

L'uso delle risorse di proprietà comune: un modello dinamico

Michele Moretto*, Paolo Rosato**

1. Introduzione

L'uso collettivo delle risorse naturali, in primo luogo suoli agro-forestali, è stato un fattore importante nell'evoluzione socio economica di molte comunità rurali. La storiografia locale è infatti punteggiata da vicende direttamente o indirettamente legate all'esercizio di diritti collettivi su suoli privati (usi civici) o al governo di terre di proprietà comune (comunanze). La commistione fra diritti pubblici e privati nell'uso dei suoli ha origini antichissime (Forni, 1972; Sereni, 1955) ed è probabilmente legata all'impossibilità pratica di far valere dei diritti di proprietà su tutti i benefici prodotti dalla terra e/o all'opportunità di calibrare le modalità di fruizione dello specifico beneficio alle sue caratteristiche (economie di scala, organizzazione del lavoro, avversione al rischio)¹.

Dalle origini ad oggi gli usi collettivi hanno subito notevoli modificazioni, tutte rivolte verso una progressiva riduzione del loro ruolo, a favore di una sostanziale privatizzazione (Merlo, 1995). Tale andamento ha varie motivazioni: a) l'affermazione dell'autorità nazionale centrale sul potere locale delle comunità; b) la pressione esercitata dalla grande proprietà fondiaria sulle terre pubbliche²; c) l'opportunità di sgravare i suoli da oneri che ostacolavano la razionale coltivazione (Acerbo, 1924)³.

Le vicende storiche degli usi civici possono essere interpretate anche ana-

* Professore associato Università di Padova.

** Professore associato Università di Trieste.

¹ Ad esempio l'avversione al rischio può favorire forme collettive d'uso di una data risorsa a disponibilità aleatoria. In tal modo il rischio viene condiviso dall'intera collettività e viene ridotta la possibilità che un suo membro si venga a trovare in situazioni insostenibili.

² Ciò è avvenuto prevalentemente a carico delle terre di proprietà pubblica. Ad esempio nelle campagne venete del Seicento buona parte delle terre comunali utilizzate "pensionatico", "stramatico" e "legnatico" sono state alienate dalla Repubblica Veneta sotto la pressione delle esigenze belliche contro il Turco e della emergente aristocrazia terriera (Pitteri, 1984).

³ A questo proposito si veda la legge n. 1766 del 16 giugno 1927 sul riordino di usi civici e successive integrazioni.

lizzando il rapporto fra l'evoluzione della produttività dei suoli ed il grado di sviluppo socio economico:

- dove la produttività era suscettibile di rapidi miglioramenti appropriabili, in genere è avvenuta una progressiva privatizzazione degli usi civici, come nelle terre comuni della pianura padano-veneta;
- dove la produttività è modesta (suoli forestali, pascoli marginali) e lo sviluppo socio economico buono, gli usi civici si sono mantenuti nel tempo e si stanno trasformando in istituzioni con obiettivi prevalentemente sociali ed ambientali: Comunità e Regole delle Alpi Orientali;
- dove la produttività è modesta e lo sviluppo socio-economico in ritardo, gli usi civici si sono conservati con finalità prevalentemente economiche ma non hanno prodotto istituzioni sufficientemente robuste da affrontare il mutamento di ruoli che presto o tardi saranno chiamati a svolgere: terre comuni delle aree marginali.

In alcune aree rurali, quindi, dove più radicata era la tradizione del governo locale (montagna alpina) oppure dove le difficoltà dello sfruttamento economico privato erano maggiori (pascoli marginali), sono sopravvissute forme d'uso collettivo delle terre. Le ragioni di questo fenomeno sono molteplici e difficili da classificare in quanto vi si intrecciano vari fattori di ordine ambientale, economico e politico e la cui analisi esula dallo scopo di questo lavoro.

Attualmente, comunque, queste realtà sembrano accomunate dalla necessità di riorganizzare la propria azione in funzione di nuovi obiettivi di ordine ambientale. Un elemento di grande attualità è quindi, l'analisi del rapporto che queste comunità sono riuscite a stabilire con le risorse naturali governate. Infatti, contrariamente a quanto previsto dai modelli teorici sull'uso dei beni comuni (Hardin, 1968; Ostrom, 1999) vi sono esempi significativi su come alcune di esse siano riuscite a stabilire un equilibrato rapporto con l'ambiente circostante, tanto da poter scomodare l'abusato termine di "uso sostenibile delle risorse"⁴.

L'analisi del successo di queste istituzioni nel governo delle risorse naturali comuni non può prescindere dal rapporto fra le modalità di fruizione privata

⁴ La definizione di sostenibilità nell'uso delle risorse e nello sviluppo è quanto mai controversa (Howarth, 1997). Tuttavia se si assume per ragionevole la definizione data dalla commissione Brundtland "*sustainable development is development that satisfies the needs of the present without compromising the needs of the future*" (WCED, 1987) e le conseguenti declinazioni analitiche in termini di utilità non decrescente nel tempo (Pearce e Turner, 1990), lo sviluppo del rapporto fra comunità locali e risorse naturali che si è instaurato in molte di queste istituzioni può senz'altro definirsi "sostenibile". Sul ruolo delle proprietà collettive nel governo delle risorse naturali si veda anche Franceschetti (1999).

ed il pubblico interesse. Infatti, il perseguimento degli obiettivi delle comunità nel governo delle risorse è subordinato all'adesione da parte dei soggetti interessati. Spesso i benefici sociali prodotti dal governo comune sono legati all'uso produttivo delle risorse da parte di privati. In questo caso all'uso privato si associa un'esternalità⁵ positiva: il beneficio pubblico.

In questo lavoro viene proposto un modello che, con riferimento ad un fruitore "tipo" di una risorsa di proprietà collettiva, consente di valutare l'opportunità di utilizzarla o meno in funzione della situazione iniziale (fruitore o non fruitore). Poiché la decisione condivide le caratteristiche della maggior parte delle decisioni di investimento, cioè:

- una scelta che ha sempre una certa componente irreversibile,
- avviene in presenza di incertezza sull'entità dei benefici futuri,
- è una decisione che può essere, in un certo grado, rimandata nel tempo,

è ragionevole ipotizzare che essa dovrà soddisfare delle condizioni sull'utilità attesa un po' più restrittive di quelle suggerite dall'usuale valore attuale netto. Ad esempio, l'incertezza nella disponibilità delle risorse naturali comporta che non si può escludere che in futuro la convenienza attuale possa cambiare. L'irreversibilità di alcuni costi, sia d'entrata che d'uscita, implica che, se il fruitore opta per una certa decisione, non potrà recuperare il relativo costo. Infine, l'opportunità di aspettare nel decidere gli permette di acquisire maggiori informazioni e quindi ridurre la probabilità di trovarsi nella situazione di pentirsi della scelta fatta. Ciò premesso, la scelta che deve affrontare l'utilizzatore (reale o potenziale) può essere assimilata ad una "opzione reale", ovvero ad un diritto, ma non obbligo, di effettuare o di dismettere in ogni momento un investimento a condizioni prefissate e, quindi, l'incertezza sui benefici futuri fa emergere un valore legato all'opportunità di posporre la scelta⁶.

⁵ La definizione di esternalità è piuttosto elusiva. Illuminante, in questo contesto, quella proposta da Baumol e Oates (1988, pp.17-18) che subordinano la presenza di esternalità a due condizioni: "1) *whenever some individual's (say A's) utility or production relationship include real (that is non monetary) variables, whose values are chosen by others (persons, corporations, governments) without particular attention to the effects on A's welfare;* 2) *The decision maker, whose activity effects other's utility levels or enters their production functions, does not receive (pay) in compensation for this activity an amount equal in value to the resulting benefits (or costs) to others*".

⁶ In altre parole il fruitore, reale o potenziale, avverte chiaramente i benefici derivanti dalla possibilità di posporre la decisione (valore dell'opzione) in assenza di informazioni attendibili sull'evoluzione futura della risorsa utilizzabile e della domanda (Freeman, 1984) ed in presenza di costi irreversibili (Conrad, 1999). Un recente manuale di Dixit e Pindyck (1994), fornisce una esauriente rassegna di quest'approccio applicato a varie questioni economiche.

Il modello è stato utilizzato per testare le condizioni di ingresso e di uscita nell'uso della risorsa in presenza di alcuni fattori come l'incertezza ed i costi di investimento/disinvestimento. Lo studio di tali condizioni presenta un certo interesse in quanto l'efficacia della gestione e l'efficienza economica e sociale di queste istituzioni è strettamente legata alla partecipazione della collettività all'utilizzo della risorsa condivisa. Un utilizzo eccessivo o, più spesso l'abbandono possono portare a profonde modificazioni nell'assetto istituzionale e nella capacità di perseguire i fini prefissati.

2. Beni di proprietà comune o beni pubblici?

Prima di illustrare il modello che rappresenta il comportamento del fruitore della risorsa di proprietà comune è utile inquadrare correttamente l'uso della risorsa comune dal punto di vista economico al fine di definire chiaramente le condizioni di contorno. Sotto questo profilo è immediato il riferimento alla teoria dei beni pubblici che usualmente classifica i beni economici in funzione della rivalità e della escludibilità nel consumo (vedi tabella 1)⁷.

Tabella 1 - Una classificazione generale dei beni economici.

Escludibilità	Rivalità	Tipo di bene
Difficile	Modesta	Bene pubblico
	Elevata	Bene a consumo rivale e collettivo
Facile	Modesta	Bene normalmente soggetto a tariffazione
	Elevata	Bene privato

⁷ La classificazione prescinde dalla figura giuridica (pubblica o privata) del proprietario e si fonda esclusivamente sulle modalità di fruizione. Si ha rivalità nel consumo quando la fruizione di un bene da parte di un individuo non è compatibile con quella di altri soggetti. La medesima dose può essere fruita da più soggetti e l'aumento dei fruitori comporta necessariamente un aumento della disponibilità del bene. Al contrario, beni e servizi "non rivali" si caratterizzano per il fatto che la loro fruizione da parte di un individuo è compatibile con il consumo da parte di uno o più individui. Un aumento dei fruitori non determina, necessariamente, un aumento nella quantità di un bene fruito. Si ha, invece, escludibilità nel consumo quando esiste la possibilità per il detentore di un certo bene di escludere, e quindi selezionare, i fruitori dai benefici prodotti dal bene medesimo. Essa dipende dalla possibilità concreta di far valere dei diritti di proprietà sul bene prodotto o posseduto (Brosio, 1986; Ostrom et al., 1994).

Dall'esame della tabella è evidente che le risorse comuni sono inquadrabili nell'ambito delle risorse rivali a consumo pubblico. Tale classificazione, comunque, non è utile ad individuare le ragioni del successo registrato da alcune comunità nel conservare le risorse comuni: vi sono questioni notevolmente più complesse di quelle descrivibili con la schematizzazione proposta.

Un approfondimento utile potrebbe riguardare l'aspetto dell'escludibilità. Quest'ultima, infatti, potrebbe essere valutata rispetto a due distinti punti di vista: il fruitore e le quantità fruite (vedi tabella 2).

Tabella 2 - Una classificazione dei beni a consumo rivale in funzione del tipo di escludibilità.

Escludibilità		
Quantità fruite	Fruitore	Tipo di bene
Facile	Facile	Bene privato
Difficile	Difficile	Bene a consumo rivale e pubblico
	Facile	Bene di proprietà comune

È del tutto evidente che se l'escludibilità è realizzabile per ogni specifica unità di risorsa essa è implicitamente realizzabile anche per il fruitore: è il caso dei beni privati. Al contrario, se è difficile controllare sia le quantità fruite che i fruitori si ricade nel caso dei cosiddetti "*commons*" e delle prevedibili "*tragedies*" ben descritte da Hardin (1968).

Infine, vi sono casi in cui è possibile realizzare un efficace controllo sui fruitori mentre quello sulle quantità effettivamente fruite è molto più aleatorio. È il caso di beni afferenti a piccole comunità dove è facilmente individuabile l'avente diritto ma molto più difficile sapere l'ammontare di risorsa effettivamente raccolta a causa dell'onerosità dei relativi controlli e dell'incertezza sull'ammontare di risorsa disponibile nel momento della raccolta⁸. L'incertezza sulle quantità fruite da ciascun avente diritto potrebbe essere mitigata dalla conoscenza sulla tecnologia disponibile o ammessa per la fruizione della risorsa comune.

La costituzione di istituzioni per il governo di risorse comuni sembra, quindi, avere come premessa la possibilità di esercitare una sufficiente azione di

⁸ Ad esempio è molto difficile conoscere l'esatto ammontare di funghi, pesci o selvaggina disponibili per il fruitore in un certo ambito a causa della variabilità delle condizioni ambientali meteo-climatiche.

esclusione dalla fruizione dei non aventi diritto. Infatti, sarebbe del tutto vano per una comunità darsi delle regole d'uso di una risorsa se soggetti esterni possono accedervi indisturbati.

La possibilità di circoscrivere la comunità dei fruitori non è comunque sufficiente a spiegare il successo di alcune comunità nella gestione delle risorse ambientali. Vari autori hanno sottolineato come le ragioni vadano prioritariamente cercate in fattori etici e culturali e, in definitiva, nel valore attribuito dagli individui all'appartenenza a comunità dalle tradizioni ben radicate. A favore di questa tesi vi sono le notevoli difficoltà a ricostruire il governo comune delle risorse dove questo è stato abbandonato in passato (Edwards, 1998; Merlo, 1995)⁹.

La questione è stata affrontata in modo approfondito da Elinor Ostrom (1996, 1999) studiando le comunità che vantano una consolidata tradizione nel governo delle risorse comuni. La ragione fondante il successo delle comunità esaminate sembra risiedere nella capacità di darsi appropriate regole per la fruizione della risorsa comune e nel rispetto delle medesime. Tale capacità è almeno in parte, riconducibile alle caratteristiche della risorsa e degli utilizzatori.

Caratteristiche della risorsa (CR):

- l'istituzione di regole comuni deve poter migliorare sostanzialmente i benefici prodotti dalla risorsa;
- la risorsa deve poter essere monitorata facilmente e a basso costo;
- deve essere possibile fare previsioni sufficientemente attendibili sull'andamento futuro dei benefici derivanti dalla risorsa;
- la risorsa deve essere di limitate dimensioni rispetto alla tecnologia disponibile in modo da permettere ai fruitori una precisa conoscenza dei suoi confini e delle sue caratteristiche.

Caratteristiche dei fruitori (CF):

- il benessere dei fruitori deve dipendere dalla risorsa in modo apprezzabile;
- i fruitori devono avere una buona conoscenza di come la risorsa si rende disponibile e delle implicazioni delle loro azioni.

⁹ Giova a questo proposito ricordare la legge della Regione Veneto n. 26 del 19.8.96 "Riordino delle regole" che riconosce esplicitamente il ruolo delle proprietà comuni nella tutela ambientale e lo sviluppo locale e detta norme per favorire la loro ricostituzione.

- i fruitori devono scontare i benefici futuri della risorsa ad un tasso relativamente basso;
- i fruitori costituiscono una comunità coesa e leale;
- i fruitori devono avere sufficiente autonomia decisionale nel fissare le regole per la fruizione della risorsa;
- i fruitori devono possedere un minimo di esperienza organizzativa e gestionale.

Il complesso delle caratteristiche ben si attaglia alle comunità che nei secoli sono riuscite a darsi regole condivise e rispettate. È interessante notare che, nel complesso, i requisiti sopra citati contribuiscono a definire i tipici macrocriteri di convenienza (CR1, CR2, CR3, CF1, CF3) e fattibilità (CR4, CF2, CF4, CF5, CF6). Quindi, le condizioni richieste per la realizzazione della gestione comune delle risorse sono piuttosto restrittive: infatti, costituiscono l'eccezione e non la regola.

Accanto alle caratteristiche della risorsa e dei fruitori della medesima, sono stati individuati anche i requisiti dell'istituzione che governa l'uso della risorsa al fine di una sua perpetuazione nel tempo.

Caratteristiche dell'istituzione (CI):

- i diritti dei fruitori devono essere chiaramente definiti (escludibilità dei fruitori) e vi deve essere una precisa identificazione della risorsa (CR4);
- le regole d'uso devono essere coerenti con le condizioni socio-economiche locali;
- tutti i fruitori devono poter partecipare alla definizione delle regole (CR5);
- i controlli devono essere efficaci (CF4);
- le sanzioni devono essere gradualità ed effettive;
- la soluzione dei conflitti deve essere rapida ed efficiente;
- la comunità detentrica la risorsa deve avere il diritto e la capacità di organizzarsi (CF5, CF6).

Il set di regole appena illustrato costituisce il fondamento del cosiddetto approccio "istituzionale" al governo delle risorse di proprietà comune e formano

la cornice all'interno della quale l'analisi del comportamento dei fruitori viene condotta con gli strumenti tipici della teoria dei giochi. L'uso di tali strumenti di analisi presuppone che sia possibile valutare i vantaggi e gli svantaggi connessi con le scelte che ciascun fruitore (giocatore) ha la possibilità di effettuare. In altre parole che si abbia a disposizione una funzione in grado di rappresentare il valore del beneficio ottenibile nelle diverse situazioni. Nel paragrafo seguente viene presentato un modello per la valutazione del beneficio del fruitore al fine di rappresentarne la dinamica delle scelte.

3. Un modello per l'uso delle risorse di proprietà comune

Nel paragrafo precedente sono state descritte le principali caratteristiche economiche delle risorse di proprietà comune, cercando di individuare gli elementi distintivi rispetto ai beni a fruizione libera.

Ora l'ottica viene spostata sull'analisi del comportamento del singolo fruitore. L'analisi è stata condotta presupponendo che si realizzi una certa cooperazione (vedi anche CF4, CI3, CI4) fra i fruitori nel rispetto delle regole comuni. Sotto tale ipotesi, la modellazione delle interazioni fra i competitori normalmente realizzata con la strumentazione classica dei giochi non-cooperativi (Ostrom et al., 1994; pp. 51-73) passa in secondo piano rispetto all'analisi delle convenienze del singolo fruitore e dei principali fattori che ne condizionano il beneficio¹⁰.

In linea generale, la valutazione dell'opportunità di accedere ad una risorsa comune avviene ponderando i costi ed i ricavi derivanti dall'uso. Inoltre, dato che la valutazione può essere effettuata in qualsiasi momento, non è sufficiente che, all'attualità, i ricavi superino le spese, ma è anche necessario che la differenza sia superiore a quella ottenibile, sempre all'attualità, esercitando il diritto d'uso in un qualsiasi momento futuro. Quest'ultimo requisito risulta molto importante quando si utilizzano risorse di origine biologica, il cui flusso di utilità varia per cause naturali, come le variazioni stagionali o interannuali o per cause antropiche come il ripristino ambientale ed il prelievo da parte di altre attività.

Si consideri, ora, un potenziale utilizzatore di una risorsa comune che valuta, in un certo momento, l'opportunità di utilizzarla e che debba sottostare alle seguenti condizioni di contorno, che riassumono ed integrano quelle illustrate nel paragrafo precedente.

- il diritto non può essere compravenduto ma viene acquisito con il verifi-

¹⁰ Il modello non simula le interazioni fra i fruitori, né spiega il tipo di equilibrio che si forma a livello aggregato.

carsi per particolari condizioni (residenza, successione, ecc.);

- il titolare del diritto è libero di servirsene o meno e la rinuncia all'uso non comporta alcun compenso;
- la decisione di esercitare il diritto genera sempre un esborso irrecuperabile;
- lo sfruttamento della risorsa può comportare un esborso periodico fisso (*flow fixed cost*) indipendente dall'ammontare di risorsa sfruttata¹¹;
- la decisione di cessare l'esercizio del diritto di sfruttamento può generare dei costi di uscita irrecuperabili;
- la decisione di esercitare il diritto, interrompere o riprendere l'attività di sfruttamento può essere presa in qualsiasi momento;
- la decisione di esercitare il diritto comporta la produzione di un'esternalità negativa patita dagli altri fruitori reali e dovuta alla risorsa sottratta dal fruitore;
- il fruitore rispetta le regole che la collettività si è data per l'uso della risorsa.

Assunte le precedenti condizioni di contorno, la costruzione del modello ha come premessa la definizione di una funzione di beneficio. Quest'ultimo dipende, noti i prezzi di mercato e la tecnologia disponibile o ammessa, dalla quantità di risorsa che si aspetta di ottenere. Quindi, il beneficio netto istantaneo atteso dal fruitore della risorsa è dato dalla seguente funzione $B(x;n)$, con $B(x) > 0$ e $B_{xx} < 0$, dove x è lo stock di risorsa e n indica il numero di fruitori rivali che attingono al medesimo stock. L'ammontare dei fruitori rivali potenziali può variare fra 0 ed N (numero massimo degli aventi diritto). N può essere considerato costante nel breve periodo, dato che il numero degli aventi diritto cambia molto lentamente¹².

Il numero di fruitori rivali è inserito nella funzione del beneficio in quanto si assume che la quantità istantanea di risorsa disponibile per ciascun fruitore sia correlata negativamente con il loro numero a causa di un effetto di competizione¹³.

¹¹ Questo tipo di costi è molto comune nella fruizione delle risorse naturali di proprietà comune. Si pensi, ad esempio, ai costi sostenuti per esercitare un diritto di caccia o di pesca. In questi casi il fruitore deve sostenere un costo fisso ad ogni uscita (esche, carburante, ecc.), indipendente dalle quantità di organismi catturati o raccolti.

¹² Infatti, di solito sono necessari anni di residenza per essere ammessi alla fruizione della risorsa comune.

¹³ Da notare che il problema affrontato da un singolo fruitore che divide una risorsa con altri differisce da quello del policy maker che invece considera il beneficio aggregato di tutti i fruitori. In questo contesto, il fruitore, se razionale, includerà una valutazione dello stock nella sua funzione di beneficio e questa valutazione varierà inversamente con l'aumentare di rivali presenti (Arnason, 1990).

Quindi, un aumento di rivali reali produce una contrazione del beneficio, ovvero $B_n < 0$.

L'ammontare delle risorse considerata è misurato da una variabile x_t che si assume soddisfi la seguente equazione differenziale stocastica¹⁴:

$$\begin{aligned} dx_t &= \mu(x_t)dt + \sigma x_t dW_t, \quad \text{con } x_0 = x, \sigma > 0 \\ \mu(x_t) &= \gamma(x_t)x_t - h(x_t, n_t)n_t \end{aligned} \quad (1)$$

Nell'equazione (1) $\gamma(x_t)$ rappresenta il tasso atteso di accrescimento naturale dello stock ed è decrescente rispetto all'ammontare dello stock stesso¹⁵; $h(x_t, n_t)n_t$ è il tasso individuale atteso di raccolta moltiplicato per il numero di utilizzatori presenti al tempo t e rappresenta la riduzione dello stock prodotta dallo sfruttamento da parte dei competitori. Tale riduzione è, generalmente, positivamente legata alla consistenza delle stock. Il tasso individuale atteso di raccolta è positivamente correlato con la consistenza dello stock e negativamente con il numero di utenti rivali¹⁶.

Il modello incorpora, inoltre, la possibilità che alcuni fattori casuali, come l'andamento meteo climatico, possano influenzare lo stock ed il tasso di crescita della biomassa. Il termine σx_t è la misura della variabilità e dW_t è l'incremento di un moto Browniano con media $E(dW_t) = 0$ e varianza $E[(dW_t)^2] = dt$ ¹⁷.

¹⁴ Per una trattazione introduttiva delle equazioni stocastiche differenziali e dei moti browniani si rimanda a Cox e Miller (1965), ed Harrison (1985).

¹⁵ I modelli più utilizzati per ottimizzare lo sfruttamento di risorse rinnovabili incorporano processi di auto limitazione del tasso di crescita al crescere dello stock (Clark, 1990).

¹⁶ Questa ipotesi è in linea con l'approccio classico alla modellizzazione dell'uso delle risorse rinnovabili dove lo sforzo per la raccolta (E) inteso come l'aggregato di capitale, energia e lavoro impiegato in un certo intervallo di tempo (Schaefer, 1954), necessario alla raccolta di una certa quantità (h) di risorsa è inversamente proporzionale alla consistenza dello stock (x).

¹⁷ La specificazione della variabilità adottata nell'equazione (1) potrebbe essere arricchita, senza alterare minimamente i risultati ottenibili, dalla rappresentazione di variazioni repentine nello stock di risorse causate da eventi eccezionali esterni come inquinamenti, incendi, bracconaggio, ecc. In questo caso la (1) diventa la seguente espressione:

$$dx_t = \mu(x_t)dt + \sigma x_t dW_t + x_t dQ_t$$

dove dQ_t è la variazione negativa di un processo di Poisson, indipendente da W_t con tempo medio di arrivo λ . Il processo dQ_t possiede la seguente distribuzione di probabilità:

$$dQ_t = \emptyset \text{ con probabilità } \lambda dt;$$

$$dQ_t = 1 \text{ con probabilità } 1 - \lambda dt;$$

A questo proposito si veda Moretto e Rosato (2000).

Una possibile forma della funzione $\mu(x_t)$ potrebbe essere individuata dalla seguente espressione: $\mu(x_t) = \mu(n)x_t$, assumendo che $\mu'(n)=0$ per tener conto del fatto che un aumento dei competitori riduce il tasso di crescita dello stock di risorsa disponibile. In questo modo, la (1) diventa una equazione differenziale stocastica di tipo geometrico:

$$dx_t = \mu(n)x_t dt + \sigma x_t dW_t, \quad \text{con } x_0 = x, \sigma > 0 \quad (2)$$

che permette di ottenere una forma chiusa per il valore del diritto d'uso della risorsa.

3.1. Il valore del diritto d'uso della risorsa collettiva

Il diritto d'uso si sostanzia nella facoltà di attingere ad una certa risorsa comune per un certo periodo, nei luoghi prescritti e con modalità stabilite. In altre parole esso può essere considerato come un capitale che fornisce un beneficio istantaneo $B(x_t; n)$, che dipende dal livello che assume lo stock di risorsa e dal numero degli utilizzatori. Si assuma, senza con questo perdere in generalità, che n sia costante e una forma funzionale per B del tipo:

$$B(x_t; n) = B(n)x_t^\xi, \quad \text{con } 0 < \xi < 1 \quad (3)$$

Si assuma, inoltre, che il possessore del diritto, debba sostenere un costo $k > 0$ ogni qualvolta desidera rendere operativo questo suo diritto e che tale costo non sia recuperabile se egli decide di rimettere il medesimo diritto¹⁸.

Si assuma, infine, che il titolare del diritto abbia la possibilità di rinunciare allo sfruttamento della risorsa in qualsiasi momento a fronte di un costo d'uscita pari ad $l \geq 0$ ¹⁹.

Ora è possibile individuare l'ammontare del beneficio netto prodotto dalla risorsa comune al momento t . Tale valore sarà diverso a seconda che il titolare del diritto lo stia esercitando o meno. Per un individuo che sta sfruttando attivamente la risorsa, il beneficio netto realizzato è espresso, al tempo t dalla funzione:

$$\pi(x_t) = B(n)x_t^\xi - c \quad (4)$$

¹⁸ Nelle assunzioni è insita la possibilità del titolare del diritto d'uso di riprendere lo sfruttamento della risorsa a fronte di un nuovo esborso pari a k (Dixit, 1989).

¹⁹ L'esborso k potrebbe essere riconducibile al capitale, non completamente riconvertibile, necessario allo sfruttamento della risorsa. La spesa l , invece potrebbe essere riconducibile al ripristino delle condizioni iniziali della risorsa.

dove c indica i costi fissi periodici. Tali costi, come spesso accade nell'uso delle risorse ambientali, corrispondono agli esborsi periodici (annui, mensili, giornalieri) che l'utilizzatore della risorsa deve sostenere per poterla sfruttare. Se, al contrario, il titolare del diritto non lo esercita si avrà che

$$\pi(x_t) = 0$$

Ora, dato che dalla (2) il fruitore reale è consapevole che lo stock di risorsa disponibile può aumentare e diminuire con una probabilità positiva, è evidente che potrà continuare ad utilizzare la risorsa anche in condizioni particolarmente avverse, nella speranza di evitare il costo d'uscita l e/o l'eventuale costo di reingresso k . Analogamente, il fruitore potenziale deciderà di attivare il processo di sfruttamento della risorsa solo se il beneficio atteso sarà sensibilmente superiore al costo d'entrata k , in modo da scontare l'eventualità che esso peggiori in seguito ad una fluttuazione negativa di x_t .

Come, messo in evidenza da Dixit (1989) e Moretto (1996), la decisione d'entrata e quella d'uscita, o in altri termini, di tenere od esercitare le due opzioni disponibili al fruitore della risorsa, va effettuata rispetto a due livelli soglia x_L ed x_H con $x_L < x_H$, nella disponibilità di risorsa x_t . Un fruitore reale troverà conveniente continuare nella sua attività fintanto che lo stock di risorsa rimane sopra il livello minimo definito da x_L , ma sospenderà lo sfruttamento appena x scende al di sotto di x_L . Al contrario, un individuo che deve decidere se esercitare il suo diritto, attiverà lo sfruttamento solo se lo stock salirà al di sopra della soglia x_H , fintanto che x non supera questa soglia, la sua strategia ottimale sarà quella di attendere, mantenendo la sua opzione (diritto d'uso) inesercitata.

Assumendo che i titolari del diritto d'uso sulla risorsa comune siano omogenei fra loro, e che ciascuno decida se attivare o meno lo sfruttamento della risorsa in modo tale da massimizzare il valore scontato dei benefici netti attesi, è possibile individuare il valore del diritto d'uso della risorsa comune nelle due situazioni possibili:

- fruizione reale;
- fruizione potenziale.

Se si definisce con $W_i(x)$ il valore del diritto d'uso della risorsa collettiva di un individuo che sta sfruttando la risorsa, fruitore reale, si avrà che (equazione di Bellman):

$$W_1(x) = E \left\{ \int_0^{T_L} e^{-\rho t} [B(n)x_t^\varepsilon - c] dt \mid x_0 = x \right\} + E \left\{ e^{-\rho T_L} [W_0(x_L) - l] \mid x_0 = x \right\} \quad \text{per tutti gli } x \in (x_L, \infty) \quad (5)$$

dove ρ è il tasso di sconto. $W_0(x_L)$ rappresenta il valore del diritto d'uso della risorsa nel caso l'individuo non la stia attivamente sfruttando, fruitore potenziale, valutato al tempo $T_L = \inf(t \geq 0 \mid x_t < x_L)$ quando questi rimetterà il suo diritto in seguito alla diminuzione della risorsa disponibile al di sotto della soglia minima x_L .

Nel caso, invece, un individuo si trovi nello stato di fruitore potenziale, la sua strategia ottimale sarà quella di dar avvio allo sfruttamento solo se l'ammontare della risorsa disponibile raggiunge il livello soglia x_H . Poiché mentre attende, non riceve nessun beneficio dalla risorsa, si avrà (equazione di Bellman):

$$W_0(x) = E \left\{ e^{-\rho T_H} [W_1(x_H) - k] \mid x_0 = x \right\}, \quad \text{per tutti gli } x \in (0, x_H) \quad (6)$$

ove $T_H = \inf(t \geq 0 \mid x_t \geq x_H)$ indica il momento, e x_H la soglia, in cui diverrà conveniente attivare il processo di sfruttamento.

3.2 La strategia ottimale del fruitore

Il modello descritto nel paragrafo precedente consente di individuare la strategia ottimale dell'utilizzatore, attuale o potenziale, della risorsa comune. Tale strategia, si concretizza nella scelta fra le opzioni riportate in tabella 3.

Tabella 3 - Le opzioni nell'uso della risorsa comune

Situazione iniziale	Opzioni possibili	Ammontare della risorsa disponibile
Utilizza	Continua ad utilizzare	$x_t \geq x_L$
	Smette di utilizzare	$x_t < x_L$
Non utilizza	Continua a non utilizzare	$x_t \leq x_H$
	Inizia ad utilizzare	$x_t > x_H$

La decisione ottima si identifica risolvendo un problema di programmazione dinamica. Dalle equazioni di Bellman (5) e (6) la soluzione per W_1 e W_0 deve soddisfare le seguenti condizioni:

$$\Gamma W_1(x) = -\left[B(n)x^{\xi} - c \right], \quad \text{per } x \in (x_L, \infty) \quad (7)$$

$$\Gamma W_0(x) = 0, \quad \text{per } x \in (0, x_H) \quad (8)$$

dove Γ indica l'operatore differenziale:

$$\Gamma = -\rho + \hat{\mu}x \frac{\delta}{\delta x} + \frac{1}{2} \hat{\sigma}^2 x^2 \frac{\delta^2}{\delta x^2}$$

$$\text{e dove } \hat{\mu} \equiv \xi\mu(n) - \frac{1}{2}\xi(\xi-1)\sigma^2 \text{ e } \hat{\sigma} \equiv \xi\sigma.$$

I vincoli operativi sono:

$$W_1(x_L) = W_0(x_L) - l \quad (9)$$

$$W_0(x_H) = W_1(x_H) - k \quad (10)$$

$$W_0'(x_L) = W_1'(x_L) \quad (11)$$

$$W_0'(x_H) = W_1'(x_H) \quad (12)$$

Le quattro equazioni (9)-(12) indicano le usuali condizioni di *value matching* e di *smooth pasting* per l'individuazione della strategia ottimale d'utilizzo della risorsa (Dixit, 1989). Le *value matching* (9) e (10) indicano la condizione di indifferenza del fruitore nel momento del passaggio dallo stato di fruitore reale a quello di fruitore potenziale e viceversa. Le *smooth pasting* indicano le condizioni di ottimalità per i valori soglia x_L e x_H .

Assieme alle equazioni (9)-(12) la soluzione delle equazioni differenziali (7) e (8) richiede alcune condizioni di contorno:

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \left\{ W_1(x) - \left(\frac{B(n)x^{\xi}}{\rho - \hat{\mu}} - \frac{c}{\rho} \right) \right\} = 0 \quad \lim_{x \rightarrow 0} W_0(x) = 0$$

dove il termine $\frac{B(n)x^{\xi}}{\rho - \hat{\mu}} - \frac{c}{\rho}$ indica il valore atteso scontato dei benefici che il fruitore reale si aspetta di ottenere dall'uso indefinito della risorsa (Harrison 1985, p. 44). Per garantire che questo valore possa essere positivo si assume $\rho - \hat{\mu} > 0$.

Dalla linearità delle equazioni differenziali (7) e (8), e facendo uso dei limiti riportati sopra è possibile mostrare che il valore del diritto d'uso della ri-

sorsa collettiva per un fruitore reale è dato da:

$$W_1(x) = A_1 x^{-\alpha} + \left(\frac{B(n)x^{\xi}}{\rho - \hat{\mu}} - \frac{c}{\rho} \right) \quad \text{per ogni } x \in (x_L, \infty) \quad (13)$$

e per un fruitore potenziale:

$$W_0(x) = A_0 x^{+\beta} \quad \text{per ogni } x \in (0, x_H) \quad (14)$$

con $-\alpha < 0$ e $\beta > 1$. Inoltre, avendo indicato con il termine $\frac{B(n)x^{\xi}}{\rho - \hat{\gamma}} - \frac{c}{\rho}$ il valore atteso scontato dei benefici che il fruitore si aspetta di ottenere dall'uso della risorsa, i termini aggiuntivi $A_1 x^{-\alpha}$ e $A_0 x^{+\beta}$ nelle equazioni (13) e (14) indicano, rispettivamente, il valore dell'opzione a sospendere o attivare l'uso della medesima. Ne discende, quindi, che obbligatoriamente le costanti di integrazione A_0 e A_1 devono essere positive.

Queste costanti, assieme ai valori soglia x_L e x_H sono determinate risolvendo il sistema di quattro equazioni (9)-(12). A causa della non linearità del sistema, non è possibile ottenere una soluzione in forma chiusa per i valori di x_L e x_H , e conseguentemente della strategia d'uso della risorsa ottimale da parte del fruitore. Tuttavia, è possibile ricavare alcune proprietà di x_L e x_H . Le caratteristiche delle soglie di ingresso del fruitore potenziale e di uscita del fruitore reale possono essere dedotte dalla seguente proposizione dove è definito l'intervallo, all'interno del quale trovare i valori ottimali di soglia (per la dimostrazione si rimanda all'Appendice).

Proposizione:

Se $c > \rho l$, il valore di soglia per l'abbandono dell'uso della risorsa soddisfa la disuguaglianza:

$$B(n)x_L^{\xi} \geq \frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{\rho - \hat{\mu}}{\rho} (c - \rho l)$$

Il valore di soglia per l'attivazione dell'uso della risorsa soddisfa la seguente disuguaglianza:

$$B(n)x_H^{\xi} \leq \frac{\beta}{\beta-1} \frac{\rho - \hat{\mu}}{\rho} (c + \rho k)$$

La proposizione mette in evidenza due limiti, inferiore e superiore, entro i quali individuare le soglie ottimali. Una prima analisi, mostra che questi valori limite altro non sono che i costi medi di lungo periodo Marshalliani $(c-\rho l)$ e $(c+\rho k)$ moltiplicati per un fattore, $\frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{\rho-\hat{\mu}}{\rho} < 1$ e $\frac{\beta}{\beta-1} \frac{\rho-\hat{\mu}}{\rho} > 1$ rispettivamente, che tiene conto del grado di irreversibilità che la scelta di abbandonare o attivare l'uso della risorsa comporta per il fruitore.

A questo riguardo, l'approccio microeconomico classico mostra chiaramente che il potenziale fruitore dovrebbe attivarsi ad usare la risorsa se il beneficio che ne riceve supera il costo medio totale, dove per costo medio si intende il costo periodico c più gli interessi (annuali) sull'investimento ρk . Allo stesso modo, un fruitore attivo dovrebbe considerare l'opportunità di abbandonare lo sfruttamento della risorsa se il beneficio scende al di sotto del costo periodico c . Tuttavia, se è presente un esplicito costo di abbandono dell'attività l , il fruitore dovrebbe tener conto degli interessi che risparmierebbe se rimandasse la decisione, per questo motivo il costo medio di lungo periodo diventa $c-\rho l$.

La proposizione, invece, sostiene che nel caso il fruitore si trovi a fronteggiare una decisione in condizioni di incertezza e le decisioni comportano costi irrecuperabili sia all'entrata che all'uscita, i valori soglia Marshalliani statici non sono più validi; quelli ottimali possono essere "notevolmente" diversi. Per l'attivazione il fruitore potenziale aspetta che il beneficio salga molto al di sopra del costo medio di lungo periodo prima di dare avvio allo sfruttamento della risorsa, e per l'abbandono il fruitore reale aspetta che il beneficio scenda molto al di sotto del costo medio d'uscita prima di abbandonare l'attività.

Ovviamente se $c \leq \rho l$, non potendo avere un valore soglia negativo, x_L è posto uguale a zero e l'opzione ad abbandonare l'uso della risorsa perde di valore, che equivale a porre $A_l = 0$ in (13).

Corollario:

Se $c \leq \rho l$, il valore di soglia per l'abbandono dell'uso della risorsa è uguale a $x_L = 0$, mentre il valore di soglia per l'attivazione dell'uso diventa:

$$B(n)x_H^e = \frac{\beta}{\beta-1} \frac{\rho-\hat{\mu}}{\rho} (c+\rho k)$$

4. Alcune simulazioni

Le relazioni descritte dalla proposizione possono essere utilizzate per valutare l'effetto di variazioni nelle condizioni di contorno della fruizione della risorsa. Data la struttura dinamica del modello, le simulazioni sono state eseguite essenzialmente per individuare l'andamento dei valori di soglia d'ingresso e di uscita. L'analisi sulle soglie permette di verificare l'effetto di una certa azione sulla direzione e sulla stabilità dell'evoluzione della fruizione della risorsa comune.

Nella tabella seguente sono riportati i possibili stati nella fruizione della risorsa che si possono ottenere confrontando l'ammontare della risorsa rispetto alle soglie x_L e x_H e rispetto all'entità della differenza fra le medesime che può essere definita come l'intervallo di isteresi ($\Delta_{HL} = x_H - x_L$). Tale differenza può

essere considerata una *proxy* della stabilità del sistema: maggiore è l'intervallo più ampie sono le oscillazioni nella disponibilità della risorsa che non producono effetti nelle scelte del fruitore.

Tabella 4 - La dinamica dell'uso della risorsa comune

Situazione risorsa	Isteresi (Δ_{HL})	
	Bassa	Elevata
$x_t < x_H$	Abbandono instabile	Abbandono stabile
$x_L < x_t < x_H$	Ristagno instabile	Ristagno stabile
$x_H < x_t$	Utilizzo instabile	Utilizzo stabile

Passando ora all'esame dei risultati delle simulazioni di statica comparata, è stato preso in considerazione l'effetto dei seguenti fattori:

- il costo irrecuperabile d'entrata (k) e d'uscita (l);
- il costo periodico (c);
- l'incertezza (σ);
- il numero dei rivali (n).

Le simulazioni sul costo d'entrata (k) hanno permesso di evidenziare che al suo aumentare, cresce il grado di isteresi (Δ_{HL}). In altre parole, i valori soglia divergono al crescere del costo d'entrata $\left(\frac{dx_H}{dl} > 0, \frac{dx_L}{dl} < 0 \right)$. La dimostrazione for-

male di questo risultato si può trovare in Dixit e Pindyck (1994, cap. 7). In ogni caso, l'affermazione si giustifica anche sul piano intuitivo: il fruitore potenziale rimanda la sua decisione all'aumentare del costo per renderla operativa e, quindi, x_H aumenta. Del resto, questo andamento è derivabile anche dall'approccio microeconomico classico. Interessante è anche notare che, all'aumentare di k , diminuisce anche x_L e, quindi, diminuisce la tendenza ad abbandonare l'uso della risorsa una volta attivato. Infatti, dato che l'ammontare della risorsa disponibile è incerto, esiste la possibilità che in futuro ritorni conveniente l'uso della medesima. In tal caso, continuando l'uso, potrà evitare di incorrere nella spesa irrecuperabile k crescente. All'aumentare del costo k , aumenta il valore dell'opzione di abbandono e quindi aumenta la convenienza a ritenerla. L'aumento del costo d'entrata k si risolve sempre in una stabilizzazione della situazione attuale: infatti i valori di soglia che fanno scattare la convenienza ad esercitare qualsiasi opzione (d'entrata o d'uscita) si allontanano.

Questo risultato permette di far luce sull'effetto di possibili incentivi all'ingresso di fruitori di risorse comuni. L'incentivo che si concretizza in una diminuzione dei costi irrecuperabili d'ingresso, facendo convergere le soglie, rende il sistema più flessibile, sia in ingresso sia in uscita.

Risultati analoghi si ottengono aumentando il costo di uscita (l). Infatti, i valori soglia divergono al crescere del costo d'uscita $\left(\frac{dx_H}{dl} > 0, \frac{dx_L}{dl} < 0\right)$. La spiegazione, sia formale che intuitiva, è analoga alla precedente: se aumenta il costo d'uscita, sarà rafforzata la convenienza a continuare l'uso posponendo i costi di recupero. Parimenti, per l'utilizzatore potenziale, un aumento del costo d'uscita è un disincentivo ad attivare lo sfruttamento, dato che si traduce in un aumento dell'esborso da sostenere se la risorsa in futuro si contrarrà rendendone l'utilizzo non più conveniente.

Il modello ha permesso di evidenziare che l'esistenza di costi irrecuperabili, sia d'ingresso sia d'uscita, genera la divergenza fra le soglie d'ingresso e d'uscita. Ovviamente, in assenza di tali costi, la decisione risulta perfettamente flessibile, i valori soglia nel beneficio convergono al costo periodico

$\left[\lim_{k,l \rightarrow 0} B(n)x_H^E, B(n)x_L^E = c\right]$. In questo caso, il valore di soglia, unico, aumenta

al crescere del costo $\left(\frac{dx_{L,H}}{dc} > 0\right)$. Una risorsa per la quale i costi periodici aumentano risulterà più difficile da sfruttare e verrà abbandonata più facilmente.

L'analisi condotta finora, potrebbe essere eseguita con gli strumenti classici dell'economia dell'impresa. L'approfondimento consentito dal modello riguarda l'effetto dell'incertezza. Al riguardo è possibile dimostrare che un aumento dell'incertezza relativa all'ammontare futuro della risorsa disponibile per ciascun fruitore (σ) comporta sempre un aumento dell'isteresi (Δ_{HL}) cioè:

$$\frac{dx_H}{d\sigma} > 0, \frac{dx_L}{d\sigma} < 0. \text{ Infatti, è facile dimostrare che } \frac{\delta\beta}{\delta\sigma} < 0, \text{ quindi un aumento di}$$

σ aumenta il coefficiente moltiplicativo $\frac{\beta}{\beta-1}$. Parimenti, si può mostrare che

$$\frac{\delta\alpha}{\delta\sigma} > 0, \text{ per cui un aumento di } \sigma \text{ diminuisce il coefficiente moltiplicativo } \frac{\alpha}{\alpha+1}.$$

L'effetto complessivo di un aumento di incertezza è quello di aumentare la differenza fra i valori soglia ottimali, x_L e x_H .

L'incertezza, quindi, amplifica l'effetto dei costi irrecuperabili d'ingresso e d'uscita e la sua modulazione può costituire una leva a disposizione nel governo della risorsa comune. La quantità di informazione da far circolare e gli interventi di "programmazione" della fruizione, riducendo l'incertezza, possono ridurre il grado di isteresi e rendere il sistema più flessibile, sia in ingresso che in uscita. Non bisogna, infatti, dimenticare che l'effetto dell'incertezza è quello di aumentare il grado di inerzia del fruitore, ancorandolo al suo stato iniziale.

Infine, le simulazioni hanno evidenziato che l'effetto di un aumento nel numero dei fruitori ha degli effetti diversi a seconda di alcune assunzioni di contorno. Ad esempio, se il numero dei fruitori non altera il tasso di crescita della risorsa e quindi la produttività non diminuisce $\mu'(n) = 0$ e si verifica una contrazione del beneficio ritraibile dal singolo fruitore per un disturbo reciproco [a prescindere dalla rivalità, $B'(n) < 0$], un aumento dei rivali comporta un innalzamento di entrambi i valori soglia $\left(\frac{dx_n}{dn} > 0, \frac{dx_L}{dn} > 0\right)$. Tale effetto è dovuto ai benefici marginali decrescenti rispetto al numero dei fruitori. A parità di condizioni, quindi, un aumento di rivali produce un disincentivo all'esercizio dell'opzione d'entrata in presenza di benefici decrescenti. Parimenti, per il fruitore attuale, l'ingresso di nuovi competitori può tradursi in un incentivo ad esercitare l'opzione d'uscita.

Se, invece, il numero dei fruitori non altera il beneficio marginale [$B'(n) = 0$], ma riduce la produttività marginale [$\mu'(n) < 0$], un aumento dei rivali com-

porta una diminuzione dei valori soglia: $\frac{dx_H}{dn} < 0, \frac{dx_L}{dn} < 0$. L'effetto è dovuto al fatto che l'aumento di n diminuisce la produttività (μ), che fa aumentare β e, quindi, una diminuzione del coefficiente moltiplicativo $\frac{\beta}{\beta-1}$. L'effetto contrario si verifica per il coefficiente α . In definitiva, se il fruitore è conscio che l'aumento dei fruitori compromette il tasso di crescita della risorsa, e non vi sono significativi effetti negativi di congestione, tenderà ad attivare più facilmente la fruizione per evitare la competizione futura sulla risorsa decrescente.

Infine, nel caso in cui l'aumento dei competitori produca, contemporaneamente, una contrazione nel futuro tasso di crescita della risorsa ed un effetto di congestione sul benefico privato [$B'(n) < 0$ e $\mu'(n) < 0$], non è possibile definire a priori l'effetto cumulato sulle soglie d'ingresso e d'uscita. Esso dipenderà dall'ammontare relativo della diminuzione del tasso di crescita rispetto all'effetto di congestione.

5. Considerazioni riassuntive

Il governo delle risorse comuni è un tema di grande attualità e vi è un certo interesse per l'analisi delle istituzioni che hanno dimostrato in passato la capacità di gestire in modo "sostenibile" le risorse naturali. È piuttosto difficile spiegare le ragioni di questo successo. Infatti, l'apparato classico della teoria dei beni pubblici non è sufficientemente articolato per cogliere le specificità dei sistemi che hanno saputo realizzare uno sfruttamento coerente con le esigenze di conservazione.

L'analisi degli aspetti istituzionali e sociali appare, quindi, indispensabile per spiegare la formazione e l'evoluzione nel tempo di queste istituzioni. Nell'ambito di questa analisi assume un certo rilievo lo studio del comportamento del singolo fruitore; infatti, anche dalle sue decisioni dipende la realizzazione degli obiettivi sociali dello sfruttamento delle risorse comuni. Nel presente lavoro è stato illustrato un modello per rappresentare il comportamento di un fruitore di una risorsa naturale comune e riproducibile. Il modello è stato sviluppato a partire dall'assunto che l'opportunità di esercitare un diritto d'uso è assimilabile ad una opzione reale, dato che l'incertezza sui benefici futuri e l'irreversibilità di alcune spese fanno emergere un beneficio ad attendere nell'attivazione o nella disattivazione dell'uso. Tale approccio ha comportato lo sviluppo di un modello per la determinazione del valore del diritto d'uso e delle regole che

ne governano l'esercizio. Il modello è stato impiegato per verificare il comportamento del fruitore al variare delle condizioni di contorno.

Innanzitutto, le simulazioni hanno evidenziato che la decisione del fruitore di esercitare l'opzione d'ingresso o d'uscita dalla fruizione avviene rispetto a due distinte soglie e che tali soglie divergono a causa dei costi irrecuperabili d'ingresso e d'uscita e dell'incertezza che grava sulla disponibilità futura della risorsa. La differenza fra soglie, isteresi, condiziona significativamente la flessibilità dell'uso della risorsa: un'isteresi elevata produce un aumento dell'inerzia nei fruitori che vengono ancorati alla loro condizione iniziale.

L'attenzione si è quindi spostata sui fattori condizionanti il grado di isteresi.

L'ammontare del costo irrecuperabile d'entrata e d'uscita condiziona significativamente la differenza fra le soglie, che cresce all'aumentare di tali costi. Questo risultato permette di valutare la possibilità di calibrare possibili incentivi all'ingresso di fruitori di risorse comuni. L'incentivo, diminuendo i costi irrecuperabili d'ingresso, fa convergere le soglie e rende il sistema più flessibile, sia in ingresso sia in uscita. Analoghi effetti produce l'incentivo all'uscita. Se non vi sono costi irrecuperabili d'ingresso e d'uscita il valore di soglia, unico, è determinato dal costo periodico, il cui aumento produce sempre un aumento della soglia.

L'incertezza amplifica l'effetto dei costi irrecuperabili ed un suo incremento comporta sempre un aumento dell'isteresi. Il controllo dell'incertezza rende il sistema più flessibile, sia in ingresso che in uscita, diminuendo l'inerzia del fruitore.

Infine, le simulazioni hanno evidenziato che l'aumento del numero dei fruitori ha degli effetti piuttosto ambigui. Se vi è un apprezzabile effetto di congestione, aggiuntivo alla rivalità nell'uso della risorsa, ma non viene alterata la sua capacità di riprodursi, l'aumento dei fruitori agisce da deterrente l'uso, favorendo le uscite e scoraggiando gli ingressi. Se, al contrario, l'aumento dei fruitori compromette la produttività della risorsa, ma non vi è effetto di congestione, il fruitore è stimolato ad utilizzare la risorsa immediatamente per evitare la competizione futura su una risorsa compromessa dallo sfruttamento dei rivali. Se si verificano, contemporaneamente, una significativa congestione fra fruitori e la riduzione della capacità produttiva della risorsa, non è possibile individuare un effetto univoco. Il risultato finale è legato all'entità relativa dell'impatto sul beneficio del fruitore dell'aumento della congestione e della riduzione della produttività della risorsa.

Appendice

La proposizione 1 può essere dimostrata sostituendo le equazioni (13) e (14) nel sistema formato da (9)-(12) e ottenendo il seguente sistema di quattro equazioni:

$$A_1 x_L^{-\alpha} + \left(\frac{B(n)x_L^{\xi}}{\rho - \hat{\mu}} - \frac{c}{\rho} \right) = A_0 x_L^{+\beta} - l \quad (15)$$

$$-A_1 \alpha x_L^{-\alpha-1} + \frac{B(n)\xi x_L^{\xi-1}}{\rho - \hat{\mu}} = A_0 \beta x_L^{\beta-1} \quad (16)$$

$$A_1 x_H^{-\alpha} + \left(\frac{B(n)x_H^{\xi}}{\rho - \hat{\mu}} - \frac{c}{\rho} \right) = A_0 x_H^{+\beta} + k \quad (17)$$

$$-A_1 \alpha x_H^{-\alpha-1} + \frac{B(n)\xi x_H^{\xi-1}}{\rho - \hat{\mu}} = A_0 \beta x_H^{\beta-1} \quad (18)$$

Poiché il sistema risulta lineare in A_0 e A_1 , sostituendo (15) in (16) si ottiene:

$$A_1 x_L^{-\alpha} = \left[\frac{1-\beta}{\alpha+\beta} \left(\frac{1}{\rho - \hat{\mu}} B(n)x_L^{\xi} \right) + \frac{\beta}{\alpha+\beta} \left(\frac{c}{\rho} - l \right) \right] \quad (19)$$

$$A_0 x_L^{+\beta} = \left[\frac{1+\alpha}{\alpha+\beta} \left(\frac{1}{\rho - \hat{\mu}} B(n)x_L^{\xi} \right) + \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \left(\frac{c}{\rho} - l \right) \right] \quad (20)$$

L'equazione (19) indica il valore dell'opzione che un fruitore reale ha di abbandonare nel futuro l'uso della risorsa, valutata al valore soglia d'uscita x_L . Affinché questo valore risulti positivo è sufficiente che il termine destro della (19) lo sia, cioè deve essere:

$$B(n)x_L^{\xi} \leq \frac{\beta}{\beta-1} \frac{\rho - \hat{\mu}}{\rho} (c - \rho l) \quad (21)$$

Simmetricamente, l'equazione (20) si riferisce al valore d'opzione di diventare un fruitore attivo, calcolato al valore soglia d'uscita x_L . Anche in questo caso, affinché questo valore risulti positivo è necessario che:

$$B(n)x_L^{\xi} \geq \frac{\alpha}{\alpha-1} \frac{\rho - \hat{\mu}}{\rho} (c - \rho l) \quad (22)$$

Poiché con $\beta > 1$ e $\alpha > 0$, si ha $\frac{\beta}{\beta-1} > 1 > \frac{\alpha}{1+\alpha} > 0$ ed inoltre poiché $\rho > \hat{\mu}$, le

disuguaglianze (21) e (22) sono entrambe positive oppure entrambe negative a seconda del segno che assume il termine $(c-\rho l)$. Ovvero:

$$x_L \leq 0 \quad \text{se e solo se} \quad c \leq \rho l$$

$$x_L \geq 0 \quad \text{se e solo se} \quad c \geq \rho l$$

Con lo stesso ragionamento è possibile ottenere un intervallo per la soglia di attivazione x_H , la quale risulta sempre positiva e maggiore di x_L . Considerando le due ultime equazioni del sistema, (17) e (18), e sostituendo (17) in (18) si ha:

$$A_1 x_H^{-\alpha} = \left[\frac{1-\beta}{\alpha+\beta} \left(\frac{1}{\rho-\hat{\mu}} B(n) x_H^\xi \right) + \frac{\beta}{\alpha+\beta} \left(\frac{c}{\rho} + k \right) \right] \quad (24)$$

$$A_1 x_H^{+\beta} = \left[\frac{1+\alpha}{\alpha+\beta} \left(\frac{1}{\rho-\hat{\mu}} B(n) x_H^\xi \right) + \frac{\alpha}{\alpha+\beta} \left(\frac{c}{\rho} + k \right) \right] \quad (25)$$

Affinché il valore dell'opzione risulti positivo è sufficiente che i termini a destra siano positivi, cioè:

$$B(n) x_H^\xi \leq \frac{\beta}{\beta-1} \frac{\rho-\hat{\mu}}{\rho} (c + \rho k) \quad (26)$$

$$B(n) x_H^\xi \geq \frac{\alpha}{1+\alpha} \frac{\rho-\hat{\mu}}{\rho} (c + \rho k) \quad (27)$$

Mettendo assieme la (21), (22), (26) e (27) si ottiene l'intervallo di ammissibilità per x_L e x_H riportato nel testo.

Bibliografia

- ACERBO, G. (1924) *Il riordinamento degli usi civici del Regno*, Relazione presentata alla Camera dei Deputati, cit. in G. Medici (1972) *Principi di estimo*, Bologna, Edizioni Calderini.
- ARNASON, R. (1990), Minimum Information Management in Fisheries, *Canadian Journal of Economics*, 23, pp. 630-653.
- BAUMOL, W.J. - OATES W.E. (1988), *The theory of environmental policy*, Cambridge University Press, Cambridge.
- BROSIO, G. (1986) *Economia e finanza pubblica*, NIS, Roma.
- CONRAD, J.M. (1999) *Resource Economics*, Cambridge University Press, Cambridge.
- COX, D.R. - H.D. MILLER, (1965), *The Theory of Stochastic Process*, London: Chapman and Hall.
- DIXIT, A. (1989), Entry and Exit Decisions under Uncertainty, *Journal of Political Economy*, 97(3), pp. 620-638.
- DIXIT, A. - PINDYCK R.S. (1994), *Investment under Uncertainty*, Princeton: Princeton University Press.
- EDWARDS, S. (1998) *Istituzionali Structures and Regulation on Community Owned Forests in the Province of Trento, Italy*, Jobst H., Merlo M., Venzi L., Institutional Aspects of Managerial Economics and Accounting in Forestry, IUFRO pp.215-240.
- FORNI, G. (1972) Società e agricoltura preistoriche nelle regioni montane della padania, *Rivista di storia dell'agricoltura*, 12(1-2), pp. 27-32.
- FRANCESCHETTI, G. (1999) Verso l'integrazione tra politica agricola e politica ambientale in aree montane: alcuni strumenti operativi, *Rivista di Politica Agraria*, 5, pp. 45-55.
- FREEMAN III, A.M. (1984) The Signe and Size of Option Value, *Land Economics*, 60(1), pp. 1-13.
- HARDIN, G. (1968), The Tragedy of the Commons, *Science*, 162, pp. 1243-1248.
- HARRISON J.M. (1985), *Brownian Motions and Stochastic Flow Systems*, New York: Wiley.

- HOWARTH, B.H. (1997) Defining Sustainability: An Overview, in B.H. Howarth (ed.) Special Issue: Defining Sustainability, *Land Economics*, 73(4), pp. 445-447.
- MERLO, M. (1995), Common Property Forest Management in Northern Italy: an Historical and Socio-economic Profile, *Unasylva*, 180(46), pp. 58-63.
- MORETTO, M. (1996), A Note on Entry-Exit Timing with Firm-Specific Shocks, *Giornale degli Economisti e Annali di Economia*, 55(1), pp. 75-95.
- MORETTO, M. - ROSATO, P. (2000) *The Value of Licenses for Recreational Resources Use*, FEEM Note di Lavoro, n. 64, Milano.
- OSTROM, E. (1996) Né mercato né stato nella gestione delle risorse collettive, *La Questione Agraria*, 64, pp. 7-39.
- OSTROM, E. (1999) *How Some Communities Have Avoided the Tragedy of the Commons*, Quaderni di Ricerca del Centro di Documentazione sui Demani Civici e le Proprietà Collettive, Università di Trento, pp. 55.
- OSTROM, E. - GARDNER, R. - WALKER, J. (1994) *Rules, Games and Common-Pool Resources*, The University of Michigan Press.
- PEARCE, D.W. - TURNER R.K. (1990), *Economics of Natural Resources and the Environment*, Baltimore, John Hopkins University Press.
- PITTERI M. (1984) *Segar le acque*, Treviso, Comune di Quinto di Treviso.
- SERENI, E. (1955), *Comunità rurali nell'Italia antica*, Roma, Rinascita Edizioni.