

La valutazione del servizio idrogeologico del bosco in un bacino: aspetti metodologici e applicativi *

Giuseppe Ascuito *, Carmelo Agnese **, Giuseppe Giordano ***

1. Premessa

Le relazioni del Prof. Merlo (11) e del Prof. Marinelli (10) rispettivamente sull'economia dei boschi pubblici e privati e sugli aspetti estimativi dell'uso multiplo del bosco hanno fornito un quadro ampio ed approfondito delle molteplici problematiche, proponendo all'attenzione degli studiosi e dei responsabili della politica territoriale le diverse metodologie di ricerca e valutazione dei servizi « senza prezzo » della copertura forestale.

Il caso del « Servizio idrogeologico » del bosco, inteso in senso lato come azione di conservazione del suolo e dell'ambiente e come regolatore del regime idraulico dei cavi naturali è probabilmente il più meritevole di attenzione nel nostro Paese in relazione alla orografia tormentata di gran parte del territorio, al clima ed alla erodibilità dei suoli.

Il dissesto idrogeologico, misurabile nell'ambito dell'economia nazionale dai danni al paesaggio e all'ambiente, alle strutture fondiarie, alle infrastrutture civili e talvolta da perdite di vite umane a seguito di frane, alluvioni ed esondazioni, è infatti attribuito da gran parte della opinione pubblica proprio alla mancata o diminuita protezione della copertura boschiva, anche se, a livello tecnico scientifico, vengono considerate altre concause scatenanti (mancata regimazione idraulica, messa a coltura di terreni acclivi, tagli indiscriminati di pendici per apertura di strade, ecc.).

* Prof. straordinario di Estimo Rurale presso il Dipartimento di Economia, Ingegneria e Tecnologie agrarie dell'Università di Palermo.

** Ass. ordinario di Idraulica Agraria presso il Dipartimento di Economia, Ingegneria e Tecnologie agrarie dell'Università di Palermo.

*** Prof. straordinario di Sistemazioni Idraulico-forestali presso l'Istituto di Genio Rurale dell'Università di Reggio Calabria.

La parte economico-estimativa del lavoro è stata curata dal Prof. G. Ascuito, la parte idraulico-ingegneristica, in maniera paritetica, dal Prof. Ing. G. Giordano e dal Dott. Ing. C. Agnese.

Rispetto a qualsiasi altro sistema artificiale di conservazione del suolo o di presidio ambientale che fornisce « utilità » indotte (difesa da frane, esondazioni, regolazione dei deflussi, ecc.) a fronte di costi diretti, indiretti e intangibili (danni al paesaggio) il bosco, sia che appartenga a privati sia che rientri nei demani pubblici, produce legno, foraggio, frutti, ecc. e rappresenta quasi sempre una componente essenziale del paesaggio.

Ma solo raramente la funzione protettiva del bosco risulta compatibile con una sia pur controllata gestione economica finalizzata alla produzione principale del legno ed a quella secondaria di foraggio, funghi, ecc. In questo caso si evidenziano aspetti finanziari, correlati ai prezzi di mercato, nettamente distinti da quelli specificamente economici misurati dai costi-benefici sociali.

Nella gestione di tali boschi ad uso plurimo, peraltro, la scelta dell'ottimo è quasi sempre finalizzata alla massimizzazione del benessere sociale netto rispetto al profitto e pertanto anche i metodi di analisi a più obiettivi non appaiono concretamente affidabili.

Tali peculiarità giustificano la recente imposizione ai terreni boscati, accanto al vincolo forestale di quello ecologico o ambientale ed in alcune regioni a statuto speciale la tendenza alla demanializzazione dei boschi di protezione.

2. Riflessioni sul « valore » dei boschi ad uso plurimo

Il servizio di un bene ambientale può essere correttamente misurato in termini economici (economia dell'ambiente) sulla base dei costi-benefici sociali mentre la formulazione di un giudizio di valore, correlato al concetto di « potenza di acquisto », appare quanto mai problematica, anche in relazione alla molteplicità di funzioni esplicitate dallo stesso bene.

Un qualsiasi bene economico, se oggetto di stima, viene considerato sotto uno o l'altro « aspetto economico » in relazione allo scopo della stima ed il valore o « potenza di scambio » viene attribuito con riferimento al solo criterio conseguente.

La differenza tra il bosco e gli altri beni strumentali è che sullo stesso bene si vengono a realizzare utilità di carattere privato ed utilità di carattere sociale e che, ai fini pubblici, le funzioni del bosco, almeno quelle che non comportano sostanziali alterazio-

ni della potenzialità delle altre, possono esercitarsi contemporaneamente e quindi il « valore » viene ad assumere connotati particolari.

Basta pensare alla funzione paesaggistico-naturalistica ed idrogeologica, oppure alla combinazione di quella paesaggistico-ricreativa con quella produttiva ed in minor misura con quella idrogeologica.

È però anche vero che nel caso di un bosco privato, aperto alla fruizione pubblica ed utilizzato, nei limiti consentiti dalle « prescrizioni forestali », per la produzione di legname, di foraggio, di funghi ecc., il « valore » che il proprietario può ricavarne in una compravendita non potrà prendere in considerazione tutte le funzioni in forma totale, ma, se si tratta di « azienda ordinaria », corrisponderà alla capitalizzazione del reddito complessivo dato dalla somma dei redditi parziali (ogni produzione limita sensibilmente le altre). Anche nel caso di sinistro assicurato in tale bosco l'indennizzo verrà commisurato ad una sola ipotesi di reddito e quindi esprimerà al massimo il valore corrispondente a quello di mercato, anche se il valore assicurato fosse maggiore di quest'ultimo.

Da quanto fin qui osservato sembra potersi confermare la conclusione che, a prescindere dai criteri applicabili, il valore di un bene materiale oggetto di libera compravendita è sempre regolato da comportamenti edonistici del venditore e del compratore; nel caso invece di stima effettuata nell'ambito dell'economia dell'« ambiente » e quindi pubblica, l'attribuzione di valore è determinata dal costo-opportunità, nei suoi molteplici aspetti, e può non avere alcuna connessione con il mercato.

Tant'è che, se un bosco di eccezionale interesse sotto il profilo paesaggistico-naturalistico ed idrogeologico viene sottratto alla disponibilità del privato proprietario attraverso l'espropriazione, l'indennità, anche in questo caso, non potrà che essere commisurata al valore agricolo, con una possibile, ma non probabile, maggiorazione correlata ad una comprovata vocazione agrituristica. Qualora però lo stesso comprensorio boscato in mano allo Stato potesse acquisire un'altra funzione o destinazione pubblica con il sacrificio del soprassuolo e dei relativi « servizi » (ad esempio a seguito della scoperta di giacimenti minerari o per la costruzione di un aeroporto, di un grande invaso ecc.), la valutazione del bosco, a livello di scelta politica, dovrebbe considerare, anche in termini finanziari, tutte le funzioni e sommarne interamente (nei limiti della compatibilità di tali funzioni) i corrispondenti valori. Addirittura il ri-

sultato di tale stima del valore « globale » potrebbe essere superata nel caso di alternativa possibilità di espropriazione di terreni privati contermini, anche se destinati ad agricoltura di alto reddito (orti, frutteti, colture protette ecc.). In questo caso infatti, salvo a considerare conseguenze di carattere sociale come aggravanti (effetti negativi dell'espropriazione sull'occupazione di manodopera agricola), la collettività potrebbe essere disposta a maggiorare il valore del bosco, ricavabile dalla valutazione delle diverse funzioni, fino a rendere conveniente l'espropriazione dei terreni coltivati.

La considerazione che ne discende è ancora che non è possibile, perché non corretto metodologicamente, considerare il valore dei servizi pubblici del bosco come il valore « potenza di scambio » definito dall'Economia generale e quindi dall'Estimo. È però lecito, sempre nelle stime che coinvolgono l'interesse pubblico, determinare quali effetti, anche in termini finanziari, può avere l'alterazione o la sottrazione di una funzione a causa di un'azione esterna, economica o non, esercitata da un privato o dalla stessa « pubblica amministrazione ». È il caso della concessione a pascolo di boschi pubblici con funzioni di difesa idrogeologica e/o paesaggistica, in cui il pascolo agisce negativamente, ma è anche il caso di scelte che si pongono, nella sistemazione di bacini idrografici a protezione di grandi invasi o di infrastrutture civili. Conviene impiantare o ricostruire un bosco esistente o intervenire con opere artificiali che surrogano il bosco nella funzione di conservazione del suolo e di regimazione delle acque? Quale è, in quest'ultimo caso, il valore del bosco se non quello corrispondente al costo delle opere che in sua vece dovrebbero essere realizzate? Ma a tale valore non andrebbero sommati anche quelli corrispondenti alle altre funzioni? A questo punto il valore di quel bosco può diventare maggiore di quello di un altro bosco simile, in un altro bacino simile, ma che non ha a valle, al momento, infrastrutture da difendere, salvo ad averne in futuro.

E se il bosco esistesse e fosse di proprietà privata quale sarebbe il suo valore se non quello del « fondo forestale » con l'aggiunta del valore del soprassuolo al momento della stima?

Esistono quindi due valori per i boschi ad uso plurimo, uno corrispondente al « potere di scambio », valutabile a secondo dello « scopo » della stima con uno dei classici criteri legati all'« utilità » privata ed un altro, tipico dell'economia ambientale, corrispondente all'« utilità » pubblica.

3. Aspetti metodologici della valutazione

3.1. Generalità sui criteri di valutazione del servizio idrogeologico

I problemi che si pongono sotto il profilo estimativo in relazione allo « scopo » pubblico della valutazione (stima dei danni ambientali, stima dei benefici e costi connessi ad un dato investimento, ecc.), sono quelli esposti nelle citate relazioni ed attengono preliminarmente alla scelta dei criteri di valutazione della funzione di protezione: il *probabile valore di costo* che può riferirsi sia alla spesa per l'impianto del bosco, compreso il valore del terreno, o per l'espropriazione del bosco esistente, (in questo ultimo caso il valore di costo può coincidere con il più probabile « valore di mercato »); o al costo opportunità che si determina utilizzando parametri riferibili ad ipotesi alternative; il più *probabile valore di capitalizzazione*, basato sui danni relativi al dissesto idrogeologico in assenza della copertura forestale (10) ed il *più probabile valore di surrogazione*, che considera il bosco come sostitutivo di opere di sistemazione idraulica ed idraulico-agraria.

L'applicazione del criterio del *più probabile valore di costo* non presenta particolari difficoltà con riferimento a boschi giovani artificiali a rapido accrescimento mentre può risultare più problematica per boschi naturali (cedui quercini, macchia ecc.) maturi, in relazione al calcolo dei presunti costi di impianto e di allevamento ivi compresi i costi indiretti per mancati redditi. Se si considera invece l'ipotesi di acquisizione al demanio, e quindi l'espropriazione, la valutazione rientra nell'estimo forestale, ma dovrebbe tenere conto della « esternalità » relativa alla funzione protettiva. I relativi vincoli imposti da tale funzione, peraltro codificati dalla legislazione forestale e da quella ambientale, hanno concrete refluenze sul valore di mercato.

È intanto da verificare in via preliminare se esista un mercato dei boschi di protezione, i cui redditi sono condizionati o addirittura annullati da vincoli relativi alla scelta dei turni e dei trattamenti, al pascolo, alla raccolta dei prodotti del sottobosco, ecc.

AmMESSO che si verifichi una domanda privata di tali boschi (o almeno di quelli che permettono un minimo reddito) il valore di mercato sarà funzione soltanto dei redditi percepibili e risulterà di norma addirittura inferiore al solo valore della terra nuda (pascolo).

Il valore ottenibile rischierebbe peraltro di risultare sempre irrisorio rispetto alla funzione protettiva nel caso di boschi in posizione strategica rispetto ai centri abitati, grandi invasi artificiali o importanti strutture civili, per i quali la « ragion pratica » della stima è in genere correlata ad una scelta di politica territoriale.

In tali casi pertanto il criterio del valore di costo può risultare di dubbia validità sia che si riferisca al costo di produzione o di riproduzione sia che si basi sul valore di mercato di suolo e soprassuolo.

L'ipotesi più semplice nella determinazione del *costo-opportunità* è quella della « inattività » ovverossia dalla mancata realizzazione del bosco o di altre opere sostitutive. Il costo-opportunità del servizio è rappresentato in questo caso dall'assicurazione contro eventuali danni ambientali dovuti al dissesto idrogeologico. Altra ipotesi è quella del trasferimento della popolazione residente in bacini dissestati in altri territori privi di pericoli di dissesto. Il costo opportunità in questo caso è correlato alle spese di trasferimento ed insediamento della popolazione e ai danni da questa subiti per il trasloco.

Una terza ipotesi confronta il valore capitale del suolo utilizzato da un imprenditore efficiente senza alcun vincolo ed il valore del suolo forestale vincolato. Il costo opportunità è legato alla rinuncia al maggior valore del suolo e la differenza fra i due valori può essere assunta a indice del servizio idrogeologico del bosco.

Come si vede anche questi procedimenti appaiono di discutibile validità (assicurazione) e estremamente artificiosi e, se applicati allo stesso caso, possono condurre a risultati nettamente contrastanti.

Anche il *criterio del prevedibile valore di capitalizzazione* risulta di elevata complessità nella applicazione, comportando la ricerca e misurazione dei danni ascrivibili alla mancata azione protettiva del bosco, che come è noto possono essere diretti (danni alle strutture ed infrastrutture civili, danni fisici alle persone ecc.), indiretti (mancati redditi indotti) ed intangibili quali la « sofferenza dei danneggiati » la diminuzione del valore paesaggistico e naturalistico, della salubrità dei luoghi ecc.

Ognuna di queste valutazioni comporterebbe l'applicazione di diverse metodologie ed i risultati sarebbero in ogni caso opinabili per l'incertezza dell'attribuzione della causa oltre che per le difficoltà di quantificare i benefici indiretti e quelli intangibili.

Solo nei casi di boschi di protezione dei bacini di dominio di

grandi e piccoli invasi per usi irrigui e/o potabili ed in assenza di altre funzioni del bosco, l'adozione di tale metodologia, può consentire, sulla base di una corretta determinazione dei minori apporti solidi, la valutazione dei benefici connessi alla maggiore durata della capacità utile di invaso e viceversa in assenza del bosco il danno per la riduzione della « vita » dell'invaso stesso.

3.2. Il criterio del valore di surrogazione

Il criterio del valore di surrogazione pure con le riserve sempre legate, nel confronto tra due beni o due funzioni, al concetto di « sostituibilità », ossia alla misura dell'efficacia d'uso (5), pare il più adatto alla formulazione di un giudizio di valore accettabile, sia in termini finanziari che economici.

La metodologia estimativa che ne discende è peraltro estremamente semplice basandosi sulla determinazione del costo relativo alla costruzione, ammortamento e manutenzione delle opere atte a surrogare la funzione protettiva del bosco.

Sotto il profilo squisitamente tecnico la « sostituibilità » (o efficacia d'uso) delle opere di sistemazione idraulica ed idraulico-agraria con il bosco non può definirsi completa e pertanto la funzione idrogeologica della copertura forestale nella sistemazione di un bacino si esplica attraverso l'integrazione con opere intensive negli alvei dei corsi d'acqua.

Il valore del servizio idrogeologico, nei suoi aspetti tecnici, come può rilevarsi dall'esempio progettuale più avanti proposto, si ottiene dopo aver definito gli obiettivi della sistemazione di un bacino (contenimento portata solida, aumento dei tempi di corrivazione, riduzione dell'erosione superficiale, raggiungimento del profilo di sistemazione nel collettore principale, ecc.), confrontando il costo degli interventi di sistemazione idraulica ed idraulico-agraria in assenza del bosco, con quello relativo alla sistemazione dello stesso bacino in presenza del bosco oggetto di valutazione. La differenza fra i due costi (relativi alle opere da eseguire e ai costi di manutenzione e ammortamento in entrambi i casi) viene assunta come misura del valore del servizio idrogeologico del bosco.

4. Aspetti idraulico-ingegneristici della metodologia

4.1. Generalità

Va preliminarmente osservato che nella realtà non può direttamente confrontarsi l'azione di difesa naturale del bosco su un determinato territorio con quella esercitata soltanto dalle opere sistematorie alternative che agiscono per la difesa del suolo e per la regimazione idraulica dei corsi d'acqua con opere di consolidamento e stabilizzazione dei relativi alvei e dei versanti afferenti. Una efficace e duratura sistemazione idrogeologica deve avvalersi infatti sia della protezione forestale che delle opere sistematorie (ingegneristiche ed idraulico-agrarie) che risultano quindi complementari ma non surrogatorie in assoluto all'azione del bosco e viceversa. Tali opere, sia quelle estensive (sistemazione dei terreni con terrazzamenti, inerbimenti, drenaggi, muretti, graticciate, fossi di guardia, canali collettori ecc.) che quelle intensive (opere trasversali, difese di sponda, ecc.) interagiscono immediatamente ma in modo non completo ai fini della difesa e conservazione del suolo ed inoltre incidono in misura modesta sull'entità delle portate di piena. La presenza del bosco esercita un'efficace azione di difesa dei terreni dai diversi tipi di erosione superficiale ed ancora incide notevolmente sull'entità e qualità delle piene: per l'assorbimento di acqua nel sottosuolo conseguente alla notevole porosità del suolo forestale; per l'allungamento dei tempi di corrivazione ecc.

Per questa diversa funzione svolta dall'intervento sistematorio « idraulico » e da quello « forestale » il metodo del costo di surrogazione, suggerito dall'economista, per la valutazione del servizio idrogeologico reso da un bosco protettivo, va applicato tenendo presente le osservazioni sopraccennate. Tale metodo consiste, infatti, come ricordato in precedenza, nella determinazione del costo relativo alla realizzazione, all'ammortamento, alla manutenzione delle opere atte a surrogare la funzione del bosco. Ora, tenuto conto da un lato che l'azione del bosco non può risultare integralmente sostitutiva dell'intervento sistematorio « idraulico », dall'altro lato risultando abbastanza difficile e problematico individuare direttamente gli interventi effettivamente surrogatori dell'azione del bosco, si è ritenuto che quest'ultimi potessero essere più correttamente individuati facendo riferimento a due differenti situazioni: la prima relativa ad un piano d'interventi di sistemazione dei versanti e

della rete del bacino nell'ipotesi che la superficie occupata del bosco sia costituita da suolo nudo (ipotesi 1); e la seconda relativa ad un piano d'interventi che, nell'ipotesi di presenza del bosco, persegua i medesimi obiettivi di conservazione del suolo con opere integrative all'azione protettiva esercitata dal bosco (ipotesi 2); il valore del servizio idrogeologico del bosco viene quindi a dedursi come minor spesa che la presenza dello stesso consente di sostenere nel perseguire determinati obiettivi sistematori.

4.2. *Proposta applicativa della metodologia*

La valutazione di un piano d'interventi sistematori, qualunque sia la situazione a cui si faccia riferimento, deve notoriamente passare da una indagine conoscitiva che accerti qualitativamente e quantitativamente la fenomenologia dei processi di erosione e di trasporto nonché dei dissesti superficiali e/o profondi (frane) in atto nel bacino. Una volta individuate le aree del bacino e le aste della rete idrografica che risultano caratterizzate da un grado di dissesto idrogeologico tale da richiedere un intervento sistematorio, è possibile stabilire un programma generale del bacino con la finalità multipla della regimazione delle acque, della sistemazione idraulico-agraria, dell'attenuazione dei processi erosivi.

È altresì abbastanza evidente che, una volta accertata la situazione di riferimento, la previsione di un piano d'interventi che persegua i medesimi obiettivi di conservazione del suolo non risulta così agevole e semplice come può apparire nella sua schematica enunciazione; tale previsione presuppone infatti una approfondita conoscenza del differente « comportamento » del bacino in relazione agli effetti conseguenti la presenza o meno di una superficie boscata; e se è vero che il suddetto tema si è giovato di una notevole attività di indagine sperimentale è altrettanto vero che tale attività ha riguardato lo studio e l'approfondimento di aspetti singoli e diversificati degli effetti del bosco (influenza sul coefficiente di deflusso, sull'erosione idrica superficiale ecc.) senza fornire pertanto indicazioni, se pure qualitative, sul grado di intensità dell'intervento sistematorio integrativo di quello forestale. Peraltro tale problema non si presenta certamente di facile soluzione a meno di non disporre di situazioni in cui è possibile, attraverso una valutazione comparativa sullo stesso bacino, evidenziare gli effetti del bosco su

superfici che presentano analoghe caratteristiche topografiche, geologiche, pedologiche, ecc.

Si è allora pensato di proporre una procedura applicativa necessariamente semplificata che prendesse in esame pochi e significativi parametri a cui fare riferimento per la previsione di un piano di interventi che nelle due situazioni ipotizzate avesse lo scopo di perseguire i medesimi obiettivi.

Al riguardo sia per quel che concerne i fenomeni erosivi e di dissesto presenti nel bacino sia per quel che concerne i provvedimenti da adottare per attenuare ovvero contenere entro i limiti accettabili gli stessi, si sono presi in esame separatamente « rete idrografica » e « versanti » del bacino. In particolare per quel che riguarda la rete idrografica si è ipotizzato che l'influenza del bosco nelle aste principali del bacino e dei sottobacini relativi si rifletta essenzialmente sulla portata di piena e quindi sulla pendenza di correzione delle aste; per quel che riguarda i versanti tale influenza si è essenzialmente ricondotta ad una attenuazione del grado di dissesto potenziale che si traduce a sua volta in una riduzione della perdita di terreno agrario e conseguentemente dell'apporto di materiale solido alla rete.

Tenuto conto delle ipotesi formulate, la procedura applicativa viene a svilupparsi attraverso le seguenti fasi:

- 1) Indagine conoscitiva atta ad accertare le condizioni ambientali del bacino attraverso la definizione dei principali fattori che intervengono nei fenomeni di degradazione del suolo e di alcuni parametri morfometrici ed idrologici utili per la programmazione degli interventi da attuare ai fini della conservazione del suolo.

Tale indagine dovrebbe essere in definitiva finalizzata alla individuazione del grado di dissestabilità potenziale nei versanti del bacino e della pendenza di correzione nelle aste nella rete, stimati sulla base di criteri preventivamente stabiliti.

- 2) Individuazione della tipologia di interventi, opportunamente differenziata in relazione al grado di intensità dell'intervento stesso differenziata in relazione al grado di intensità dell'intervento stesso (classe d'intervento), da prevedere nei versanti e nella rete del bacino, sulla base degli accertamenti condotti nell'indagine precedente.

- 3) Con riferimento alla superficie boscata, oggetto della stima, attribuzione alle varie parti del bacino delle tipologie di intervento estensivo individuate nella fase 2, che tendano a riportare il grado di dissesto nei versanti da quello accertato nella fase 1 per la superficie considerata « nuda », a quello, assunto come riferimento, relativo alla superficie ricoperta dal bosco.
- 4) Individuazione del grado di intervento intensivo da prevedere nella rete idrografica che interessa la superficie boscata nell'ipotesi 1 (superficie sistemata idraulicamente) e 2 (superficie ricoperta dal bosco).
- 5) Stima delle opere sistematorie sostitutive e/o integrative alla azione protettiva esercitata dal bosco, che si assume pertanto come valore del servizio idrogeologico reso dal bosco.

5. La valutazione del servizio idrogeologico del bosco del Flascio

5. *Il bacino ed il bosco del Flascio*

Il bosco a cui si è fatto riferimento per determinare il valore del servizio reso ai fini idrogeologici è quello demaniale denominato « Bosco del Flascio » ricadente nel bacino idrografico del fiume omonimo (Fig. 1).

Tale bacino incastonato tra quelli dell'Alto Simeto e dell'Alcantara, è esteso all'incirca 45 Km²; presenta una morfologia di tipo alto collinare con una pendenza media dei versanti compresa tra il 15% ed il 30%. Dal punto di vista geologico, la maggior parte della superficie è interessata da una formazione affiorante denominata « Flysch di M. Soro », mentre pedologicamente è costituita da suoli bruni più o meno acidi e lisciviati.

Il bosco del Flascio è oggi costituito, a seguito di interventi trentennali di ristrutturazione e riconversione del preesistente ceduo degradato di cerro, per l'80% da fustaia transitoria di cerro, per il 20% da popolamenti misti di latifoglie (acero montano, frassino maggiore, ecc.) e da conifere (pino laricio, cipressi, cedro atlantica). Il sottobosco è costituito da *ruscus cistus* e ginestre, mentre nello strato erbaceo si evidenziano primule, felci e ciclamini.

La copertura può considerarsi piena, sia per la densità del soprassuolo e del sottobosco sia per le ottime condizioni vegetative.

5.2. Grado di dissesto del bacino

Alla scelta del complesso boscato del Flascio si è pervenuti per la considerazione di poter disporre, per il detto bacino, di studi ed indagini geoidrologici significativi condotti nel 1976/77 dal Prof.

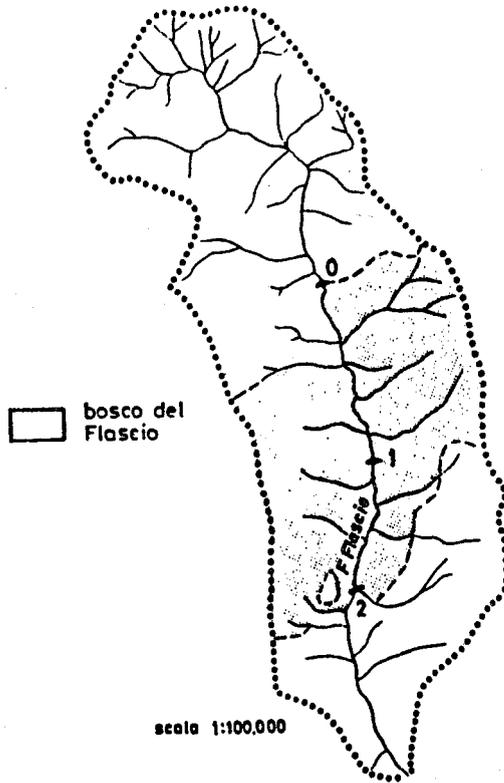


FIG. 1

Bacino imbrifero del Flascio

Aurelio Aureli dell'Università degli studi di Catania e dal Dott. Rosario Piccione, capo dell'Ufficio speciale per la difesa e conservazione dell'ambiente naturale dell'Assessorato AA.FF. della Regione Sicilia (3).

In tale studio, per il bacino in esame, è stata elaborata sulla base di rilevamenti effettuati direttamente in campagna accompagnati da uno studio di fotointerpretazione, una carta della dissestabilità potenziale dei terreni, secondo una scala di valori, che indica la « predisposizione al dissesto » delle singole aree. Essa rappresenta in modo sintetico la predisposizione dei terreni alla degradabilità ed allo stesso tempo fornisce indicazioni sullo stato di gravità delle condizioni di equilibrio morfologico delle singole aree.

Tale carta è stata elaborata seguendo una metodologia, proposta dal Prof. Aureli, secondo cui assumendo l'incidenza globale dei fattori climatici sull'erosione di un territorio ben limitato e di modesta estensione, come quello in esame, la degradazione dei versanti viene fatta dipendere essenzialmente e congiuntamente da:

- natura del substrato geologico (soprattutto in riferimento alle caratteristiche fisico-chimiche che determinano la degradabilità intrinseca delle rocce, quali composizione, struttura, tessitura, cementazione, coerenza, compattezza, giacitura, ecc.);
- condizioni morfologiche dei versanti, fra le quali principalmente la pendenza topografica;
- copertura vegetale.

Applicando la suddetta metodologia, che per brevità non viene qui richiamata rinviando per eventuali approfondimenti allo studio prima accennato, per l'intero bacino del Flascio sono stati individuati 6 gradi di instabilità litomorfologica che vengono a modificarsi in relazione al tipo di copertura vegetale così da ottenere 8 gradi di dissestabilità potenziale; la zona in esame, nell'ipotesi di suolo nudo, comprende aree appartenenti rispettivamente al 3° e 4° grado di dissestabilità, che secondo la metodologia si riduce a 0 per effetto della presenza del bosco, in ottimo stato, quale quello in questione.

5.3. Tipologie di intervento previste

In relazione alle caratteristiche geomorfologiche, climatiche ed idrogeologiche del bacino e, sulla scorta di quanto accertato nella

fase 1, sono state fissate le tipologie d'intervento che riguardano una superficie di circa 1800 ha ubicata nella zona centrale del bacino imbrifero che è appunto quella su cui insiste il bosco. Premesso che le peculiari condizioni altitudinali e fitoclimatiche della zona nonché la particolare situazione socio-economica della popolazione che sulla stessa gravita, non consentono una destinazione colturale, alternativa a quella forestale, che non sia esclusivamente costituita dal pascolo, si sono operate le seguenti scelte:

I - *Opere a carattere prevalentemente estensivo* e solo localmente intensive su superfici oggetto di erosione diffusa ed a rivoli o solchi (sistemazioni idraulico-pascolive).

Si è ipotizzata la realizzazione di campi a strisce della larghezza di m 25, 35, 50 e 75, delimitati con cunicoli drenanti e cunette ad andamento sub-orizzontale.

Ove non esistono collettori naturali atti ad accogliere le acque drenate e raccolte dai cunicoli sono previsti canali collettori rivestiti in gabbioni. Si è previsto, inoltre, il miglioramento della cotica vegetale mediante trasemina di leguminose e/o graminacee compreso lo spargimento di concimi minerali fosforo-potassici.

Il grado d'intensità dell'intervento è evidentemente funzione della larghezza ipotizzata per i suddetti campi (4 classi d'intervento).

II - *Opere intensive a sviluppo lineare*. Interessano gli interventi volti alla difesa dalla erosione a rivoli o a solchi lungo le incisioni secondarie dei bacini di formazione dei valloni, e la correzione degli alvei lungo le aste dei medesimi.

La difesa è prevista con opere trasversali consistenti in brigliette e briglie in gabbioni ed in calcestruzzo dell'altezza di m 1, 2 e 3, nella rete secondaria, e con briglie a bacino dell'altezza di m. 2,50 nell'asta principale.

Per quel che concerne le aree soggette ad erosione accelerata o a fenomeni franosi sia nei versanti che nella rete si è ipotizzato che i provvedimenti da attuare prescindano dalla presenza o meno

di superficie boscata e pertanto, poiché vengono a far parte di entrambi i piani di intervento previsti nelle ipotesi 1 e 2, non sono state prese in considerazione.

5.4. Criteri e modelli per la deduzione dei piani di intervento

La carta della dissestabilità potenziale fornisce una valutazione qualitativa del grado di dissestabilità delle singole aree e pertanto, pur dando indicazioni sulla « intensità » degli interventi sistematori da attuare nei versanti del bacino non consente di stabilire una volta individuate delle tipologie d'intervento sistematorie sostitutive e/o integrative del bosco, come dosare i suddetti interventi al fine di ottenere effetti analoghi o comparativi a quelli del bosco.

Per superare tali difficoltà si è cercato di introdurre un criterio quantitativo che consentisse cioè di valutare gli effetti del bosco e dell'intervento sistematorio; a tal fine è sembrato opportuno fare riferimento ad un valore-indice dell'erosione idrica potenziale, dedotto mediante l'applicazione di un modello di erosione semplificato, che pertanto si è assunto come parametro di riferimento per le due sistemazioni ipotizzate.

Si è a tal fine redatta la carta tematica dei livelli di erodibilità che individua le classi di valori-indice della perdita di suolo annuo media per erosione laminare e permette di riconoscere, in base alle differenti percentuali di perdita, l'andamento generale, gli squilibri e le localizzazioni del fenomeno erosivo, rendendo possibile, a ulteriore conforto delle indicazioni dedotte dalla carta di dissestabilità potenziale, l'individuazione delle zone d'intervento e della classe d'intervento stesso.

Tale carta, a differenza di quelle dei dissesti, consente inoltre di stimare il suddetto valore-indice della perdita di suolo nelle diverse zone e nella situazione di suolo sistemato idraulicamente (ipotesi 1) ed in quella di suolo ricoperto dal bosco (ipotesi 2).

Pertanto assumendo tale indice, dedotto per quest'ultimo caso, come valore di riferimento è possibile « dosare » un piano di interventi che si prefigga gli stessi risultati raggiunti col bosco e cioè, in base alle ipotesi assunte, che porti nelle varie zone del bacino il valore-indice dell'erosione idrica potenziale da quello di suolo nudo a quello dedotto per la superficie boscata.

5.4.1. Modello per la stima dell'indice di perdita di suolo

Come modello per dedurre il valore-indice di perdita di suolo si è fatto ricorso a quello di Wischmeier-Smith che utilizza la ben nota equazione universale che si scrive:

$$A = RKLSCP \quad [1]$$

in cui:

A è la perdita di suolo media annua;

R è l'indice di aggressività della pioggia;

K è l'indice di erodibilità del suolo;

L è il fattore che tiene conto delle lunghezze di pendio l ;

S è il fattore che tiene conto della pendenza della pendice;

C è il fattore che tiene conto della utilizzazione del suolo;

P è il fattore che tiene conto delle pratiche antierosive in atto nel bacino.

Per stimare la perdita di suolo nelle varie zone del bacino, l'area interessata dallo studio è stata discretizzata utilizzando un reticolo a maglie quadrate di 0,5 km di lato e quindi di 0,25 km² di superficie, se interamente utilizzata.

Si sono in tal modo individuati 67 quadrati e per ognuno di essi si è ricavato il valore medio della perdita di suolo A , per le due situazioni ipotizzate calcolando il prodotto dei 6 fattori dell'equazione stimati come segue.

Il fattore R assunto unico in relazione alla modesta estensione del bacino ed il fattore K sono stati dedotti da recenti studi riguardanti l'aggressività della pioggia e l'erodibilità del suolo condotti sul territorio siciliano ed ai quali, per brevità, si rimanda (6), (12).

Precisamente per R si è assunto un valore pari a 55 tmm/ha'ora, mentre per K pari a 0.15 e 0.16 t/ha per unità di R rispettivamente per i suoli bruni e per quelli bruni lisciviati.

Il valore della pendenza dei versanti necessario per il calcolo del fattore S , è stato ricavato col metodo del reticolato.

I fattori R , K ed S sono quelli che risultano costanti al variare delle due situazioni ipotizzate (suolo boscato e suolo sistemato); ad essi va aggiunto anche il fattore P che, escludendo l'adozione di particolari pratiche antierosive, si è posto pari a 1.

I fattori C ed L sono quelli che vanno modificati al variare delle situazioni ipotizzate. In particolare per il fattore C si è fatto riferimento ai valori forniti dalla bibliografia (13), (15) nel caso di suolo boscato ($C=0.030$) e a pascolo ($C=0.065$; suolo sistemato) mentre per il valore della lunghezza libera della pendice l , necessario per il calcolo di L , si è determinato nella situazione attuale (ipotesi 2), suddividendo l'area interessata in unità morfologiche in modo da ottenere versante con pendenza uniforme, e attribuendo ad ogni maglia il valore medio della lunghezza di pendio delle unità morfologiche ricadenti all'interno della maglia stessa (Fig. 2).

Per il caso 1 (suolo sistemato) si è assunto per l un valore pari a 25, 35, 50 e 75 m così come ipotizzato nelle sistemazioni adottate a seconda di quanto risultasse necessario ridurre l'erosione per portarla al valore dedotto nel caso di superficie boscata (Fig. 3).

In pratica, effettuata la scelta dei fattori R , L , S , C e K si è quindi effettuato il prodotto espresso dalla relazione (1) per ogni singola maglia nelle ipotesi 2.

Prefissati 4 livelli di erodibilità e accorpate tra loro le aree caratterizzate dai valori di perdita di suolo ricadenti nelle classi prescelte si è costruita la carta dei valori-indice dei livelli di erodibilità (Fig. 4).

Quindi analoga operazione si è effettuata per la stima 1 ma assegnando valori a l così da ottenere una distribuzione spaziale dei livelli di erodibilità analoga a quella ricavata nella ipotesi 2.

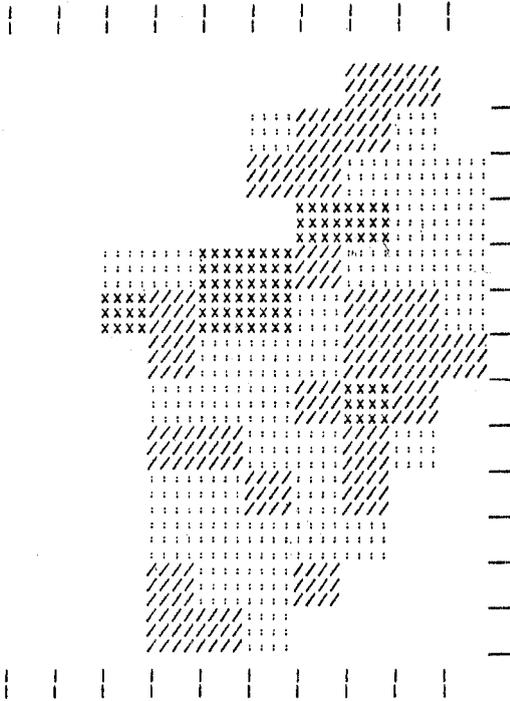
Poiché ad ogni valore di l corrisponde una prefissata classe di intervento, la carta che fornisce la distribuzione spaziale dei livelli di l indica automaticamente la classe di intervento nell'area interessata (Fig. 3).

5.4.2. Criterio per la correzione della pendenza nella rete idrografica del bacino

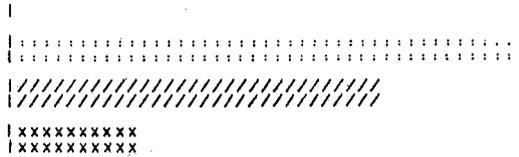
La sistemazione idraulica di un corso d'acqua di caratteristiche montane, come quello in esame, si prefigge notoriamente lo scopo di contrastare l'instabilità plano-altimetrica delle sezioni del suddetto corso d'acqua mediante la realizzazione di determinate opere

(ipotesi 2)

CLASSE	FATTORE ℓ	SIMBOLO
1 .0	0 - 100	..
2 .0	100 - 200	//
3 .0	200 - 310	xx



CLASSE	% AREA
1 .0	50.7
2 .0	37.3
3 .0	11.9



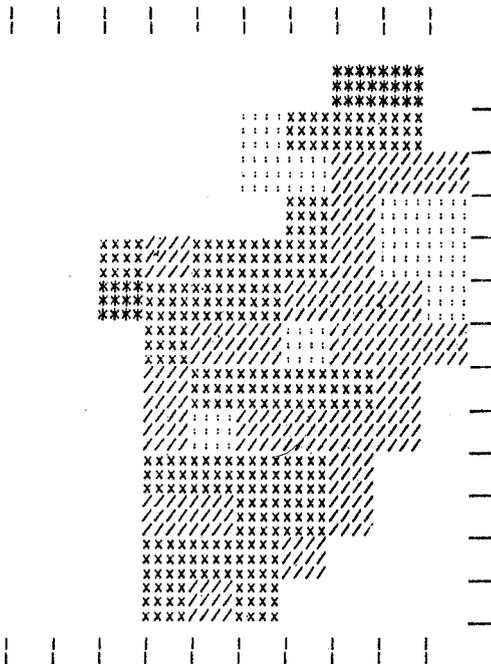
* SCALA AREA

EQUIVALENTE A .25 KM²

* LUNGHEZZA LATO RETICOLO 0.5 [KM]

FIG. 2
Carta del fattore lunghezza pendice I

(ipotesi 1)		
CLASSE	FATTORE ℓ	SIMBOLO
1 . 0	$\ell = 25$	
2 . 0	$\ell = 35$	//
3 . 0	$\ell = 50$	xx
4 . 0	$\ell = 75$	**



CLASSE	% AREA	I
1 . 0	14.9	
2 . 0	40.3	///
3 . 0	40.3	xxxx
4 . 0	4.5	**

* SCALA AREA ****

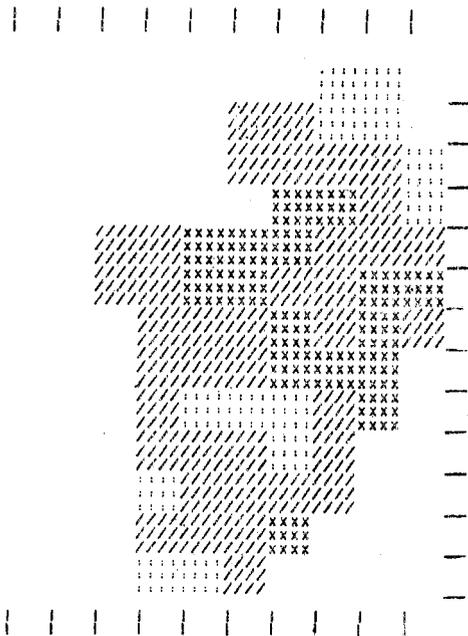
 EQUIVALENTE A 0.25 km²

* LUNGHEZZA LATO RETICOLO 0,5 [KM]

FIG. 3
 Carta della lunghezza pendice I

(ipotesi 1 e 2)
 Indice di aggressivita' (uniforme) R = 55
 VALORE DEL FATTORE CULTURALE (uniforme) C = 0.030 (ipotesi 2)
 C = 0.065 (ipotesi 1)

CLASSE	ERODIBILITA' [t/ha]	SIMBOLO
1 .0	0 - 3	..
2 .0	3 - 6	//
3 .0	6 - 9	xx



CLASSE	% AREA	Simbolo
1 .0	19.4	..
2 .0	56.7	//
3 .0	23.9	xx

* SCALA AREA *****

 EQUIVALENTE A 0.25 km²

* LUNGHEZZA LATO RETICOLO 0.5 [KM]

FIG. 4
 Carta dell'erosibilita' media annua A

trasversali. Infatti, l'impiego di briglie e soglie consente di trasformare il profilo naturale dell'alveo in una successione di ripiani a ciascuno dei quali compete la pendenza di correzione o di sistemazione i_s intendendo con questa locuzione quel particolare valore della pendenza in corrispondenza della quale in un alveo di forma nota in cui viene convogliata una prefissata portata, è possibile arrestare materiali di assegnate dimensioni. Per determinare la suddetta pendenza si è applicato il criterio del moto incipiente in base al quale, associando alla condizione che definisce la condizione di equilibrio limite delle particelle costituenti il fondo dell'alveo l'equazione del moto uniforme, è possibile dedurre quel valore di pendenza che, per assegnata portata Q e per nota geometria dell'alveo, non determina il movimento di materiale di assegnata dimensione d (diametro tipico della particella) che si intende arrestare (1) (2).

Per un'asta torrentizia e quindi a parità di geometria dell'alveo e della dimensione del materiale, tale pendenza decresce al crescere della portata; è quindi evidente che per effetto della riduzione di portata, ipotizzata nel caso di superficie ricoperta dal bosco, l'applicazione del suddetto criterio porta ad un incremento della pendenza di sistemazione con conseguente riduzione dell'altezza e/o del numero delle opere trasversali da inserire nell'alveo. Il suddetto criterio è stato applicato soltanto per l'asta principale del bacino. Precisamente per i due tratti 0-1 ed 1-2 (Fig. 1) in cui si è suddiviso il tronco di alveo ricadente nell'area boscata si sono ricavate le pendenze di correzione nelle ipotesi 1 e 2, assumendo un diametro medio delle particelle rispettivamente di 30 e 25 cm e come portate di progetto quelle dedotte sulla base dell'indagine idrologica riportata nel cennato studio (3) e risultate pari rispettivamente a $Q_1=265 \text{ m}^3/\text{s}$ e $333 \text{ m}^3/\text{s}$ nel caso di superficie nuda e a $Q_2=212 \text{ m}^3/\text{s}$ e $265 \text{ m}^3/\text{s}$ nel caso di superficie boscata.

Si è cautelativamente ipotizzata una riduzione di portata, per effetto della variazione del coefficiente di deflusso, relativamente modesta rispetto ai valori usualmente indicati dalla letteratura.

Dalla differenza fra le pendenze di correzione D_i dedotta nei due casi è possibile determinare il dislivello aggiuntivo da colmare DH nel caso di superficie nuda e quindi, per fissata altezza delle briglie ($b=2,5 \text{ m}$), il numero aggiuntivo delle stesse n_a da prevedere nell'ipotesi 1.

Tale numero è risultato complessivamente pari a 10.

Nel prospetto che segue sono riportati i dati essenziali della determinazione suddetta.

tratto	lunghezza (m)	d (cm)	Q_1 (m ³ /s)	i_1 (%)	Q_2 (m ³ /s)	i_2 (%)	Di (%)	DII (m)	n_a
0-1	7.100	30	265	1,03	212	1,21	0,18	12,7	5
1-2	3.600	25	333	0,52	265	0,86	0,34	10,2	5

Nella restante parte della rete idrografica costituita essenzialmente dagli affluenti in destra ed in sinistra del Flascio, risultando il suddetto criterio inapplicabile in relazione alle pendenze ben più elevate degli stessi (comprese generalmente tra il 15% ed il 25%) si è fatto ricorso alle indicazioni dedotte dagli interventi realizzati nel bacino sia nella superficie boscata, sia da quelli previsti ove non sono presenti insediamenti boschivi. Da tale indagine si è potuto desumere che, per quel che concerne le opere trasversali, sono state realizzate o previste briglie di calcestruzzo o in gabbioni dell'altezza di m 1,2 e 3. Se si rapporta allo sviluppo della rete secondaria e principale di ogni sottobacino, S_r , il numero medio di briglie di altezza equivalente a m 2, N_s , ottenuto come:

$$N_s = (b_1 \cdot n_1 + b_2 \cdot n_2 + b_3 \cdot n_3) / b_2$$

dove n_1 , n_2 e n_3 indicano il numero di briglie di altezza rispettivamente $b_1=1$ m, $b_2=2$ m e $b_3=3$ m, si può ricavare per ogni sottobacino l'interasse medio delle briglie di altezza equivalente a m 2, pari a N_s/S_r .

Tale interasse per le aste che ricadono nella superficie boscata è risultato in media pari a circa m 350 mentre per le altre aste di analoghe caratteristiche che interessano zone ove non sono previsti insediamenti boscati è risultato pari a circa m 165. Pertanto l'intervento integrativo di opere trasversali e cioè il numero aggiuntivo di opere trasversali di altezza media pari a m 2, N_{sa} , si è stimato per ogni sottobacino dalla:

$$N_{sa} = S_r / 165 - S_r / 350$$

Seguendo la suddetta metodologia il numero complessivo di briglie di altezza equivalente a m 2 integrativo a quello previsto nell'ipotesi 1 è risultato pari a $N_{sa}=95$.

5.5. Risultati ed osservazioni sulla procedura adottata

In relazione alle ipotesi formulate i piani di intervento previsti nelle due situazioni ipotizzate di aria nuda e di area ricoperta da

bosco a densità e condizioni vegetative normali avente azione esclusivamente o eminentemente protettiva come quella del bosco del Flascio qui esaminato, comprendono:

- a) opere sistematorie comuni ai due piani (opere per la sistemazione di superfici in frana e opere di tipo longitudinale nella rete) che non interessano ai fini della valutazione in questione;
- b) opere sistematorie dello stesso tipo ma previste in misura diversa nei due piani (opere di tipo trasversale in tutta la rete idrografica);
- c) opere sistematorie presenti solo nel piano di interventi per la superficie considerata nuda (opere per la sistemazione dei versanti).

Le opere sistematorie surrogatorie dell'azione del bosco vengono pertanto ad essere costituite dalla somma di quelle previste al punto c e dalla differenza tra quelle considerate nelle ipotesi 1 e 2 e previste al punto b.

Se si attribuiscono dei costi unitari ad ogni tipo di intervento nei versanti e ad ogni tipo di opera trasversale nella rete può pertanto essere determinato, se pur in larga massima, il costo complessivo del piano di interventi che viene a sostituire ovvero ad integrare l'azione protettiva del bosco.

Nel prospetto che segue è riportata sinteticamente la stima del suddetto costo che rapportata alla superficie occupata dal bosco può assumersi come valore unitario del servizio idrogeologico reso dal bosco:

SISTEMAZIONE NEI VERSANTI

1) Sistemazioni idraulico-pascalive

Classe di interv. sup. interessata costo unitario costo complessivo

(I, II, III, IV)	(ha)	(milioni/ha)	(milioni)
IV (l = 75m)	75	1,65	124
III (l = 50m)	675	2,65	1.789
II (l = 35m)	675	3,65	2.464
I (l = 25m)	250	4,65	1.163
		TOTALE	5.539

2) Sistemazione nella rete

	N. briglie	costo unitario [milioni]	costo complessivo [milioni]
asta principale	10	40	400
rete secondaria	95	7	665
		TOTALE	1.065

Il costo unitario complessivo risulta dunque pari a:

$$(5.539 + 1.065) / (1675) = 4,0 \text{ milioni/ha}$$

a cui va aggiunto circa 1 milione/ha corrispondente alla capitalizzazione dei maggiori oneri di ammortamento e di manutenzione.

È evidente che la procedura proposta vuole soprattutto fornire una modalità di approccio al problema, dal momento che certe ipotesi assunte, per mancanza di dati sperimentali che facciano riferimento alla situazione locale esaminata debbono essere certamente verificate. Ma non vi è dubbio che la procedura contiene di per sé notevoli margini di miglioramento legati alla disponibilità di dati conoscitivi che possano consentire di sviluppare in maniera più rispondente le diverse fasi in cui si articola la procedura stessa e quindi in definitiva di ottenere valutazioni sempre meglio approssimate.

6. Considerazioni critiche e conclusioni

Rimandando a quanto precisato nella parte applicativa circa i limiti della complementarietà fra la sistemazione idraulica e idraulico-agraria e il bosco vanno formulate alcune considerazioni di carattere metodologico sia sul contenuto del criterio del valore di surrogazione, sia sulle analogie che si possono riscontrare con quello del costo opportunità nell'ipotesi di realizzo delle opere idrauliche sostitutive del bosco o con quello del valore complementare.

Si osserva preliminarmente che il valore del servizio idrogeologico in base all'esempio riportato è funzione degli obiettivi della sistemazione; basta infatti modificare l'ipotesi progettuale (riduzione degli apporti fino al 50% degli attuali o fino al 25%) perché varino in misura probabilmente non proporzionale, il costo della sistema-

zione intensiva senza bosco e quello della sistemazione in presenza del bosco.

Essendo peraltro la conseguente differenza fra i due « valori del servizio idrogeologico del bosco » correlata ad una diversa modulazione della « ragion pratica della stima » (es. valutazione del servizio idrogeologico del bosco ai fini di una durata « maggiore o minore della capacità utile dell'invaso ») il criterio consentirebbe comunque la formulazione di diversi giudizi di valore in forma corretta sotto il profilo metodologico.

In ogni caso il valore del servizio idrogeologico del bosco inserito in un progetto integrato (idraulico-forestale) corrisponde a quella quantità di opere idrauliche ed idraulico agrarie che non vengono realizzate rispetto allo stesso progetto senza bosco. Ma allora il valore del servizio idrogeologico del bosco corrisponde al « costo delle opere idrauliche ed idraulico-agrarie » che ne sostituiscono le funzioni e quindi il criterio si identifica con quello del « costo opportunità » (ipotesi del costo delle opere sostitutive).

Se si considera ancora che con il criterio del valore di surrogazione si confrontano il costo intero ed il costo integrativo, l'analogia con il criterio del valore complementare appare evidente anche se mancherebbero i postulati fondamentali della complementarietà in senso estimativo: asportazione di una parte dell'intero, impossibilità di reintegrazione, valori autonomi delle due parti residue (7).

Un'altra riflessione sul metodo viene suggerita dalla differenza fra i tempi di entrata in « esercizio » della sistemazione idraulico-forestale, rispetto a quelli della sistemazione idraulico ed idraulico-agraria.

Perché il bosco raggiunga i livelli di efficienza nell'azione protettiva occorre che le piante abbiano raggiunto lo sviluppo minimo consentendo attraverso l'apparato radicale, ma soprattutto con la parte epigea, l'espletamento delle funzioni di regimazione e conservazione del suolo previste dall'ipotesi progettuale e ciò comporta attese di medio (specie a rapido accrescimento 10 anni) o di lungo periodo (oltre 50 anni).

Viceversa, tranne che per alcune opere principali in alveo, la cui efficacia si esplica al massimo dopo il rinterro naturale a monte, tutta la sistemazione idraulica ed idraulico-agraria può assicurare i risultati-obiettivo subito dopo l'esecuzione.

Per quanto riguarda la « durata » dell'azione sistematoria che influenza i costi di ammortamento, un bosco che si rinnova natu-

ralmente (fustaia disetanea) ha come « *n* » l'infinito, mentre le opere idraulico-agrarie (affossature, drenaggi, ecc.) hanno un periodo di uno o due decenni e quelle idrauliche, tranne il caso dei gabioni, possono sostanzialmente considerarsi a vita perpetua.

Diversa è anche l'entità delle altre « quote »: la manutenzione di affossature a cielo aperto può essere molto onerosa, mentre quella delle opere in alveo si limita al rifacimento eventuale del coronamento o della vasca di valle.

Il bosco richiederebbe la manutenzione della viabilità interna e la difesa antincendio, i cui costi, peraltro, assieme a quello relativo alla guardiania, dell'assicurazione antincendio, delle imposte fondiarie, potrebbero essere recuperati con redditi integrativi provenienti dal pascolo e da eventuali altre produzioni (funghi, miele, ecc.) se non si è in presenza di soprassuoli di interesse naturalistico.

Tutte le differenze segnalate, ad eccezione di quella relativa all'entrata in funzione dell'efficienza protettiva, possono essere compensate inserendo nei calcoli i valori capitali corrispondenti ai maggiori oneri.

Per quanto riguarda la diversa epoca di efficacia deve concludersi che il criterio può trovare applicazione corretta ed immediata per i boschi maturi a densità piena e che per quelli immaturi, e quindi con copertura più rada e meno efficiente, vanno applicati, in sede di studio della sistemazione ottimale (in relazione agli obiettivi) gli specifici coefficienti o, in mancanza, quelli relativi al pascolo arborato o cespugliato che consentono di rapportare il valore idrogeologico all'effettiva funzione svolta dal bosco al momento della stima.

Le perplessità prospettate hanno peraltro contenuto esclusivamente formale e non inficiano la metodologia applicativa che, a mio parere, consente di pervenire a risultati apprezzabili, capaci di fornire, come nel caso esaminato, un risultato addirittura confrontabile con il valore di mercato o con quello del costo (nella ipotesi di acquisizione di un bosco esistente da parte della Pubblica Amministrazione).

L'applicazione richiede peraltro competenze interprofessionali e ciò risulta coerente con la molteplicità di interessi che il bosco suscita nell'ambito della politica del territorio.

BIBLIOGRAFIA

- (1) AGNESE C., GIORDANO G., *Sui procedimenti di previsione della correzione dei corsi d'acqua*, Quaderni di Idronomia Montana, 3, 1983.
- (2) AGNESE C., GIORDANO G., *Sulla determinazione della pendenza di correzione di un corso d'acqua col criterio del moto incipiente*, Istituto di Idraulica Agraria dell'Università di Palermo, 1984.
- (3) AURELI A., PICCIONE R., *Indagine sperimentale per la ricerca e il calcolo di parametri geoidrologici nel bacino del F. Flascio*, Ispettorato forestale di Catania, 1977.
- (4) BRIZI A., *Estimo agrario*, Casa Editrice Luigi Macrì, Città di Castello (BA), 1946.
- (5) BRIZI A., *Economia agraria*, Casa Editrice Luigi Macrì, Città di Castello (BA), 1944.
- (6) D'ASARO F., SANTORO M., *Aggressività della pioggia, studio dell'erosione idrica del territorio siciliano*, Arti Grafiche Siciliane, Palermo, 1983.
- (7) FAMULARO N., *Della variabilità del valore con lo scopo della stima e di un probabile sesto criterio di stima*, Rivista del Catasto e dei Servizi tecnici erariali, n. 3, 1943.
- (8) FERRO V., *Sulla pendenza d'equilibrio nel tratto montano di un corso d'acqua*, Quaderni di Idronomia Montana, 5, 1985.
- (9) GREGERSEN H. M., CONTRERAS A. H., *Economic analysis forestry projects*, FAO, Forestry Paper, Roma, 1979.
- (10) MARINELLI A., *Estimo forestale ed uso multiplo del bosco*, Atti XVII Incontro di studio: Il bosco e l'ambiente, Bozze di stampa CeSET, Firenze, 3-4 aprile 1987.
- (11) MERLO M., MURARO G., *L'economia del bosco come bene pubblico e privato*, CeSET, 3-4 aprile 1987.
- (12) SANTORO M., DAZZI C., *Modello di studio integrato del territorio (Ficuzza-Palermo). Deduzione dell'erosione potenziale*, Quaderni di Agronomia dell'Università di Palermo, 1983.
- (13) SMITH D. D., WISCHMEIER W. H., *Rainfall erosion*, United States Department of Agriculture, 1958.
- (14) SORDO S., *Sul trasporto solido incipiente nei tratti montani dei corsi d'acqua*, L'Energia Elettrica 3, 1982.
- (15) WISCHMEIER W. H., SMITH D. D., UHLAND R. E., *Evaluation factors in the soil loss equation*, Agr. Eng., 39, 1958.