

Metodi economici per la risoluzione di conflitti nell'uso delle risorse idriche

Richard Bishop*

L'analisi economica ha tradizionalmente giocato un ruolo importante nello sviluppo delle risorse idriche degli Stati Uniti. La prima analisi formale costi-benefici, oggi applicata in molti paesi ad una vasta varietà di progetti e problemi di politica delle risorse, è apparsa proprio in concomitanza con l'emissione del "Decreto sul Controllo delle Inondazioni" (Flood Control Act) del 1934. Nonostante ciò, gli economisti si trovano di fronte a problematiche relative all'uso delle risorse idriche cui ancora non sono preparati. Gli usi tradizionali delle risorse idriche, quali l'approvvigionamento di acqua ad uso urbano, industriale ed irriguo, per la generazione di energia idroelettrica, per la creazione di riserve ricreative per il controllo di piene, per il trasporto, e per la gestione dei rifiuti hanno dominato per lungo tempo le strategie di gestione delle acque pubbliche negli Stati Uniti. Tuttavia, gli usi non tradizionali, quali la ricreazione fluviale, la protezione dell'ambiente, e la conservazione di specie in pericolo di estinzione stanno acquisendo un'importanza sempre più prioritaria rispetto agli usi tradizionali. È per questa ragione che gli economisti che devono offrire analisi scientifiche in supporto di decisioni pubbliche riguardanti la gestione delle risorse idriche devono risolvere quesiti di politica delle risorse non trattati in precedenza.

L'impiego non tradizionale delle acque pubbliche crea problemi particolari per diverse ragioni. Innanzitutto, la risorsa idrica utilizzata a scopo ricreativo o per la protezione dell'ambiente costituisce un bene che non ha mercato. Se si dovesse studiare la desiderabilità economico-sociale di tali usi utilizzando l'analisi costi-benefici e se si dovesse mettere in luce i conflitti economici fra beni con e senza mercato, si rivelerebbe necessario esprimere il valore dei beni senza mercato in unità monetarie. In secondo luogo, i concetti dell'analisi costi-benefici, che furono storicamente usati per valutare la fattibilità eco-

* Professore ordinario nel Dipartimento di Economia Agraria Università del Wisconsin, Madison

nomica dei progetti idrici, non sono sufficientemente sofisticati per trattare questioni più complesse relative alla gestione di progetti già in atto. Nel passato, per esempio, i possibili benefici derivanti da centrali idroelettriche erano normalmente stimati calcolando i costi della centrale termica di minimo costo di paragonabili dimensioni. Probabilmente, per il livello di conoscenze di quei tempi, questa era una soluzione pratica accettabile. Tuttavia, la gestione di centrali energetiche già operanti richiede soluzioni di gran lunga più raffinate. Fortunatamente, lo stato dell'arte in tema di simulazione di sistemi energetici è sufficientemente avanzato per soddisfare tale necessità. In terzo luogo, la tesi che la stima del solo "valore che deriva dalla utilizzazione diretta" delle risorse idriche, quali i benefici derivanti dall'irrigazione e dall'uso ricreativo sia inaccettabile in quanto trascura quei "valori che non derivano dalla diretta utilizzazione", quali potrebbero essere i valori relativi all'impatto ambientale della costruzione e gestione di un progetto idrico, sta acquistando sempre più credito.

Questo studio descrive nuovi strumenti per l'analisi costi-benefici dei conflitti che emergono quando si deve scegliere l'ottima combinazione degli usi tradizionali con gli impieghi volti al raggiungimento di obbiettivi ambientali e ricreativi. Questo lavoro discute, dapprima, come valutare i beni senza mercato, poi presenta dei metodi innovativi per la valutazione di centrali idroelettriche, e da ultimo esamina quei benefici che non derivano dall'uso diretto delle risorse. I nuovi strumenti verranno illustrati facendo riferimento ad una ricerca tuttora in corso sulla gestione della diga del Glen Canyon situata sul fiume Colorado negli Stati Uniti sud-occidentali.

Onde evitare che il lettore si formi un'impressione non corretta, vorrei rendere esplicito che i risultati qui riportati non sono il prodotto della mia sola ricerca, ma rappresentano il lavoro di un gruppo numeroso di ricercatori associati con l'iniziativa di ricerca per gli Studi Ambientali del Glen Canyon (Glen Canyon Environmental Studies), alla quale farò riferimento con l'acronimo GCES. Il GCES è uno studio di rilevanti dimensioni, multidisciplinare e di lungo periodo organizzato dal governo americano. Esso esamina l'impatto delle operazioni della diga del Glen Canyon sull'ambiente, sull'uso ricreativo della risorsa, e sui valori dell'energia idroelettrica generabile. Prima di introdurre gli strumenti prettamente economici, vorrei fornire maggiori dettagli riguardo alla diga del Glen Canyon ed al GCES.

La diga del Glen Canyon e l'ambiente

Fra i fiumi degli Stati Uniti, il Colorado è superato in lunghezza solo dal Mississippi. Nasce nelle alte montagne degli Stati del Colorado, Wyoming, e Utah. Il suo bacino di drenaggio include anche aree degli Stati dell'Arizona, del Nuovo Messico, della California e del Nevada. L'immagazzinamento di acqua per l'irrigazione e per usi municipali ed industriali, la generazione di energia, il controllo delle piene, e l'uso ricreativo dei bacini di riserva lungo il corso del Colorado verso la foce situata nel Golfo della California in Messico è assicurato da un sistema di dighe e di bacini di cui la diga del Glen Canyon ed il vicino lago Powell fanno parte.

Ad eccezione delle zone di alta montagna, questa regione è molto arida e l'acqua è un fattore determinante per lo sviluppo economico. I motivi di conflittualità sull'uso delle risorse idriche sono emersi in passato con toni più o meno accesi, ma sono sempre stati presenti. Storicamente, l'irrigazione ha rappresentato l'uso dominante in termini di volume, ma le utilizzazioni urbane ed industriali stanno acquistando importanza. La generazione di corrente elettrica continua ad essere l'obiettivo principale dei progetti idrici lungo il Colorado. In un clima così arido, dove le precipitazioni annuali sono soggette a forti variazioni da un anno all'altro, l'uso irriguo, urbano e per la generazione di energia aggiungono plusvalore all'acqua accumulata nei bacini di riserva.

La diga del Glen Canyon è uno dei collettori di acqua più ampi delle strutture idriche del fiume Colorado. La diga fu costruita poco più a sud del confine fra gli stati dello Utah e dell'Arizona. È situata in un profondo canyon e si distende per 475 metri lungo la sua cresta. La cima è 178 metri sopra il vecchio canale fluviale. La diga ha creato il lago Powell lungo 300 km. È capace di immagazzinare più di 400 miliardi di metri cubi di acqua. La centrale del Glen Canyon si trova in prossimità della diga e può generare più di 1300 megawatts, il che la rende grande quanto una piccola centrale nucleare. L'energia generata dalla centrale del Glen Canyon viene introdotta in un largo sistema di distribuzione elettrica che raggiunge milioni di consumatori che vivono negli Stati Uniti occidentali.

A valle della diga del Glen Canyon il fiume Colorado attraversa il Parco Nazionale del Grand Canyon ed altre terre amministrate dal Servizio Nazionale dei Parchi degli Stati Uniti (U.S. National Park Service) i cui obiettivi principali sono la conservazione dell'ambiente e lo sviluppo delle attività ricreative. Dato che la Centrale Elettrica del Glen Canyon è stata concepita per

soddisfare picchi giornalieri e variazioni non elevate nella domanda di elettricità, le operazioni normali possono registrare rilasci di energia che variano da circa 80 metri cubi al secondo a più di 800 metri cubi al secondo nell'arco di 24 ore. La produzione d'energia varia anche su base mensile ed annuale in relazione alle condizioni idrologiche, alle richieste di consegna dell'acqua, ed alla domanda di elettricità. L'operazione della diga, oltre ad alterare i ritmi naturali dei flussi del fiume, ha avuto altri due impatti. L'acqua rilasciata dalla diga del Glen Canyon trasporta poco materiale sospeso in confronto alle condizioni esistenti prima della costruzione della diga, in quanto i sedimenti vengono trattenuti all'interno del lago Powell e di altre riserve idriche a monte. Inoltre, l'acqua per la produzione di energia è prelevata da un livello di circa 100 metri al di sotto della superficie del lago Powell. Le temperature dell'acqua sono basse ed abbastanza costanti a questa profondità. Di conseguenza, le acque che vengono rilasciate dalla diga hanno temperature inferiori rispetto a quelle che si riscontravano nei flussi di uscita prima della costruzione della diga, soprattutto durante l'estate. Il lavoro di ricerca scientifica che continua sotto gli auspici del progetto GCES ed altri progetti ha prodotto solo risultati preliminari. Essi tuttavia sono sufficienti a dimostrare che la diga ha avuto riflessi economici sia positivi che negativi. L'acqua fredda proveniente dalla diga ha influenzato negativamente le specie native di pesce tra cui il "cefalo gobbo" (*Leuciscus Cephalus*), una specie annoverata tra quelle in pericolo di estinzione dal governo degli Stati Uniti. Dal lato positivo, le temperature più fresche dell'acqua hanno reso possibile introdurre specie esotiche di trota molto gradite ai pescatori sportivi. Tuttavia, le relazioni tra la diga e la pesca della trota sono complesse. Al di là del fatto che senza la diga non sarebbe possibile praticare la pesca sportiva, le modalità in cui la diga viene operata possono influenzare negativamente la qualità della pesca sportiva. Per esempio, flussi bassi e flussi con forti fluttuazioni in brevi intervalli di tempo possono creare problemi di navigabilità per le barche da pesca. Inoltre, le operazioni della diga possono modificare l'habitus riproduttivo della trota.

L'esistenza della diga influenza anche altre attività ricreative. Sul fiume Colorado, specialmente lungo il Grand Canyon, si pratica lo sport della discesa fluviale. Le gite in barca partono da Lees Ferry, in Arizona, circa 25 km. al di sotto della diga del Glen Canyon e continuano per 320 sino ad attraversare il Grand Canyon. In questo tratto del fiume non ci sono dighe. Pertanto il fiume è facilmente navigabile con l'uso di canotti pneumatici a remi o a motore. Il canotto a remi è lungo

circa 54 metri. Quello a motore misura circa 9 metri e può portare dalle 25 alle 30 persone. Le guide commerciali, munite di licenza emessa dal Centro Servizi del Parco Nazionale, organizzano gite a pagamento lungo tutto il canyon o parte di esso. Il Centro Servizi del Parco rilascia anche permessi speciali a privati che organizzano gite con amici o parenti. Nell'arco di un anno circa 15-20.000 turisti discendono il canyon. Una discesa a motore può durare appena tre giorni se si percorre solo una parte del canyon. Ne dura dieci se lo si discende sino alla fine. La discesa senza motore lungo tutto il canyon può durare da 12 giorni a tre settimane, a seconda dell'itinerario. Chi discende il fiume gode viste spettacolari di un ambiente desertico. Il Grand Canyon è famoso anche per le sue rapide che rendono le gite molto divertenti. Di notte si campeggia lungo il fiume e di giorno ci si può fermare ad esplorare canyons a piedi, fare dei bagni, visitare cascate, camminare e soffermarsi in luoghi archeologici. Le modalità operative della diga regolano il livello dell'acqua nel fiume e pertanto influenzano la qualità della discesa in canotto in molti modi che esamineremo più avanti.

Una delle conseguenze ambientali di maggior rilievo riguarda i processi di deposito di sabbia lungo il letto fluviale. La diminuzione del materiale in sospensione è causa dell'erosione di aree di spiaggia. Ciò potrebbe causare una perdita netta di sabbia nel sistema attraverso processi che potrebbero essere esacerbati dalle attuali modalità di gestione della diga. I ricercatori del GCES stanno studiando i processi di deposizione e di erosione di spiaggia per verificare cosa sta esattamente succedendo. Gli equilibri ecologici della vita ripariana vegetale ed animale del Parco Nazionale del Grand Canyon e di altri territori adibiti a parco dipendono in modo essenziale dalla preservazione delle spiagge. Esse vengono spesso usate come luoghi di accampamento durante le gite fluviali.

La modifica delle operazioni della diga per preservare le specie in pericolo, per proteggere le risorse ambientali, e per migliorare la qualità delle attività ricreative può significare vincolare le operazioni della diga in modo tale da alterare negativamente la generazione di energia elettrica. La stima dei conflitti economici che si riscontrano quando si deve decidere l'ottima allocazione della risorsa idrica tra uso a scopo ricreativo o uso a scopo energetico richiede che il valore della pesca alla trota e della discesa fluviale venga espresso in unità di moneta. Tale problema verrà affrontato nella prossima sezione. In seguito, presenterò gli strumenti analitici per quantificare gli effetti di vincoli sulle operazioni della diga che beneficerebbero l'attività ricreativa e l'ambiente sui valori

dell'energia elettrica. Non va dimenticato, inoltre, che il Grand Canyon è considerato da molti americani come un patrimonio ambientale molto importante. Molti che probabilmente non visiteranno mai il fondo del canyon dove vanno scomparendo spiagge ed altre parti dell'ecosistema ripariano pur sentono di essere interessati al modo in cui il fiume viene gestito. Per questa ragione, le diverse alternative operative della diga influenzano anche valori che non derivano dall'uso diretto della risorsa. Questo tema verrà affrontato verso la fine dello studio.

Valutazione degli effetti delle operazioni della diga sulle attività ricreative

Le fondazioni teoriche per valutare gli effetti della qualità ambientale delle attività ricreative si trovano nei lavori di Maler (1974) e Freeman (1979). Esse si possono illustrare con un semplice diagramma che mostra le curve di offerta e di domanda del tipo presentato in Figura 1. L'asse orizzontale mostra la quantità di attività ricreativa che si può esprimere, per esempio, in termini di numero di persone che discendono il Grand Canyon in un anno. Tale numero equivale al numero di gite. L'asse verticale misura il prezzo di una gita per persona imposto dalle guide commerciali. La funzione di offerta, *S*, mostra il numero di gite che le guide commerciali sono disposte ad offrire a vari prezzi. La funzione di domanda per gite fluviali, *D*, incorpora anche la percezione del loro livello di qualità. La qualità delle gite fluviali dipende da molti fattori, tra i quali il tempo e la qualità dei servizi offerti dalle guide commerciali. Anche la quantità di acqua rilasciata dalla diga può influenzare la qualità dell'attività ricreativa. Una delle attrazioni del fiume, per esempio, è scendere in barca attraverso rapide emozionanti. Quando il livello del fiume è piuttosto basso, il turista non trae il massimo divertimento perché molte rapide non sono grosse abbastanza. Al crescere del livello, e quindi quando le rapide sono più divertenti, la funzione di domanda si sposta verso l'alto e verso destra.

Se si adottano alcune assunzioni plausibili come in Maler (1974) ed in Freeman (1979), i benefici per l'attività ricreativa derivanti dall'accrescere il flusso e dal conseguente spostamento della funzione di domanda da *D* a *D'* corrispondono all'area *A*. Essa misura l'aumento del surplus del consumatore. In questa analisi assumo che il surplus del consumatore sia una misura sufficientemente accurata. Il problema di convertire il surplus del consumatore in una misura del

benessere più esatta (Willig, 1976; McKenzie, 1983) trascende lo scopo della presente discussione, ma potrebbe essere risolto facilmente, almeno in teoria.

Se si esamina ancora la Figura 1, appare evidente che il surplus del consumatore per persona si calcola dividendo il surplus totale del consumatore per il numero di gite, dal momento che di norma un appassionato discende il fiume una sola volta l'anno. Al livello di flusso più basso ed assumendo che il prezzo corrente delle gite per persona sia P , il surplus del consumatore corrisponde all'area B divisa per T . Al livello di flusso più alto, esso corrisponde all'area $A + B$ divisa per T . In linea di principio, pertanto, il surplus per gita del consumatore si può calcolare rispetto ad un range di possibili flussi in modo da generare una funzione che definisco "funzione valore-flusso" del tipo illustrato in Figura 2. Questo grafico mostra sull'asse orizzontale i rati di rilascio alla diga del Glen Canyon e, sull'asse verticale, il valore per gita. Più precisamente, la Figura 2 presenta la funzione valore-flusso stimata per le gite fluviali offerte da guide commerciali in condizioni di flusso costanti. Questi sono quei flussi che non variano più di 300 metri cubi al secondo durante l'arco di 24 ore.

Fra breve spiegherò come questa funzione è stata stimata. Per il momento, si consideri l'informazione che può offrire. La Figura 2 mostra che il valore per giorno di gite fluviali può essere influenzato dai flussi in modo sostanziale. Per esempio, a flussi costanti di 140 metri cubi al secondo, il surplus del consumatore è solo di circa 233 dollari per gita. A flussi più alti, il surplus del consumatore per gita cresce fino a raggiungere un massimo di circa 900 dollari in corrispondenza di un flusso di 930 cubi al secondo. A flussi ancora più alti, il valore per gita declina, a dimostrazione del fatto che flussi eccessivamente alti riducono in effetti la qualità.

L'analisi completa delle funzioni flusso-valore e per la discesa fluviale e per la pesca è presentata in Bishop et al. (1987) e non si ritiene necessario riproporla per esteso in questa sede. Un metodo per stimare funzioni di domanda come quelle illustrate in Figura 1 è quello diretto. Purtroppo, tale stima è impossibile a causa di varie imperfezioni di mercato. Il surplus del consumatore associato con la discesa fluviale e con la pesca, pertanto, è stato stimato usando una nuova tecnica di valutazione chiamata "valutazione contingente". Tale valutazione consiste nell'intervistare persone per posta, telefono o personalmente chiedendo quale valore attribuirebbero a opportunità ricreative ed altre risorse ambientali se si creasse un mercato perfettamente competitivo od un altro mezzo di pagamento. Vale a dire, le risorse sono valutate "contingentemente" all'esistenza

di un mercato o di un altro processo che ne riveli il valore.

La prima applicazione del metodo della valutazione contingente è stato lo studio condotto da Davis (1963; 1964). Da allora, economisti americani e canadesi hanno ulteriormente sviluppato la tecnica. Oggi esistono più di 100 applicazioni nella letteratura pubblicata e non pubblicata (Mitchell e Carson, 1989; Walsh et al., 1988) degli Stati Uniti. Molte applicazioni riguardano attività ricreative all'aperto accessibili al pubblico, mentre altre trattano più i problemi della qualità dell'aria, dell'acqua e di altre risorse ambientali. Più recentemente, la valutazione contingente è stata applicata in Europa, specialmente da economisti svedesi (Johansson and Kristrom, 1988) e della Repubblica Federale Tedesca (Schulz, 1985, 1986).

Il crescente affidamento che gli economisti ripongono sul metodo della valutazione contingente si fonda su una mole di lavoro empirico sempre più in espansione. La ricerca sviluppata nel passato su questo campo è stata recentemente riassunta in un ottimo libro scritto da Mitchell e Carson (1989). I valori determinati applicando la tecnica della valutazione contingente si sono dimostrati molto comparabili ai valori determinati da mercati esistenti, o da altre tecniche non di mercato quali studi che adottano il metodo "travel-cost" o il concetto di "hedonic prices", e valori determinati in mercati sperimentali attraverso vere transazioni monetarie (Bishop, et al., 1988).

L'applicazione del metodo della valutazione contingente che viene qui riportata ha condotto alla stima dell'impatto sull'attività ricreativa di due caratteristiche delle modalità operative della diga: il flusso medio giornaliero e la variabilità dei livelli di flusso sempre su base giornaliera. I flussi medi giornalieri sono stati espressi in metri cubi al secondo. Essi sono stati classificati come "flussi giornalieri costanti" se la differenza fra lo scarico minimo e massimo all'altezza della diga nell'arco di 24 ore era inferiore a 280 metri cubi al secondo. Se questa differenza, invece, era più grande od uguale a 280 metri cubi al secondo, il flusso veniva classificato come "flusso giornaliero fluttuante". Il limite soglia di 280 metri cubi al secondo, è stato stabilito in base a rilevazioni scientifiche che verranno descritte tra breve. Esso corrisponde al punto in cui le fluttuazioni cominciano ad essere percettibili a coloro che scendono il fiume.

I dati relativi alle attività ricreative sono stati ottenuti da tre fonti principali: (1) questionari o contatti informali con guide ed organizzatori privati di gite; (2) questionari disegnati per rilevare quegli attributi della risorsa fluviale che sono più desiderati e dai pescatori e dagli appassionati di discesa; e (3) questionari incorporanti la tecnica della valutazione contingente di campioni estratti dai due

gruppi di consumatori del bene ricreativo. I questionari per le guide e per la rilevazione degli attributi sono stati condotti per identificare quali aspetti di ogni attività fossero importanti per i frequentatori. Questi attributi, quali il numero e la dimensione delle rapide nel Grand Canyon, rappresentano le caratteristiche su cui le operazioni della diga possono influire alterando la qualità dell'esperienza ricreativa. I risultati dei questionari per la rilevazione degli attributi sono stati combinati con i risultati del questionario per le guide per la discesa fluviale e gli organizzatori delle gite e con discussioni informali con le guide per la pesca per identificare anche quali fossero gli attributi più importanti che sono influenzati dai flussi del fiume. Gli attributi, specifici per ogni gruppo, che sono sensibili alle variazioni di flusso specifici per ogni gruppo sono mostrati in Tabella 1. Il bel tempo è un esempio di un attributo positivo importante che però non dipende dalla variazione dei flussi. Pertanto, non è incluso nella Tabella 1. Come mostra la tavola, gli attributi che sono sensibili alla variazione dei flussi non sono pochi.

I risultati del questionario volto a rilevare gli attributi sono stati usati per disegnare i questionari incorporanti il metodo della valutazione contingente. Un problema che si incontra spesso in questo tipo di ricerca si verifica quando si chiede al frequentatore della risorsa di valutare cambiamenti qualitativi di cui non hanno avuto diretta esperienza. Questo problema è affiorato anche in questo studio perché gli anni 1984 e 1985, quando è stato portato a termine gran parte del campionamento, sono stati caratterizzati da flussi straordinariamente alti per buona parte del periodo di osservazione. Di conseguenza, gli appassionati hanno avuto solo opportunità limitate di sperimentare direttamente flussi bassi o fluttuanti. Questo fatto ha reso i risultati del questionario per le guide e per la rilevazione degli attributi particolarmente utili. I questionari per la valutazione contingente sono stati preparati in due forme : una per i pescatori e l'altra per gli appassionati di discesa fluviale. I frequentatori sono stati raggiunti per via postale. Tali questionari incorporano domande volte a stimare, a) il surplus del consumatore e b) come la qualità ed il valore di una gita cambierebbero in differenti scenari operativi della diga. Sulla base dei risultati dei questionari per la definizione degli attributi, dei questionari per le guide fluviali e gli organizzatori delle gite e sulla base di contatti informali con le guide per la pesca, sono stati redatti degli scenari scritti. Questi descrivono a) le condizioni della risorsa ricreativa che si potrebbero attendere in specifiche condizioni di flusso in termini degli attributi sensibili al livello ed alle variazioni di flusso e b) come tali attributi

varierebbero al variare dei flussi del fiume. Per una dettagliata descrizione di queste procedure si veda Bishop et al., 1987.

I risultati degli esercizi di valutazione contingente sono stati utilizzati per determinare due funzioni flusso-valore per ogni gruppo ricreativo, uno in condizioni di flusso costante e l'altro in condizioni variabili. Queste due funzioni sono state definite per tre diversi gruppi ricreativi: il gruppo di discesisti fluviali che hanno usufruito di gite commerciali, il gruppo di discesisti fluviali privati, e pescatori. In alcuni casi, come quello descritto in Figura 2, le funzioni flusso-valore sono state determinate sulla base di flussi realmente incontrati in occasione delle gite. In altri casi, come per la pesca, molti frequentatori non hanno provato di fatto un range abbastanza completo di livelli di flusso. Pertanto, le funzioni flusso-valore sono state stimate sulla base di valori pertinenti ad ogni scenario. I risultati derivanti dall'analisi delle funzioni flusso-valore portano a due conclusioni. Innanzitutto, come abbiamo visto, gli appassionati di discesa fluviale tendono a preferire flussi relativamente alti (per esempio, per massimizzare la funzione flusso-valore per gite commerciali riportata in Figura 2 sono necessari 930 metri cubi al secondo). Al contrario, il surplus dei pescatori tende a raggiungere un massimo a partire da circa 280 metri cubi al secondo. Questo conflitto potenziale è attenuato dal fatto che la discesa fluviale tende ad essere concentrata durante l'estate e la pesca durante i mesi invernali. In secondo luogo, la variabilità dei flussi riduce quasi sempre il valore della attività ricreativa. L'unica eccezione riguarda la discesa fluviale in condizioni di flusso medio giornaliero molto basse durante le quali la variabilità dei flussi dà luogo a valori molto alti. Ciò si verifica probabilmente perché i picchi giornalieri raggiunti da flussi variabili offrono almeno condizioni di navigazione leggermente migliori per parte del giorno.

Le funzioni di flusso-valore stimate possono essere usate per quantificare i benefici derivanti per l'attività ricreativa derivanti da diverse ipotesi di gestione della diga. La Tabella 2 illustra l'analisi che è stata condotta come parte del GCES (U.S. Department of the Interior, 1988). La prima riga della tabella riporta i flussi misurati per alcuni anni selezionati. Essi fungono da riferimento in quanto riflettono gli attuali criteri operativi. In un secondo momento, sono stati studiati un insieme di regole di scarica ritenuti quasi ottimali secondo la prospettiva del consumatore del bene ricreativo. Ciò ha comportato la definizione di tabelle orarie di variazione ipotetiche dei flussi come se l'unico prodotto derivante dall'operazione della diga fosse l'attività ricreativa. Tale iniziativa non è stata intrapresa per

dare delle specifiche raccomandazioni politiche, ma semplicemente per isolare e quantificare gli effetti delle operazioni della diga sull'attività ricreativa. Questo esercizio ha permesso di individuare quei cambiamenti che apporterebbero miglioramenti sostanziali nell'uso delle risorse ricreative anche senza fare ricorso ad un programma di ottimizzazione. I tre anni analizzati in Tabella 2 sono stati scelti in quanto riflettono le condizioni di quantità totale di acqua rilasciata dalla diga tipiche di anni caratterizzati da un livello minimo, relativamente moderato, e relativamente alto.

L'analisi dei risultati suggerisce alcune immediate considerazioni. In primo luogo, l'uso ricreativo del fiume Colorado a valle della diga del Glen Canyon può apportare milioni di dollari in termini di benefici per l'attività ricreativa. In relazione alla disponibilità di acqua ed alle operazioni della diga, si può generare un surplus del consumatore che eccede i 12 milioni di dollari. In secondo luogo, maggiori quantità di acqua accrescono il valore dell'attività ricreativa indipendentemente se si considerino le attuali condizioni operative della diga o gli scenari quasi ottimali. Tale risultato è ragionevole in quanto i discesisti fluviali preferiscono flussi relativamente alti. In anni di scarsità di acqua, è difficile offrire condizioni di navigabilità molto buone. In terzo luogo, i criteri attuali di operazione della diga hanno effettivamente, in anni di scarica bassa o moderata, un impatto sostanzialmente negativo sulla qualità del bene ricreativo. Se la diga fosse gestita secondo criteri quasi ottimali (da un punto di vista ricreativo), mantenendo le condizioni esistenti e considerando l'anno più scarso di acqua, il 1982, il surplus aggregato del consumatore aumenterebbe di 2 milioni di dollari, pari ad una crescita del 42 per cento rispetto al surplus derivante dalle attuali operazioni. Nel caso invece dell'anno di moderata disponibilità di acqua, il 1986, il surplus del consumatore è aumentato di 1.9 milioni di dollari o del 18 per cento. Anche in condizioni di abbondanza di acqua, come nel caso dell'anno 1984, iniziative gestionali in linea con le preferenze dei frequentatori genererebbero un certo aumento del surplus del consumatore. Sebbene non sia molto elevato in termini percentuali, tale incremento ammonta a circa 700.000 dollari.

Questi risultati sottovalutano i conflitti economici associati con la gestione della diga. Se la diga, infatti, venisse operata secondo criteri ottimali dal punto di vista ricreativo, si potrebbero generare benefici di milioni di dollari per i frequentatori, ma, molto probabilmente, il valore dell'energia prodotta verrebbe a ridursi. Gli scenari operativi che asseconderebbero le preferenze di chi usufruisce della risorsa sono caratterizzati da flussi costanti piuttosto che variabili.

Al contrario, la massimizzazione del valore dell'elettricità generata da una centrale idroelettrica come quella del Glen Canyon richiede che l'acqua venga conservata nei periodi in cui la domanda giornaliera è bassa in modo tale da poter rilasciare più acqua durante le ore di punta. Pertanto, la generazione di energia sufficiente a soddisfare la domanda di punta richiede flussi variabili che riducono la qualità del bene ricreativo. Un piano ottimale dal punto di vista della ricreazione, inoltre, imporrebbe un cambiamento nell'allocazione di acqua disponibile mensilmente tale da stravolgere le normali operazioni per la produzione di energia elettrica in modo molto costoso. Conflitti di simile natura sarebbero quasi inevitabili se le operazioni della diga venissero modificate per soddisfare obbiettivi ambientali come la conservazione di specie in pericolo di estinzione e la stabilizzazione delle spiagge. Le operazioni attuali sono governate da strategie disegnate per soddisfare le necessità di immagazzinamento di acqua e di generazione di energia. La modificazione di tali regole operative verso soluzioni più vicine ai punti di ottimo ricreativo ed ambientale comporta costi economici che mi accingo a trattare.

Valutazione degli effetti di vincoli ambientali sui valori dell'energia

L'analisi dei valori che l'energia idroelettrica può assumere deve fare uso di cognizioni economiche ed ingegneristiche di base. La domanda di elettricità varia durante il giorno ed al variare della stagione. Ogni giorno, la domanda tende a raggiungere i suoi livelli più alti durante le ore di luce ed i livelli più bassi durante la notte. La domanda che durante il giorno permane a livelli alti viene definita come "domanda di punta" ("on-peak demand"). Durante i periodi del giorno di domanda "on-peak" l'energia idroelettrica può essere consegnata in modo molto flessibile. Ciò significa che spesso è una fonte di energia "on-peak" meno costosa di fonti alternative ad energia termica. La centrale del Glen Canyon è stata concepita proprio per servire questa funzione. Negli Stati Uniti sud-occidentali, per soddisfare quella parte di domanda giornaliera che è relativamente stabile, si utilizzano normalmente le centrali nucleari e le grandi centrali a combustibile fossile. Spesso, ci si riferisce a tale tipo di domanda stabile con il termine di "domanda non di picco" ("off-peak demand"). Le centrali usate per soddisfare questa domanda sono chiamate "centrali elettriche a carico di base" ("base-load power plants"). Queste centrali soddisfano in modo

relativamente poco costoso la domanda "off-peak", ma la loro produzione non può essere adeguata velocemente ed economicamente alla domanda "on-peak".

Per l'analisi dei valori energetici sono importanti anche i cambiamenti stagionali. In alcune aree degli Stati Uniti occidentali le punte di massima domanda stagionale si verificano nei mesi invernali in corrispondenza di una maggiore richiesta di energia per il riscaldamento di case, magazzini, uffici ed industrie. In altre aree del paese le punte di domanda si verificano d'estate in corrispondenza di una maggiore richiesta di elettricità per il condizionamento dell'aria e per operare impianti di irrigazione. La diga del Glen Canyon gioca un ruolo importante per garantire l'offerta di acqua necessaria in quanto rilascia ogni mese una quantità di acqua prestabilita. Ciò pone la necessità di soddisfare la domanda massima stagionale in secondo piano. Non sarebbe così se la diga venisse impiegata esclusivamente per la produzione di energia. Pertanto, la Centrale del Glen Canyon contribuisce in modo effettivo a soddisfare le richieste nei periodi di punta stagionali soggetta però ai vincoli posti dagli obblighi mensili di consegna di acqua.

È ancora troppo presto per predire l'esatta natura di ogni proposta di cambiamento delle operazioni della diga del Glen Canyon basata sulla ricerca del gruppo GCES. Tuttavia, sembrano già delinearsi tre possibilità. La prima consisterebbe nel mantenere un flusso minimo per almeno una parte dell'anno. Ciò accrescerebbe la qualità dell'attività ricreativa, potrebbe migliorare le probabilità di sopravvivenza delle specie di pesce in pericolo di estinzione, e potrebbe aumentare la produzione di trote. La seconda propone che la variabilità dei flussi venga contenuta allo scopo di migliorare la funzione ricreativa della risorsa e di ridurre il tasso di erosione della spiaggia. La terza possibilità sostiene di cambiare la velocità alla quale i flussi crescono o diminuiscono durante il giorno allo scopo di apportare benefici all'ambiente.

La centrale energetica del Glen Canyon opera attualmente per soddisfare la domanda "on-peak". Tutte le misure appena descritte, pertanto, tenderebbero a ridurre la capacità della centrale di servire tale funzione. Per esempio, dal momento che si dovrebbe usare più acqua di quella che è attualmente sfruttata durante i periodi del giorno e le stagioni dell'anno in cui la domanda di elettricità è bassa, un livello minimo di scarico ridurrebbe l'acqua immagazzinata per la conversione di elettricità "on-peak" e per soddisfare le punte di domanda stagionali. D'altro lato, la regolamentazione dei flussi secondo quanto suggerito più sopra potrebbe produrre più elettricità

"off-peak" di quanto sarebbe altrimenti disponibile. In effetti, l'alterare le operazioni della diga del Glen Canyon per raggiungere obiettivi ambientali e ricreativi convertirebbe parte della centrale del Glen Canyon in un impianto a "carico di base".

Se esistessero mercati ideali, perfettamente competitivi, il prezzo dell'energia prodotta durante periodi "on-peak" risulterebbe sostanzialmente più alto del prezzo dell'energia generata durante periodi "off-peak" a causa dei costi di produzione più elevati di energia "on-peak" provenienti da fonti termiche. Tali prezzi di mercato sono pari ai costi ed ai benefici marginali dell'elettricità prodotta durante periodi "on-peak" ed "off-peak". Pertanto, i costi sociali derivanti dalla modifica delle operazioni della diga del Glen Canyon ammonterebbero al valore di mercato dell'elettricità "on-peak", che non verrebbe più prodotta meno il valore della energia "off-peak" prodotta in eccesso.

Purtroppo, le condizioni di concorrenza perfetta non sono nel nostro caso nemmeno lontanamente approssimabili. Sino ad un certo punto, tale situazione è inerente il sistema, dato che la generazione e trasmissione di energia elettrica ha le caratteristiche di un monopolio naturale. Negli Stati Uniti, tali monopoli sono strettamente regolati. Inoltre, l'esistenza di un mercato competitivo è ostacolata da molte barriere di carattere istituzionale. Per esempio, per legge, l'energia generata dalla diga del Glen Canyon non è venduta a prezzi di mercato, ma a prezzi che sono basati sui costi del progetto idrico. Il risultato è che i prezzi di mercato, in generale, non rappresentano né i costi né i benefici marginali.

In mancanza dei prezzi di mercato, l'economista può fare del suo meglio esaminando i costi direttamente. Assumiamo che il cambiamento nelle operazioni della diga non sia sufficiente ad alterare i prezzi dell'elettricità al consumatore finale. Quindi, i costi sociali potrebbero essere valutati trovando fonti di elettricità di minimo costo capaci di soddisfare la domanda costante di energia. L'adozione di una modifica operativa significherebbe semplicemente che l'ammontare perduto di energia "on-peak" deve essere rimpiazzato da alcune fonti alternative potenzialmente più costose, mentre l'energia "off-peak" generata in eccesso alla diga del Glen Canyon potrebbe sostituire l'elettricità proveniente da altre fonti di generazione di energia a "carico di base" realizzando una riduzione dei costi che si devono sostenere per soddisfare la domanda "off-peak".

Sebbene a prima vista possa sembrare semplice, questo approccio nasconde molte complessità. È vero, non sembra difficile esaminare il sistema di generazione di corrente attuale e la rete di trasmissione

dove l'energia del Glen Canyon viene venduta, stimare come rimpiazzare l' energia "on- peak" perduta e quanto costerebbe. Tuttavia, che ne è del futuro ?

Considerato che le centrali energetiche sono un investimento a lungo termine, è necessario capire da dove la sostituzione di energia "on-peak" verrà oggi e da dove verrà un domani. Il Glen Canyon è parte di un sistema energetico complesso con dozzine di centrali elettriche attualmente in operazione, decine di migliaia di chilometri di linee di trasmissione e milioni di consumatori finali. Per capire questo sistema elettrico oggi sarebbe già abbastanza difficile; la possibilità di proiettare come evolverà nel futuro per predire i costi potenziali della elettricità "on-peak" e "off-peak" era, sino a poco tempo fa, tecnicamente impronibile.

Pertanto, quando la disciplina era ancora agli inizi, si è intrapreso un approccio più semplice. Le analisi costi-benefici relative a centrali idroelettriche si sono storicamente basate sul metodo conosciuto come metodo "della centrale termica alternativa" o ATP (Water Resources Counsel, 1983). I benefici derivanti da una centrale idroelettrica si assumono uguali al costo dell'energia prodotta da una centrale termica alternativa di comparabile capacità operante in condizioni di minimo costo. Il metodo APT può essere corretto sino ad una ragionevole approssimazione quando usato per valutare nuove centrali idroelettriche, dato che può essere realistico assumere che se una centrale idroelettrica non sarà costruita si renderà necessario sostituirla con una centrale termica per servire la stessa domanda.

Tuttavia, il metodo APT non è molto appropriato per valutare proposte di modifica delle operazioni di un impianto già esistente come la centrale del Glen Canyon. L'applicazione di tale metodo per analizzare un cambiamento operativo che influenza la capacità del Glen Canyon di generare energia "on-peak", implicherebbe assumere che si debba costruire una centrale termica con la capacità di generare nei periodi "on-peak" energia equivalente alla capacità perduta. Allo stesso tempo, bisognerebbe tenere conto anche dei costi di combustibile della alternativa termica. Inoltre, dal momento che il mantenimento di un flusso ad un livello minimo aumenterebbe la capacità del sistema di produrre energia nei periodi "off-peak" si renderebbe necessario sottrarre il costo di un equivalente ammontare di capacità che possa generare energia "a carico di base" ed il costo di combustibile che comporterebbe. Il costo sociale del mantenimento di un flusso di minimo è costituito dal maggiore costo dell'energia prodotta durante i periodi "on-peak" dall'alternativa termica meno i risparmi durante i periodi "off-peak". Così operando, tuttavia, si rischia di

sovrastimare i veri costi sociali.

Il metodo APT tende a stimare per eccesso per diverse ragioni. Negli Stati Uniti sud-occidentali, come in altre regioni del paese, si trovano un grande numero di entità economiche individuali, chiamate "esercizi" che distribuiscono l'elettricità al consumatore finale. Tali esercizi possono essere compagnie private miranti ad ottenere un profitto, cooperative che non hanno interesse nel generare profitti, ed agenzie governative. Alcuni di questi esercizi sono proprietari dell'impianto mentre altri comprano l'energia per consegnarla ai consumatori finali del loro mercato regionale. Le centrali individuali sono interconnesse tra loro da una estesa maglia di linee di trasmissione che permettono agli esercizi individuali di comprare e vendere energia all'interno del sistema e di trasportarla nelle aree di loro competenza. In sistemi di centrali elettriche così connessi tra loro, la capacità disponibile è spesso in eccesso. Tale situazione non ottimale si viene a creare poiché i sistemi energetici sono costruiti per offrire un alto grado di affidabilità. Ciò significa che la capacità è in eccesso per la maggior parte del tempo. Inoltre, le centrali vengono spesso costruite in grandi unità e possono essere proprietà di uno o più esercizi. Gli esercizi che costruiscono una nuova unità possono non essere capaci di utilizzare tutta l'energia che quella unità potrebbe generare. In ultimo luogo, i nuovi impianti devono essere pianificati molto in anticipo e, se la domanda non cresce secondo le previsioni, si formerà almeno per un certo periodo, dell'ulteriore capacità in eccesso. Ciò significa che la riduzione della capacità "on-peak" del Glen Canyon non richiederebbe la costruzione di una nuova centrale termica, almeno nell'immediato futuro, dal momento che si può utilizzare la capacità in eccesso esistente. Tale perdita di capacità può richiedere che nuove unità vengano aggiunte al sistema in tempi più vicini di quelli previsti, ma la necessità di accrescere il sistema potrebbe essere ancora molto lontana, in relazione alla capacità in eccesso esistente. Il metodo APT assume che tale capacità debba essere accresciuta immediatamente.

Se si dovesse espandere il sistema oggi piuttosto che domani, considerando un tasso di sconto positivo, si andrebbe incontro a costi molto alti che, in realtà non si verificherebbero.

Se si proponessero vincoli sulle operazioni della diga e della centrale energetica più flessibili, l'adozione del metodo APT creerebbe un secondo problema. Il rispetto dei vincoli in tutte le circostanze possibili, potrebbe non essere necessario per la protezione dell'ambiente. La natura è molto elastica. Criteri operativi meno restrittivi potrebbero non scontrarsi con gli obiettivi ambientali. Per

esempio, un criterio più realistico sarebbe quello di disporre di un range di flussi di minimo favorevole allo sviluppo delle specie di pesci in pericolo di estinzione o all'attività ricreativa da adottare solo quando le precipitazioni a monte della diga del Glen Canyon superano un certo livello minimo. In anni caratterizzati da precipitazioni relativamente elevate, l'acqua in eccesso potrebbe essere utilizzata per mantenere il minimo fissato. In anni di basse precipitazioni il minimo potrebbe essere sospeso o reso meno restrittivo in modo da conservare acqua per sostenere una maggiore produzione di energia "on-peak".

Per tutte queste ragioni, i ricercatori del gruppo GCES hanno dovuto adottare una tecnica più sofisticata del metodo APT. Lo stato dell'arte nel campo della modellistica con i calcolatori elettronici permette di simulare il funzionamento del sistema energetico e di evidenziare come i vincoli imposti al livello del Glen Canyon possano influenzare i costi che si devono sostenere per soddisfare la domanda regionale di energia elettrica.

Il gruppo GCES si prefigge come obbiettivo finale di sviluppare un modello che studi le interconnessioni del sistema energetico di cui la centrale del Glen Canyon è parte. Tuttavia, la ricerca è ancora in fase di avanzamento. Si potrà disporre di risultati finali forse fra un anno e mezzo. Sino ad ora, gli sforzi si sono concentrati sul confronto di modelli prototipo attraverso l'uso di metodi di simulazione alternativi. I prototipi descrivono tre impianti ipotetici, denominati Esercizio A, B, e C, che usano sia l'energia del Glen Canyon che l'energia proveniente da altre fonti. I prototipi sono stati progettati in modo che rassomiglino agli impianti realmente esistenti. Tuttavia, gli esercizi non sono stati intenzionalmente concepiti per rappresentare una struttura reale e per evitare che si rivelassero informazioni riguardanti le proprietà e per non provocare, con un rilascio prematuro di risultati preliminari ed incompleti, risentimenti di natura politica.

Per facilitare il confronto fra modelli alternativi, motivo che ha portato alla progettazione dei prototipi, si è fatto ricorso ad un gruppo di assunzioni comune, per quanto possibile, a tutti i prototipi. I modelli si riferiscono ad un orizzonte temporale di 50 anni. Durante i primi 20 anni, si è assunto che la domanda cresca ad un tasso del 2 per cento per anno e che i costi di combustibile aumentino a tassi che sono comunemente adottati dagli analisti del settore. Si è assunto, inoltre, che dopo venti anni la domanda ed i costi per il combustibile rimangano stabili. Tuttavia, l'analisi è stata protratta per altri 30 anni in modo da permettere che i fondi di capitale accumulati durante i

primi venti anni completino il ciclo. Il tasso di sconto è stato stabilito pari al 9.125 per cento. Si è assunto che ogni impianto avesse una sua propria configurazione di partenza. Per esempio, per l'Esercizio A, quello che userò per illustrare i risultati, si è assunto che avesse accesso diretto ad una capacità di 900 megawatts, di cui 600 megawatts provengono dalla bruciatura del carbone, 30 megawatts sono prodotti da una turbina di combustione, i rimanenti 270 megawatts sono acquisiti, sfruttando la capacità idroelettrica del Glen Canyon e di altre centrali idroelettriche del sistema, attraverso contratti con il governo statunitense. Per emulare le condizioni standard attualmente operative nel mondo reale, i modelli richiedono che ogni esercizio abbia una "capacità di riserva" pari al 20 per cento in più rispetto alla massima domanda attesa per cautelarsi contro possibili interruzioni di servizio dovute a eventi inattesi quali condizioni meteorologiche limite e incidenti che causano l'interruzione della produzione di elettricità.

In ogni modello, l'analisi è stata condotta inizialmente per un "caso base". Questo assume che le regole operative del Glen Canyon permangano come nella situazione attuale. In un secondo momento, è stato introdotto un "caso modificato" dove sono stati ipotizzati cambiamenti delle regole che governano gli scarichi di acqua dalla diga del Glen Canyon tali da influenzare la sua capacità di produrre anche energia "on-peak". I modelli sono stati fatti funzionare per il caso base ed il caso modificato durante i cinquanta anni di simulazione per determinare i costi totali scontati necessari a soddisfare la domanda. I costi sociali derivanti dalla modifica delle operazioni del Glen Canyon per i tre esercizi ipotetici sono stati quindi calcolati come la differenza tra il costo totale scontato necessario per soddisfare la domanda nel "caso modificato" ed i costi totali scontati nel "caso di base".

Nel caso dell'Esercizio A, il caso base ha indicato che durante l'arco dei cinquanta anni l'impianto avrebbe 270 megawatts di capacità idroelettrica completamente disponibili. La domanda nell'area di servizio dell'Esercizio A è stata fissata in modo che, nel caso base, la sua domanda più la capacità di riserva richiesta, eccedessero la capacità di 900 megawatts a cominciare dall'anno 1993. In quella data, si renderebbe necessario o accrescere la capacità o comprare energia dagli Esercizi connessi B e C, se avessero disponibile una quantità di energia in eccesso sufficiente. Negli anni successivi, si prevede che debba aumentare capacità e generare elettricità per coprire la sua domanda o acquistare energia da B e/o C, se disponibile, ogniquale volta la domanda più la quantità di riserva

necessaria eccedessero la sua stessa capacità. D'altro lato, potrebbe vendere energia a B e/o C, se la capacità eccedesse la domanda più la capacità di riserva necessaria.

Per illustrare i risultati che un modello in piena scala potrebbe produrre, presenterò una selezione di risultati da uno dei modelli, chiamato ELFIN, solo per l'Esercizio A. ELFIN è un modello di simulazione sviluppato dal Fondo di Difesa Ambientale (Environmental Defense Fund), che è un gruppo per la protezione dell'ambiente finanziato privatamente che si occupa di questioni legali e di regolamentazione. Inizialmente, è stata applicata per altre problematiche in California, ma pare che ben si adatti alla ricerca sul Glen Canyon.

L'applicazione di ELFIN o di ogni altro modello al caso del Glen Canyon è attualmente resa più difficile dal fatto che non si conoscono ancora i cambiamenti nelle operazioni della diga che si dovranno analizzare quando la ricerca GCES sarà quasi completata. Le proposte di cambiamento attuali non saranno sottoposte a simulazione fino a quando non sarà completata la ricerca riguardante l'ambiente e l'attività ricreativa a valle del Glen Canyon. Allo scopo di procedere con la verifica dei modelli prototipo, tuttavia, si è ipotizzato che il caso modificato riproduca le operazioni della diga in condizioni che non hanno una giustificazione specifica. Tali modifiche, pur nel rispetto degli obblighi contrattuali, ridurrebbero del 10% la capacità e l'energia resa disponibile dalla centrale del Glen Canyon e dagli impianti connessi. Per l'Esercizio A, ciò comporterebbe una riduzione della capacità idroelettrica da 270 megawatts a 243 megawatts cui corrisponde una riduzione della elettricità totale che potrebbe demandare ogni anno nei suoi contratti. Pertanto, ELFIN è stato fatto girare con 270 megawatts nel caso base e con 243 megawatts nel caso modificato.

Le Tavole 3 e 4 illustrano ciò che potrebbe succedere per l'Esercizio A. Va rimarcato che questi risultati sono ancora incompleti e soggetti a cambiamenti. Provengono da un studio preliminare, Glen Canyon Environmental Studies (1990). Entrambe le tavole riguardano il periodo di venti anni che va dal 1989 al 2008. La Tavola 3 mostra i piani di espansione della capacità calcolati per l'Esercizio A per il caso base e modificato, mentre la Tavola 4 mostra gli acquisti e le vendite di energia riguardanti l'Esercizio A. Dall'analisi di queste tabelle scaturiscono molte considerazioni importanti. Sebbene nel caso base la domanda per l'Esercizio A ecceda la sua capacità a partire dal 1993, questo non deve accrescere la capacità del suo sistema di centrali sino all'anno 1998, quando si è registrata la necessità di incrementare la capacità con 25 megawatts

provenienti da una turbina a combustione. (La capacità si somma in incrementi di 25 megawatts in ragione del fatto che molti esercizi si mettono spesso insieme per costruire nuove centrali). A partire dal 1993, invece, l'Esercizio A acquista energia da altri esercizi del sistema e continua a comprarla durante tutto il periodo di simulazione di venti anni. Di primo acchito, questo risultato sembra misterioso. Perché dovrebbe essere meno costoso comprare elettricità piuttosto che generarla? Il mistero diventa ancora più oscuro se si nota, dalla Tavola 4, che a partire dal 1998 (per il caso base), l'Esercizio A vende energia ogni anno ad altri esercizi. Perché l'Esercizio A dovrebbe sia comprare che vendere energia durante uno stesso anno? Il mistero, fortunatamente, ha facile soluzione. Se si prendessero in esame da vicino anche altre assunzioni implicite nel modello, si capirebbe che il modello ha generato risultati che, sotto il profilo economico, assumono grande significato. Il modello A e', per assunzione, un esercizio che soddisfa le punte di domanda annuali estive. Il periodo di massima domanda annuale, infatti, si verifica nei mesi estivi. Ciò è tipico di esercizi situati nella parte a sud della regione, dove il calore estivo e la produzione agricola generano una domanda di elettricità molto alta. D'altro canto, si è assunto che l'Esercizio B, di cui non mi sono preso la cura di presentare i risultati, sia un esercizio che soddisfa le punte di domanda annuali invernali come ci si aspetta per un esercizio situato nella zona nord della regione dove gli inverni sono più severi. Pertanto, gli Esercizi A e B, in effetti, mettono in comune la loro capacità. L'Esercizio A compra energia da B in estate e B compra da A nell'inverno. Questo è il tipo di relazione che la simulazione del sistema energetico aiuta ad identificare, con conseguenze potenzialmente importanti per le conclusioni finali riguardo i costi relativi all'uso delle risorse idriche per soddisfare sia obbiettivi ambientali che ricreativi.

L'effetto del caso modificato, come si può osservare dalle tavole, è di accelerare il processo di accrescimento della capacità e di acquisto di energia. L'Esercizio A, in questo caso, deve iniziare ad acquistare energia a partire dal 1992 piuttosto che dal 1993 ed iniziare ad accrescere la sua capacità a partire dal 1997 piuttosto che dal 1998. Come ci si attendeva, l'effetto è di aumentare i costi totali necessari a soddisfare la domanda di elettricità per l'area servita dall'Esercizio A. Si è stimato un aumento dei costi pari a 122 milioni di dollari dopo lo sconto per un periodo di cinquant'anni. Ciò corrisponde ad un incremento del 7 per cento rispetto al costo di 1.780 dollari fatto registrare dal caso base. Cioè date le assunzioni del modello ELFIN, una perdita del 10 per cento della capacità e dell'energia che si può ricevere dalla

centrale del Glen Canyon costerebbe all'Esercizio A 122 milioni di dollari attualizzati.

È importante reiterare che questi risultati sono interamente ipotetici e preliminari. Tuttavia, penso che dimostrino chiaramente che la simulazione del sistema energetico è una metodologia molto promettente per trattare problemi analitici come quelli posti dallo studio di possibili modifiche dei criteri operativi della diga del Glen Canyon. L'approccio tradizionale ATP non riesce a porre in evidenza la varietà di relazioni all'interno del sistema che sono venute alla luce nel modello prototipo per gli Esercizi A e E. Al contrario, quando nel futuro, al progredire della ricerca, si emuleranno modifiche delle operazioni della diga più rispondenti al vero, ci si potrà ragionevolmente attendere che le stime dei costi economici diventeranno sempre più affidabili.

Valori che non derivano dall'uso diretto della risorsa: "option" e "existence values"

I valori dell'energia e dell'attività ricreativa sono esempi di ciò che stanno diventando sempre più conosciuti con il nome di "use values". Tali valori derivano dal consumo personale diretto della risorsa, per esempio, attraverso l'attività ricreativa o i prodotti che si ricavano dal suo sfruttamento, quali l'energia elettrica. Gli economisti che si occupano di economia delle risorse negli Stati Uniti si stanno sempre più convincendo che considerare solo "use values" per patrimoni ambientali importanti come il Grand Canyon trascurerebbe "non-use values" potenzialmente molto significativi. I tipi di "non-use values" che sono al centro dell'attenzione degli studiosi sono due: l'"option" e l'"existence value".

La discussione sul tema di "option value" è iniziata con uno studio di Weisbrod (1964). Le tesi di Weisbrod riguardavano tali patrimoni quali i parchi nazionali, le autostrade, e gli ospedali, che non si possono creare od espandere velocemente in relazione agli aumenti della domanda. Per esempio, il Parco Nazionale della Sequoia in California contiene alberi molto grandi che possono avere anche più di 2.000 anni. Se gli alberi venissero tagliati, essi non potrebbero essere rimpiazzati se non in periodi di tempo estremamente lunghi. In modo simile, se si verificasse un disastro od una malattia epidemica che aumentasse la domanda per spazio ospedaliero sino ad eccedere la capacità esistente, non si potrebbe accrescere la capacità del sistema ospedaliero in tempi brevi, ma potrebbe richiedere parecchi

mesi o più. Weisbrod sosteneva che le persone che non usufruiscono oggi di questi parchi ed ospedali e che non hanno precisi piani di usufruirne in un prossimo futuro possono tuttavia desiderare di conservare l'opzione di poterne usufruire quando mai se ne presenterà la necessità. Tali "option values" verrebbero sottovalutati se si contassero solo i benefici derivanti ai frequentatori di parchi od ai malati. Se, per esempio, dovessi condurre un'analisi benefici/costi per scegliere se conservare il Parco Nazionale della Sequoia o se tagliare il bosco e tenessi conto solo dei valori ricreativi di cui godono i frequentatori, secondo Weisbrod, trascurerei i benefici che ricevono coloro che non hanno ancora visitato il parco dal mantenere aperta l'opzione di visitarlo nel futuro qualora venisse preservato.

Questa tesi apparentemente semplice e convincente ha acceso un dibattito che dura da 25 anni e che continua tutt'oggi. La letteratura sul tema è riassunta in Bishop (1982). Alcuni recenti contributi degni di essere riportati sono quelli di Graham (1982), Chavas et al. (1986), Freeman (1984), e Ready (1988). In questa sede, non ritengo necessario dilungarmi nei dettagli tecnici del dibattito. Per i nostri propositi sarà sufficiente un breve riassunto. Essenzialmente, la disputa verte su come misurare in condizioni di incertezza il benessere dei consumatori e dei produttori. Le misure convenzionali, come la variazione compensativa introdotta da Hicks, assume implicitamente che il consumatore teorico in questione conosca tutti i parametri del problema con certezza. Quando l'analisi misura gusti e preferenze, reddito, prezzi ed altri parametri in condizioni di incertezza, è necessario modificare le misure convenzionali. Se si verificano un certo numero di stati di natura, ognuno rappresentato dalle possibili combinazioni di grandezze per i parametri economici, si deve calcolare la variazione compensativa (o qualche altra misura del benessere, purché Hicksiane) per ogni stato. Il valore condizionato rispetto allo stato di natura della variazione compensativa è associato alla probabilità soggettiva che ci si forma in relazione al verificarsi di quello stato di natura. Usando queste probabilità si può calcolare l'attesa matematica del livello di benessere del consumatore. Tuttavia, l'attesa matematica della variazione compensativa non misurerebbe la variazione di benessere per un consumatore teorico a meno che il consumatore non sia neutrale nei confronti del fattore di rischio. L'"option value" corrisponde al valore atteso della variazione compensativa corretto in relazione alle preferenze del consumatore nei confronti del rischio. Il concetto è molto analogo a quello del premio che si è disposti a pagare per non correre il rischio (risk aversion premium) sviluppato nel campo

dell'economia delle assicurazioni (Friedman e Savage, 1948). Tuttavia, in termini teorici, in quasi tutti i casi è impossibile predire se il segno dell'"option value" sarà positivo o negativo. Oggi, non è ancora chiaro come mettere in atto la teoria dell'"option value" in studi di economia applicata, e quasi tutti gli studi in corso, inclusa la ricerca del gruppo GCES, adottano misure convenzionali.

L'"existence value", d'altra parte, sembra adattarsi meglio al problema discusso in questo studio. Questo concetto è stato introdotto da Krutilla (1967). L'"existence value" è quel valore che le persone ripongono nel fatto che un patrimonio ambientale continui ad esistere anche se pensano che non avranno mai l'opportunità di visitarlo o di trarne un diretto beneficio. Perché persone valutano il fatto che un patrimonio ambientale non cessi di esistere pur senza beneficiarne direttamente è una domanda che balza immediatamente alla mente. Si possono trovare svariate ragioni che spiegano perché le persone possono formarsi tali valori. L'altruismo gioca un ruolo molto importante. Bishop e Heberlein (1984) hanno suggerito che l'"existence value" si formi sulla base di diverse motivazioni. Una di queste nasce dal sentimento di benevolenza che si prova verso parenti ed amici. L'atto del donare ad amici e parenti è molto comune. Perché queste attività dunque, non si possono estendere alle opportunità d'uso delle risorse naturali? Se Alfa avrebbe piacere di sapere che il suo vicino, Beta, ha l'opportunità di studiare la natura in un certo parco, entrambi beneficerebbero dalla sua preservazione. Se Beta frequenta effettivamente il parco, riceve un beneficio dall'uso, ma il valore che ne ricaverebbe non sarebbe limitato a questo. Anche Alfa ne beneficerebbe personalmente. Se si tenesse conto solo del valore d'uso di Beta si trascurerebbe l'"existence value" di cui gode Alfa.

Bishop e Heberlein hanno messo in risalto anche che l'"existence value" potrebbe trovare una sua giustificazione nel sentimento di compassione per persone ed animali, nel sentire dei legami tra diversi ambienti, nel provare un senso di responsabilità ambientale e dal piacere di lasciare un patrimonio di valore alle generazioni a venire. In proposito, hanno osservato che (p.10), *sebbene una persona non pensi di usufruire direttamente della risorsa o lo fa per delega attraverso amici e parenti, essa può ben provare compassione per persone che sono sinceramente colpite dalla deteriorazione dell'ambiente e vuole aiutarle. In modo particolare per le creature viventi, il sentimento di compassione si estende ben al di là dei soli esseri umani.*

Coloro che hanno seguito i movimenti per i diritti degli animali e contro la caccia sorti negli Stati Uniti sono stati certamente impressionati dall'intensità emotiva mostrata da qualche dimostrante.

L'interessamento degli attivisti, almeno in parte, sembra essere rivolto proprio verso quegli animali dai quali essi nutrono ben poche speranze di trarre benefici attraverso un uso diretto, quale potrebbe essere l'alimentazione. I legami tra un ambiente naturale ed un altro si formano sulla base di preoccupazioni riguardanti minacce ambientali ad aree di cui usufruiscono che però si basano su avvenimenti accaduti altrove. La consapevolezza riguardante i problemi ambientali è largamente diffusa. Un certo individuo può non essere direttamente coinvolto in fenomeni ambientali che si verificano in un luogo A, però si forma delle attese riguardo alla possibilità che gli stessi fenomeni si verifichino anche nel luogo B da lui frequentato. Le ragioni che si fondano su una coscienza comune di responsabilità ambientale hanno a che vedere con le preoccupazioni delle persone riguardo agli effetti dei loro consumi su aree ambientali da cui non pensano di trarre benefici. Per esempio, l'elettricità che consumo potrebbe contribuire a danneggiare foreste e laghi lontani a causa delle piogge acide. In questo caso potrei essere disposto a devolvere una certa somma per l'acquisto di tecnologia per il controllo dell'inquinamento nelle centrali dove viene prodotta l'elettricità che compro, in modo da non sentirmi corresponsabile di un tale danno. Ciò potrebbe essere vero anche se non penserò mai di visitare quelle foreste o quei laghi e senza sapere chi sia il frequentatore potenziale di quei luoghi. Il lasciare eredità ai propri congiunti è comune a molte culture. Il piacere che se ne ricava nasce dal sentimento di benevolenza verso parenti ed altre persone quando viene proiettato nel futuro. Se si desidera lasciare ai propri discendenti denaro e proprietà perché non tramandare anche patrimoni ambientali?

Per queste ragioni, da un punto di vista teorico, è molto plausibile che le persone formino degli "existence values" per i patrimoni ambientali. Tuttavia, questa è un'idea molto recente e molti aspetti devono ancora essere risolti. Tali aspetti ancora in ombra sono raggruppabili in tre aree. Essi non sono solo di natura teorica, ma riguardano anche il problema di valutare quanto possa essere importante conoscere gli "existence values" per prendere decisioni politiche relative ai beni pubblici ed il problema di misurare in modo efficace tali valori.

Sono stati pubblicati molti lavori che hanno cercato di integrare gli "existence values" in analisi microeconomiche classiche, tra i quali la ricerca di Randall e Stoll (1984), Boyle e Bishop (1982), e Madariaga e McConnel (1987). In termini astratti, non sussistono grosse difficoltà nell'assumere che l'esistenza di patrimoni ambientali entri come un argomento nella funzione di utilità del consumatore.

Misure teoriche di "existence values", analoghe a misure del livello di benessere del consumatore convenzionali, sono derivabili in modo semplice. Oltretutto, il bene "esistenza" si inserisce appropriatamente nell'analisi di Samuelson (1954) relativa ai beni puramente pubblici. Il problema teorico più critico sembra essere quello di trovare esatte definizioni di ciò che è un "existence value" e di ciò che è un "use value". In questa occasione, non ritengo necessario dilungarmi oltre su questi argomenti.

I problemi relativi a come si dovrebbe interpretare gli "existence values" nell'ambito di decisioni relative a beni pubblici sono più incombenti. Per esempio, studi del tipo condotto da Smith e Desvousges (1986) hanno identificato "existence values" per risorse naturali comuni, quali, nel loro caso, la qualità dell'acqua in un fiume in Pennsylvania che ha meno caratteristiche distintive rispetto a migliaia di chilometri di fiume altrove nella regione ed in tutti gli Stati Uniti. Tale risultato trova una spiegazione plausibile nella considerazione che l'interesse della popolazione per la qualità dell'acqua si concentra su risorse molto specifiche e locali. Nel caso appena citato, moltissime persone sono interessate alla qualità dell'acqua. Quando devono rispondere ad una domanda del metodo della valutazione contingente che cerca di quantificare qual'è il valore che ripongono nel poter godere di acqua di buona qualità in un luogo particolare, la domanda generica per un miglioramento delle condizioni ambientali e la mancanza di opportunità di poter esprimere quella domanda altrove li porta ad attribuire valori molto alti per la risorsa in questione. Se avessero l'opportunità di esprimere i valori della qualità dell'acqua anche di altri fiumi, probabilmente attribuirebbero alla qualità dell'acqua del fiume in questione un valore molto più basso. Di conseguenza, gli "existence values" possono essere considerati come espressione di una domanda generica per il miglioramento della qualità dell'ambiente. Essi non dovrebbero essere interpretati come quei benefici di cui godono solo le persone che traggono giovamento dalla riduzione dell'inquinamento della particolare risorsa ambientale in questione. Invece, bisognerebbe scegliere quei progetti di disinquinamento dell'ambiente che soddisfano questa domanda generica in modo efficiente. Purtroppo, tale proposta non sembra direttamente applicabile a patrimoni ambientali quali il Parco Nazionale del Grand Canyon, che sono considerati dai consumatori delle rarità.

Un altro problema di interpretazione dell'"existence value" a fini di politica economica sembra essere potenzialmente più importante per alcune risorse del Grand Canyon. Come si è notato in prece-

denza, le operazioni della diga del Glen Canyon possono influenzare le probabilità di sopravvivenza di specie in pericolo di estinzione come il "cefalo gobbo". Se così fosse, i risultati di Boyle e Bishop (1987) sugli "existence values" relativi a specie in estinzione ci farebbero supporre che gli "existence values", in questo caso, siano piuttosto sostanziali. Il problema, quindi, si tradurrebbe nel verificare se gli "existence values" riflettono effettivamente il valore economico globale comportato dalla conservazione di una specie in estinzione. In altre parole, si supponga, in un caso molto estremo, che le attuali modalità operative della diga conducano inevitabilmente all'estinzione del cefalo. (In realtà l'informazione scientifica disponibile è ancora troppo limitata per identificare una chiara relazione tra le operazioni della diga del Glen Canyon e la sopravvivenza della popolazione di "cefalo gobbo" nel Grand Canyon ed altre specie che esistono a monte della diga). Propongo il caso più estremo, perché, seppur ipotetico, è molto interessante dal punto di vista teorico. Si supponga, inoltre, che i valori dell'energia perduta a causa delle modifiche delle modalità operative della diga ecceda il valore ricreativo e l'"existence value" che risulterebbe da tali modifiche. Vorrebbe forse dire che la "ragion economica" possa giustificare l'estinzione delle specie in pericolo?

In altra sede, ho sostenuto che l'estinzione delle specie coinvolge aspetti economici quali l'irreversibilità, l'incertezza, e questioni di equità intergenerazionale che non si possono trattare usando l'analisi costi-benefici (si veda Bishop, 1978, 1980). L'analisi costi-benefici può fornire informazioni importanti, ma non dovrebbe essere applicata direttamente alle decisioni riguardanti problemi di estinzione.

I problemi empirici si manifestano perché l'unico modo che si conosce per misurare "existence values" è attraverso l'uso del metodo della valutazione contingente. Gli studi che hanno adottato il metodo della valutazione contingente, quali per esempio quelli di Fisher e Raucher (1984), Smith e Desvousges (1986), Walsh et al. (1984), Boyle e Bishop (1987), e Brookshire et al. (1983), hanno tutti misurato "existence values" per risorse ambientali molto alti. Gli scettici, tuttavia, rimangono dubbiosi sulla accuratezza di tali valori. Il problema di convalidare empiricamente le misure degli "existence values" è certamente arduo, ma non intrattabile. Un riassunto dettagliato degli studi empirici su questo argomento allungherebbe eccessivamente l'esposizione. Tuttavia, ritengo che almeno due recenti esperimenti di laboratorio meritino di essere brevemente menzionati. Kealy, et al. (1987) hanno esaminato la disponibilità, sia contingente che attuale, di studenti universitari a

pagare perché si riducano i danni derivanti da piogge acide. I risultati probabilmente contengono alcuni "use values", ma pare anche che contengano un elemento di "existence values". Boyce, et al. (1989) hanno analizzato il valore di alberi di pino Norfolk usando sia il metodo della valutazione contingente che transazioni monetarie relative alla compravendita di alberi fra i ricercatori che partecipavano allo studio. Gli "existence values" sono stati resi tangibili minacciando di tagliare gli alberi. Ad alcuni partecipanti era stato detto che gli alberi invenduti sarebbero stati tagliati, mentre ad altri il fatto è stato taciuto. I risultati di questi due studi sono moderatamente incoraggianti. Entrambi hanno indicato che i "contingent values" eccedono i valori basati su transazioni monetarie e sembrano rafforzare l'ipotesi che gli "existence values" sono sostanzialmente più grandi di zero. Naturalmente, non si possono fare delle considerazioni definitive sulla base di due soli studi, specialmente quando non è possibile separare con chiarezza gli "use values" dagli "existence values". Ciò nonostante, questi studi illustrano un modo per verificare la validità di "existence values" contingenti. La necessità di approfondire studi di questo tipo è molto sentita.

Sebbene il concetto di "existence value" sia molto nuovo e l'evidenza empirica sulla sua validità sia ancora molto limitata, questa idea viene applicata, negli Stati Uniti, sempre più frequentemente. A meno che i risultati di ulteriori ricerche non suggeriscano il contrario, è probabile che questa tendenza continui. I problemi che sono stati aggrediti dal gruppo di ricerca del GCES mostrano perché l'interesse sia crescente. L'analisi economica degli effetti di alternative operative sui valori della ricreazione e dell'energia ignora gli interessi della popolazione. Gli "existence values" offrono un modo per integrare questi interessi nell'analisi economica. L'unica alternativa comporta il trattare i valori ambientali dei non frequentatori come valori totalmente non economici. Essa implica anche lasciare a chi prende le decisioni pubbliche il compito di attribuire un valore ai benefici che non derivano dall'uso diretto delle risorse e di risolvere i conflitti negli usi delle risorse soppesando le diverse alternative senza l'aiuto della scienza economica. Spesso, tuttavia, sono gli stessi politici che avvertono la necessità di ricevere aiuto.

Considerazioni Conclusive

Negli studi riguardanti usi delle risorse idriche che possono essere in conflitto tra loro, è necessario, affinché l'analisi soddisfi le necessità di chi prende le pubbliche decisioni, integrare i risultati biologici con quelli economici ed ingegneristici. L'organizzazione del gruppo GCES può costituire un modello cui uniformarsi. Nei piani attuali, un gruppo di ricerca sull'ambiente, composto da biologi e da esperti di attività ricreative, propone alternative su come operare la diga e ne descrive gli effetti potenziali positivi e negativi per l'ambiente e l'uso ricreativo del canyon. In una seconda fase, ogni alternativa viene valutata da un gruppo di economisti ed ingegneri, che stimano gli impatti sui valori della ricreazione, dell'energia e sugli "existence values". I risultati vengono dati al gruppo di ricerca sull'ambiente insieme a domande riguardo le componenti di ogni alternativa particolarmente importanti dal punto di vista economico. Tenendo conto di ciò, il gruppo per l'ambiente propone per ogni alternativa nuove modifiche che possano soddisfare gli stessi obbiettivi ambientali e ricreativi a costi inferiori. Alla fine di questo processo iterativo, il gruppo GCES presenterà a chi prende le pubbliche decisioni una scelta di modalità operative alternative e le probabili ripercussioni ambientali ed economiche di ognuna.

Il gruppo GCES è stato costituito grazie all'attivismo politico di cittadini che sostenevano la necessità di cambiare i criteri di gestione delle risorse idriche. La disputa riguardante i conflitti nell'uso delle risorse idriche è un esempio di un numero crescente di casi negli Stati Uniti in cui segmenti della popolazione stanno esercitando pressioni affinché le risorse vengano utilizzate per usi che non sono perfettamente compatibili con usi più tradizionali. Usi non di mercato per la protezione ambientale, per la conservazione di specie ambientali, e per la ricreazione fluviale sono intrinsecamente più difficili da valutare in termini economici che non usi tradizionali quali l'irrigazione e la generazione di energia, per i quali la produzione si può valutare usando dati di mercato. Tuttavia, l'utilizzazione del metodo della valutazione contingente o altre tecniche non di mercato permettono di introdurre nell'analisi benefici-costi anche i valori ricreativi e gli "existence values". Possono sorgere altri problemi quando è necessario valutare piccoli cambiamenti in attività di mercato complesse quali la generazione e la commercializzazione di energia. La simulazione al computer di sistemi energetici è lo strumento più adatto per compiere progressi in questo tipo di problemi. L'applicazione di questi metodi dovrebbe offrire a chi prende le decisioni pubbliche analisi

economiche più accurate e più esaurienti di quanto sia stato possibile sino ad ora. Quando sorgono problemi riguardo all'impatto ambientale di diverse alternative di gestione delle risorse idriche in aree tipo il Grand Canyon, coloro che sostengono cause ecologiche ritengono che i valori ambientali coinvolti siano quasi infiniti. Coloro che li oppongono, invece, affermano che i valori sono piccoli se comparati a quelli delle produzioni economiche tradizionali che sono in gioco. Gli economisti, oggi, hanno i mezzi per ridurre sostanzialmente tale differenza di valutazione. Si spera che ciò possa risultare utile al processo di formazione delle decisioni politiche che intendono risolvere conflitti nell'uso delle risorse idriche e di altre risorse naturali ed ambientali.

Bibliografia

- Bishop Richard G., 1978. "Endangered Species, Irreversibility, and Uncertainty," *American Journal of Agricultural Economics* 60(February):10-18.
1980. "Endangered Species: An Economic Perspective," *Transactions of the 45th Annual North American Wildlife and Natural Resources Conference* 45:208-218.
1982. "Option Value: An Exposition and Extension", *Land Economics* 58 (February): 1-15.
- and Thomas A. Heberlein. 1984. *Contingent Valuation Methods and Ecosystem Damages from Acid Rain*. Staff Paper 217, University of Wisconsin-Madison, Department of Agricultural Economics.
- Kevin J. Boyle, Michael P. Welsh, Robert M. Baumgartner, and Pamela Rathbun. 1987. *Glen Canyon Dam Releases and Downstream Recreation: An Analysis of User Preferences and Economic Values*, Report prepared for the Glen Canyon Environmental Studies, U. S. Bureau of Reclamation, by HBRS, Inc. 4513 Vernon Blvd., Madison, WI 53705 (Available from the U.S. National Technical Information Service, Washington, D.C. Access Number PB88 -183546/AS).
- Thomas A. Heberlein, Daniel in. McCollum, and Michael P. Welsh. 1988. *A Validation Experiment for Valuation Techniques*. Working Paper, Center for Resource Policy Studies and Programs, College of Agricultural and Life Sciences, University of Wisconsin-Madison.
- Boyce Rebecca R., Thomas C. Brown, Gary D. McClelland, George L.

- Peterson, and William D. Schulze. 1989. "Experimental Evidence of Existence Value in Payment and Compensation Contexts in Kevin J. Boyle and Trish Heekin, eds, *Benefits and Costs in Natural Resource Planning*, Interim Report 2 of Western Regional Research Project W-133, Department of Agricultural Economics, University of Maine, Orono, Maine 04469, USA.
- Boyle Kevin J., and Richard C. Bishop. 1987. "Valuing Wildlife in Benefit-Cost Analyses: A Case Study Involving Endangered Species", *Water Resources Research* 23 (May): 943-950.
- Brookshire, David S., Larry S. Eubanks and Alan Randall. 1983. "Estimating Option Prices and Existence Values for Wildlife Resources", *Land Economics* 59(February) 1-15.
- Chavas Jean-Paul, Richard C. Bishop and Kathleen Segerson. 1986. "Ex Ante Welfare Evaluation in Cost-Benefit Analysis", *Journal of Environmental Economics and Management* 13 (September):255-268.
- Davis Robert K., 1963. "Recreation Planning as an Economic Problem", *Natural Resources Journal* 3:238- 249.
- Fisher Ann and Robert Raucher. 1984. "Intrinsic Benefits of Improved Water Quality: Conceptual and Empirical Perspectives", In V. Kerry Smith, ed. *Advances in Applied Economics*. Greenwich, Connecticut, U. S A. : JAI Press.
1964. "The Value of Big Game in a Private Forest," *Transactions of the Twentv-Ninth North American Wildlife and Natural Resources Conference* 29: 393-403.
- Freeman A. Myrick, III. 1979. *The Benefits of Environmental Improvement: Theory and Practice* Baltimore: The Johns Hopkins Press for Resources for the Future.
1984. "The Size and Sign of Option Value", *Land Economics* 60:1-13.
- Friedman Milton and L.J. Savage. 1948. "The Utility Analysis of Choices Involving Risk," *The Journal of Political Economy* 56 (August) :279-304.
- Graham Daniel A. 1981. "Cost-Benefit Analysis Under Uncertainty", *American Economic Review* 71:715-725.
- Glen Canyon Environmental Studies. 1990. "Evaluation of Alternative Methods for Estimating Power System Impacts for Potential Changes in Glen Canyon Dam Power Plant Operations, Draft Report" Salt lake City, Utah, USA: U.S. Bureau of Reclamation.
- Johansson Per-Olov and Bengt Kristrom. 1988. "Measuring Values for Improved Air Quality form Discrete Response Data: Two

- Experiments", *Journal of Agricultural Economics* 39 (September) :439-445.
- Kealy Mary Jo, Jack Dovidio and Mark L. Rockel. 1987. "Willingness to Pay to Prevent Additional Damages to the Adirondacks from Acid Rain", *Regional Science Review* 15:118-141.
- Krutilla John V. 1967. "Conservation Reconsidered", *American Economic Review* 57:787-796.
- McKenzie George W. 1983. *Measuring Economic Welfare: New Methods* Cambridge: Cambridge University Press.
- Madariaga Bruce and Kenneth E. McConnell. 1987. "Exploring Existence Value", *Water Resources Research* 23(May):936-942.
- Maler Karl-Goran. 1974. *Environmental Economics: A Theoretical Inquiry* Baltimore: The Johns Hopkins Press for Resources for the Future.
- Mitchell Robert Cameron and Richard T. Carson. 1989. *Using Surveys to Value Public Goods: The Contingent Valuation Method* Washington, D.C. : Resources for the Future.
- Randall Alan and John A. Stoll. 1982. "Existence Value in a Total Valuation Framework", in Robert D. Rowe and Lauraine G. Chestnut, eds. *Measuring Air Quality and Scenic Resources in National Parks and Wilderness Areas* Boulder, Colorado, USA: Westview Press.
- Ready Richard C. 1988. *Benefit-Cost Analysis Under Temporal Uncertainty*. Ph.D. Thesis, Department of Agricultural Economics, University of Wisconsin-Madison.
- Samuelson Paul A. 1954. "The Pure Theory of Public Expenditure", *Review of Economics and Statistics* 36:387-389.
- Schulz Werner. 1985. "Applications of the Willingness-to-Pay Approach in the Federal Republic of Germany", United Nations, Economic and Social Council, Economic Commission for Europe, Group of Experts on Cost and Benefit Analysis, 2nd Session, Geneva, October.
1986. *Better Air. How Do We Measure It? A Social Demand Analysis Based on Willingness to Pay*. Working Paper, Environmental Directorate, Organization for Economic Development and Cooperation, Paris, April.
- Smith V. Kerry, and William H. Desvousges. 1986. *Measuring Water Quality Benefits*. Boston: Kluwer-Nijhoff.
- U.S. Department of the Interior. 1988. *Glen Canyon Environmental Studies: Final Report*. Salt Lake City, Utah: U. S. Bureau of Reclamation (Available from the U.S. National Technical Information Service, Washington, D.C., Access Number PB88-

18334/AS).

- U.S. Water Resources Council. 1983. *Economic and Environmental Principles and Guidelines for Water and Related Land Resources Implementation Studies*. Washington, D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Walsh Richard G. John B. Loomis, and Richard S. Gillman. 1984. "Valuing Option, Existence, and Bequest Values for Wilderness", *Land Economics* 60 (February): 14-29.
- Donn M. Johnson, and John R. McKean. 1988. "Review of Outdoor Recreation Economic Demand Studies with Nonmarket Benefit Estimates, 1968- 1988", Department of Agricultural and Resource Economics, Colorado State University, Fort Collins, Colorado, USA 80523.
- Weisbrod Burton A. 1964. "Collective Consumption Services of Individual Consumption Goods", *Quarterly Journal of Economics* 78:471-477.
- Willig Robert D. 1976. "Consumer Surplus Without Apology", *American Economic Review* 66 (September): 589-597.

Tabella 1. *Attributi Sensibili al Flusso*

Pescatori del Glen Canyon	Appassionati di discesa fluviale nel Grand Canyon
Pescare pesci trofeo	Trovarsi in ambienti naturali
Pescare pesce	Fermarsi in luoghi panoramici
Facilità a risalire il fiume	Percorrere grosse rapide
Problemi/danni all'imbarcazione	Camminare intorno alle rapide
	Dimensione e disponibilità di spiagge d'accampamento

Tabella 2. Consumer Surplus Aggregato Calcolato in
Condizioni Operative Alternative della Diga in Milioni
di Dollari
(I numeri in parentesi si riferiscono a variazioni
percentuali rispetto alle operazioni attuali)

Condizioni Operative Alternative	Anno di Bassa Discarica (WY 1982)	Anno di Moderata Discarica (WY 1986)	Anno di Alta Discarica (WY 1984)
Attuali Operazioni	\$4.8	\$10.3	\$11.6
Condizioni Quasi Ottimali	\$6.8 (+42%)	\$12.2 (+18%)	\$12.3 (+6%)

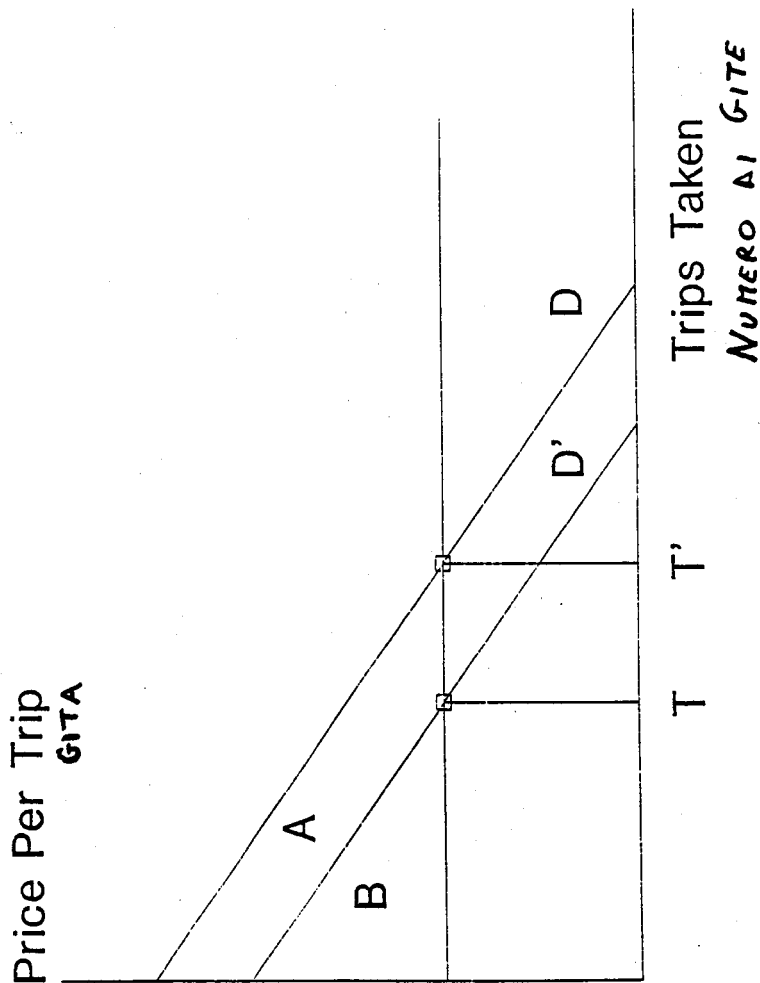
Tabella 3. Piani di Espansione (In Megawatts di Capacità) per l'Esercizio A nel Caso Base e nel Caso Modificato

Anno	<i>Centrali a Carbone</i>		<i>Turbine a Combustione</i>	
	Caso Base	Caso Modificato	Caso Base	Caso Modificato
1980	0	0	0	0
1990	0	0	0	0
1991	0	0	0	0
1992	0	0	0	0
1993	0	0	0	0
1994	0	0	0	0
1995	0	0	0	0
1996	0	0	0	0
1997	0	0	0	25
1998	0	0	25	25
1999	0	0	25	25
2000	0	0	25	25
2001	0	0	25	50
2002	0	0	25	25
2003	0	25	25	0
2004	25	25	25	0
2005	25	25	0	0
2006	25	25	0	0
2007	25	25	0	25
2008	0	0	25	25

Tabella 4. Acquisti e Vendite dell'Esercizio A nel Caso Base e nel Caso Modificato (In Gigawatt Ore)

Anno	<i>Acquisti</i>		<i>Vendite</i>	
	Caso Base	Caso Modificato	Caso Base	Caso Modificato
1989	0	0	0	0
1990	0	0	0	0
1991	0	0	0	0
1992	0	42	0	0
1993	1	119	0	0
1994	80	199	0	0
1995	160	279	0	0
1996	242	361	0	0
1997	327	348	0	0
1998	350	322	0	12
1999	323	296	25	38
2000	296	268	52	65
2001	268	241	79	92
2002	246	212	107	120
2003	211	184	135	148
2004	182	154	164	177
2005	152	124	194	207
2006	121	94	224	237
2007	90	62	255	268
2008	58	30	286	299

Figure 1

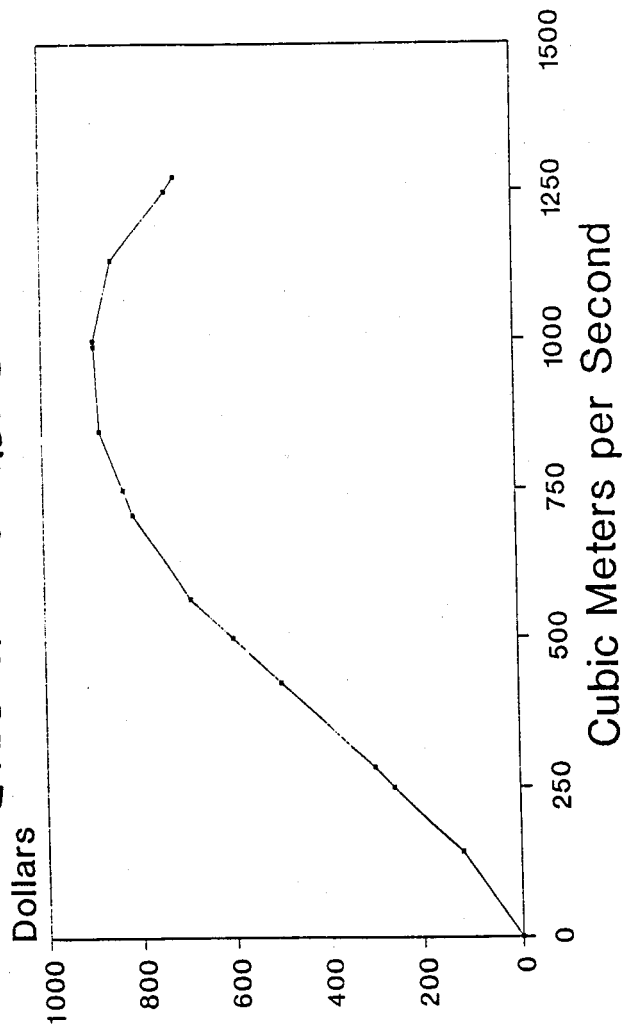


FUNZIONE FLUSSO VALORE

Figure 2: Flow Value Function

Commercial White Water Rafting

DISCESA FLUVIALE COMMERCIALE



Summary

This paper focuses on economic tools to address conflicts in water use. Traditional uses of water resources, including urban and industrial water supply, irrigation, hydroelectric power generation, reservoir recreation, flood control, transportation, and waste disposal have long dominated public water management policies in the United States. However, non-traditional uses, including river recreation, environmental protection, and endangered species preservation are increasingly challenging traditional uses for a high priority in the allocation of water resources. New tools for economic analysis are becoming available to clarify the trade-offs between traditional and non-traditional water uses. Research focusing on Glen Canyon Dam and Power Plant on the Colorado River and the environment downstream from the dam will provide a case example to illustrate these new economic methods.

Among rivers in the U.S., the Colorado is second in length only to the Mississippi. It begins in the high mountains of the states of Colorado, Wyoming, and Utah. Also included in its drainage basin are portions of states of Arizona, New Mexico, California, and Nevada. A system of dams and reservoirs are joined by remaining river segments as the Colorado makes its way toward the Gulf of California in Mexico. Glen Canyon Dam and associated Lake Powell are part of this system.

Except for the high mountains, this is a very arid region where water is a major determinant of economic development potential. Conflict over water resources ebbs and flows over time, but is ever present. Historically, irrigation has been the dominant water use in terms of volume, but urban and industrial uses are gaining in importance. Hydroelectric power generation continues to be a major goal of water resource projects along the Colorado.

In such an arid climate, where annual precipitation varies greatly, irrigation, urban uses, and power generation combine to place a premium on water storage in reservoirs.

Glen Canyon Dam is one of the Colorado River's largest water storage facilities. The dam was built just south of the border between the states of Utah and Arizona. It is located in a deep canyon and spans 475 meters along its crest. The top is 178 meters above the old river channel. The dam creates 300 Km. long Lake Powell, which is capable of storing about 33 billion cubic meters of water. The Glen Canyon Power Plant is located at the dam and has over 1300 megawatts of generating capacity, making it as large as a small nuclear

power plant. Power generated at the Glen Canyon Power Plant enters a large electrical distribution system for delivery to consumers in various areas throughout the southwestern U.S.

Construction and operation of a facility like Glen Canyon Dam affects the environment below the dam in many ways. Below Glen Canyon Dam the Colorado River flows through Grand Canyon National Park and other lands administered by the U.S. National Park Service where primary goals include environmental preservation and outdoor recreation. Since the Glen Canyon Power Plant was designed to provide load-following capabilities and generate an-peak power, normal operations may call for fluctuations in releases from less than 80 cubic meters per second to 700 cubic meters per second or more in a 24-hour period. Releases also vary on a monthly and annual basis depending on hydrological conditions, water delivery requirements, and power demand. In addition to altering the temporal pattern of the river flows, operation of the dam has had two other impacts on the river. Sediment is now trapped in Lake Powell so that releases from Glen Canyon Dam carry very little sediment compared to pre-dam flows. In addition, water for power releases is drawn from a level approximately 300 feet below the surface of Lake Powell. Water temperatures are low and fairly constant at this depth. Consequently, power releases are colder than typical pre-dam summer flows.

Beginning in 1982, the environmental effects of dam operations have been the subject of an extensive, multi-disciplinary research program known as the Glen Canyon Environmental Studies. In late 1989, another step was taken toward considering the environmental effects of the dam when it was decided that a formal Environmental Impact Statement process, under the U.S. National Environmental Policy Act, should be initiated. Scientific work continues, but scientists are verifying that the dam has had both positive and negative impacts. The cold water from the dam has adversely affected native species of fish including the humpback chub (scientific name), a species listed as endangered by the U.S. Government. On the other hand, the cooler water temperatures have made it possible to introduce exotic species of trout that are popular with recreational anglers. Nevertheless, the way the dam is operated can adversely affect the quality of sport fishing in the reach of the river just below the dam. For example, low flows and flows that fluctuate greatly in a short period can make operation of fishing boats difficult. Also, dam operations may affect the ability of the trout to reproduce in the river. Furthermore, the Colorado

River supports white-water recreational boating through the Grand Canyon and the quality of boat trips depends on how the dam is operated. Other environmental effects of the dam relate to sand deposits along the river corridor. Reduced sediment loads in the river are leading to loss of beach areas along the river and there may be a net loss of sand to the system through processes that are exacerbated by the way the dam is currently operated. Beaches serve as an important link in the riparian ecosystem along the Colorado River, affecting the plant and animal life of Grand Canyon National Park and neighboring park lands. Beaches also serve as important camping sites for recreational boating parties in the Canyon.

Changing dam operations to preserve endangered species, protect environmental resources, and enhance of recreational quality may mean constraining dam operations in ways that would adversely affect electric power generation. New economic tools are being applied to help public decision-makers assess the economic trade-offs that are involved. In the first section, research to quantify in monetary terms the effects of dam releases on downstream recreation will be reported. The next section will describe on-going research aimed at modeling the economic effects of environmental constraints on power generation. The third section focuses on the concept of existence value as it is being developed to try to capture in monetary terms the environmental concerns of the general public. While no empirical studies to estimate existence value of resources affected by dam operations are currently in progress, preparations for possible applied research are yielding important insights. The paper closes by summarizing how economic analysis can be used to understand the trade-off between water use for energy production and for protection of the environment.

Résumé

L'emploi pas traditionnel des eaux publiques cräs des problèmes particuliers pour les divers aspects; l'usage des ressources. Rydriques pour des buts récréatifs et de sauvegard du milieu naturel a induit à considerer ce bien sans un nouveau point de vue, sans un valuer de marché.

On décrive l'emploi de l'analyse caüts-profits pour la résolution des problèmes qui on peut réncontrer quand on doit choisir l'emploi optimal et combiné des ressources hydriques entre les usages traditionels et non.

L'A. va aussi illustrer les résultats d'une étude concernant le "Glen Canyon" avec lequel on a approfondi l'impact qui a eu sur l'"habitat" le barrage du Glen Canyon et les conséquences récréatives et énergétiques qui elle a provoquées. Après on va examiner l'évaluation des biens sans marché, on souligne des méthodes innovateurs pour l'évaluation de centrales hydro-électriques et l'examen des avantages quidérivent de l'emploi indirect des ressources.