi ancora l'equazione [16.17]: $C'(X)F(X)$ misura l'aumento nei costi futuri del raccolto dovuti ad una riduzione dello stock a seguito di un aumento del raccolto nel periodo corrente (e viceversa, se diminuiamo il raccolto corrente ed aumentiamo lo stock, i costi futuri si ridurranno). $C'(X)F(X)$ rappresenta allora l'«effetto dello stock marginale» o l'«effetto diretto sul benessere» da parte dello stock. Indichiamo questo effetto diretto dello stock sul benessere come $U'(X)=\mathrm{d}U/\mathrm{d}X$, con U che indica l'utilità; d'altro canto, $P–C(X)$ è il guadagno netto (in termini di utilità) derivante dal consumo odierno (e lo indichiamo come $U'(H)=\mathrm{d}U/\mathrm{d}H$, dove H è l'utilizzo, o il consumo della risorsa). Perciò, la [16.17] diventa:

[16.22] $$F'(X) + \frac{U'(X)}{U'(H)} = s$$

Si presti attenzione al segno positivo che compare nella [16.22]: $C'(X)<0$ perché una *riduzione* oggi dello stock *fa aumentare* i costi futuri, per cui l'espressione centrale nella [16.17] è negativa.

L'equazione [16.22] è nota come la «regola di Ramsey» secondo la quale il tasso *netto* di rendimento su una attività dovrebbe essere uguale al tasso di sconto; il tasso di rendimento è *maggiore* del prodotto marginale «proprio» $F'(X)$ se $U'(X)>0$ e *minore* se $U'(X)<0$, dove $U'(X)$ sarà positiva per le risorse rinnovabili e negativa per i mali, come ad esempio l'inquinamento.

La regola di utilizzo per le risorse rinnovabili quando i prezzi cambiano

Nell'equazione [16.17] si assume che il prezzo della risorsa raccolta sia «dato» (cioè è un «parametro»). Se ora invece supponiamo che il prezzo sia una funzione del tempo, avremo $P=P(t)$, e la [16.17] diventerà:

[16.23] $$F'(X) - C'(X)F(X) = s - \frac{\dot{P}}{P - C(X)}$$

I prezzi cambiano nel tempo perché, *ceteris paribus*, varia la domanda.

Si comprende meglio il significato intuitivo della [16.23] se si ipotizza che il raccolto non costi nulla, cioè che $C(X)=0$ e, quindi, che $C'(X)=0$. Allora, la [16.23] diviene

$$F'(X) = s - \frac{\dot{P}}{P}$$

o

$$F'(X) + \frac{\dot{P}}{P} = s \qquad [16.24]$$

Questa equazione è importante e verrà utilizzata parecchie volte. Anche se si è trovato questo paragrafo piuttosto difficile, noi invitiamo a comprendere questo risultato quanto meglio possibile.

L'equazione [16.24] offre la più chiara spiegazione intuitiva della regola di utilizzo delle risorse rinnovabili: $F'(X)$ equivale alla produttività marginale delle risorse – cioè il tasso naturale di crescita dello stock è $F'(X)$ che rappresenta la produttività marginale della risorsa. La seconda espressione sul lato sinistro dell'equazione è il tasso di crescita del prezzo (reale) della risorsa raccolta: consumando la risorsa più in là nel tempo, sappiamo che il proprietario della risorsa può ottenere un guadagno in conto capitale grazie all'aumento del prezzo che si realizza. *L'equazione [16.24] dice allora che la produttività marginale della risorsa più l'aumento del guadagno marginale in conto capitale dovrebbe essere uguale al tasso di sconto.* Finché il valore dell'attività cresce più velocemente del tasso di sconto, conviene lasciare la risorsa «nella terra» (o «nel mare», a seconda del tipo di risorsa in questione); questo «lasciare indisturbata» la risorsa è nient'altro che l'investimento; in effetti, può sembrare strano pensare ad esso in questo modo, ma dovrebbe essere possibile vederne il senso nel caso in cui le persone parlano di «investire negli alberi», intendendo che il tasso di apprezzamento della loro risorsa (gli alberi) supera il loro tasso di sconto. È questo, dunque, il senso in cui va interpretato l'investimento: si lascia da parte la risorsa e si aspettano i guadagni in conto capitale che ne derivano; in particolare, nel caso delle risorse rinnovabili i guadagni derivano sia dall'aumento del prezzo che dal tasso naturale di crescita della risorsa.

Abbiamo, perciò, due regole generali per l'utilizzo delle risorse rinnovabili; il valore di X che risolve l'equazione [16.24] rappresenta lo stock ottimale e se indichiamo quest'ultimo come X_{ott}, le due regole fondamentali diventano le seguenti:

1) Se lo stock iniziale $X_{iniz} < X_{ott}$, allora si investe nella risorsa lasciandola crescere ed assicurandosi i guadagni in conto capitale.

2) Se lo stock iniziale $X_{iniz} > X_{ott}$, allora si disinveste nella risorsa, utilizzandola fino al punto in cui lo stock raggiunge X_{ott}.

La velocità con la quale ci si dovrebbe aggiustare a queste due situazioni di disequilibrio costituisce l'oggetto d'indagine di una parte della letteratura sulle risorse naturali, ma qui non ci soffermeremo su questo argomento.

8. *Le implicazioni del modello più completo*

Qual è la lezione che si può imparare dal paragrafo precedente? Elenchiamo qui di seguito alcuni risultati interessanti, ricordando che anche il modello che abbiamo studiato non costituisce una rappresentazione completa della vera complessità della vita reale.

1) Dall'equazione [16.21] si può vedere che se s=0, allora dR/dX=0 cosicché la rendita sostenibile viene massimizzata; cioè se il tasso di sconto è pari a zero, allora ci assicuriamo la massima rendita (extraprofitto) sostenibile, nel senso che ogni guadagno futuro derivante da una riduzione oggi del raccolto dura per sempre e, poiché colui che possiede la risorsa è indifferente tra consumo presente e consumo futuro (s=0), un sacrificio fatto oggi ha sempre valore.

2) Allo stesso modo, se $s \rightarrow \infty$, la rendita tende a zero, poiché avere un tasso di sconto infinito equivale ad ottenere una soluzione con libero accesso in cui l'extraprofitto viene annullato.

3) Cosa accade se s è positivo ma non infinito? Se si ipotizza che dR/dX diminuisca quando X aumenta, allora la figura 16.8 indica in che modo venga determinata la dimensione ottimale della popolazione X^*.

Poiché $C(X)$ *diminuirà* all'aumentare di X (cioè maggiore è lo stock, «più facile» e quindi meno costoso, è raccogliere la risorsa), $s[P–C(X)]$ sarà una funzione crescente di X. L'equazione [16.21] ci dice che l'intersezione delle due funzioni rappresentate nella figura 16.8 determinerà X^*, con X^* che varierà al variare dei diversi parametri. In particolare, *ceteris paribus*, lo stock ottimale sarà tanto più basso

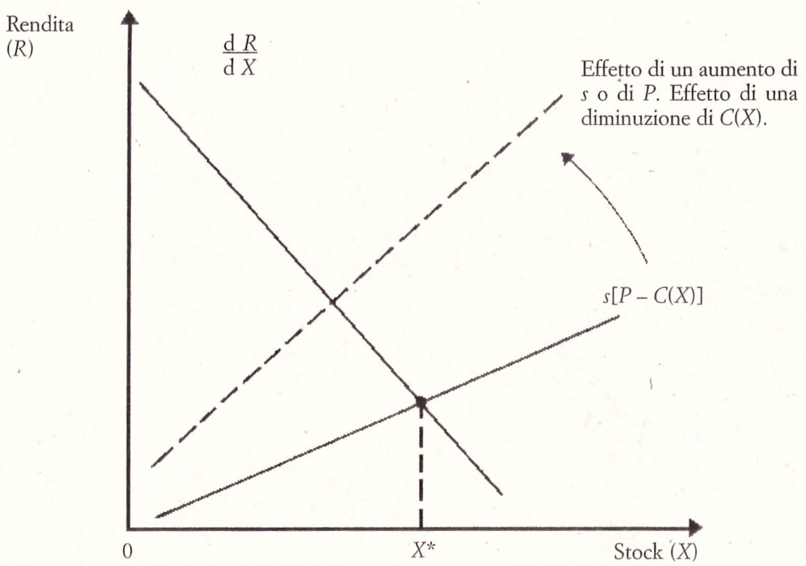

FIG. 16.8. Stock ottimali della risorsa: tassi di sconto, costi e prezzi.

i) quanto più elevato è il tasso di sconto;
ii) quanto più basso è il costo medio del raccolto;
iii) quanto più elevato è il prezzo unitario.

4) L'equazione [16.17] stabilisce che

$$F'(X) - \frac{C'(X)F(X)}{P - C(X)} = s$$

Per cui, se $C'(X)=0$, cioè se i costi non dipendono dalla dimensione dello stock, abbiamo che $F'(X)=s$. Ma cosa rappresenta $F'(X)$? Di fatto, è il tasso di variazione di $F(X)$ indicato nella figura 16.2: per ogni dato stock, ad esempio X_0, $F(X_0)$ rappresenta l'*incremento* nello stock del periodo successivo (si osservi la figura 16.9); se consideriamo uno stock leggermente più grande, ad esempio X_1, $F(X_1)$ ci dà l'incremento nello stock, dato che lo stock iniziale è X_1.

Ne consegue che, se X_1 è leggermente più grande di X_0, all'aumento nello stock da X_0 a X_1 è associato un *aumento nell'incremento* dello stock pari a $F(X_1)$–$F(X_0)$, che è appunto $F'(X)$, che rappresenta, quindi, la variazione percentuale nella dimensione della popolazione per unità di tempo. In altri termini, $F'(X)$ è il *tasso di rendimento proprio* (interno) della risorsa, o il suo prodotto marginale, come abbiamo già visto.

L'equazione [16.17] ci dice, quindi, che, se i costi non dipendono dalla dimensione dello stock, lo stock ottimale è quello in corrispondenza del quale il tasso di rendimento proprio è uguale al tasso di sconto. Questo suggerisce immediatamente alcune osservazioni. Primo, $F'(X)=0$ se si raggiunge il prodotto massimo sostenibile (figura 16.9), cosicché il PMS risulta essere una politica ottimale se *a*) i costi non dipendono dalla

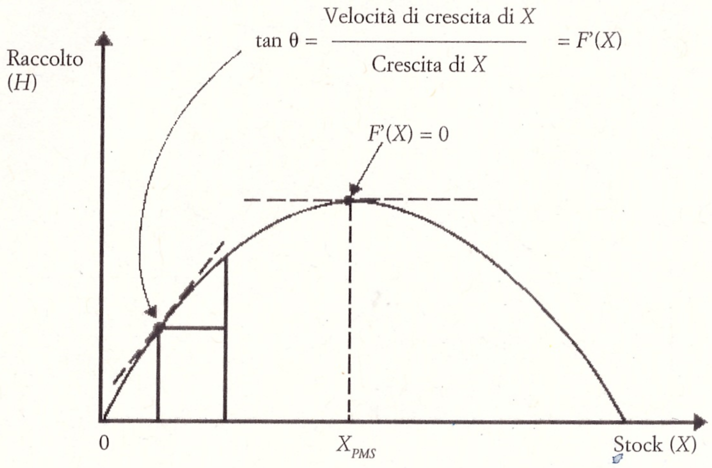

FIG. 16.9. L'interpretazione di *F'(X)*.

dimensione dello stock e *b*) se il tasso di sconto è pari a zero. Secondo, se invece i costi dipendono dalla dimensione dello stock, allora il tasso di rendimento proprio deve essere minore del tasso di sconto (poiché $C'(X)$ è negativo). Si osservi poi che, se i prezzi non sono costanti, questa regola per il tasso di rendimento è ancora valida, eccetto il caso in cui aggiungiamo a $F'(X)$ i guadagni in conto capitale.

5) Ritornando al caso in cui $C'(X)=0$, si è visto che la condizione di ottimalità richiede che $s=F'(X)$ se i prezzi sono costanti. Cosa accade se il tasso di sconto è *al di sopra* del livello della produttività marginale? Come per ogni investimento, conviene assicurarsi il più velocemente possibile i ricavi provenienti dalla risorsa e trasferirli a qualche altro investimento che rende s, poiché, se lo stock della risorsa diminuisce, la sua produttività marginale dovrebbe aumentare. Ma, se s è costantemente al di sopra di $F'(X)$, allora lo «scambio» potrebbe continuare e la risorsa potrebbe essere completamente distrutta. *Quindi, l'uso di tassi di sconto che superino i tassi di rendimento proprio per una risorsa rinnovabile tenderanno all'eliminazione delle specie.*