



Via Po, 53 – 10124 Torino (Italy)
Tel. (+39) 011 6704917 - Fax (+39) 011 6703895
URL: <http://www.de.unito.it>

WORKING PAPER SERIES

**Proposte metodologiche per la valutazione dei danni economici derivanti da
siccità, irregolarità meteorica e desertificazione**

Gianni Bianco

Dipartimento di Economia "S. Cognetti de Martiis"

Working paper No. 3/2008



Università di Torino

Proposte metodologiche per la valutazione dei danni economici derivanti da siccità, irregolarità meteorica e desertificazione.

di Gianni Bianco

Methodological proposals for valuation of economic damages deriving from drought, irregularities meteoric, desertification.

JEL Q20 Q28 Q30

KEY WORDS. Mediterranean Desertification. Economic valuations of human pressure.

Estratto.

Il problema di una progressiva scarsità di risorse idriche sta assumendo una rilevanza inaspettata nelle aree mediterranee, dove anche la desertificazione appare un fenomeno possibile. Gli studi e le valutazioni al riguardo vengono condotte attualmente soprattutto con riguardo agli aspetti fisici ed ambientali. Il metodo ESA, Environmental Sostineble Areas, ampiamente utilizzato in ambito UE viene qui rivisitato in termini espansivi, associandovi ed integrandovi valutazioni economiche. Il saggio, dopo un richiamo all'ESA, ne propone un arricchimento attraverso l'assegnazione di una specifica valutazione economica all'azione antropica sulle risorse idriche. La stima della domanda ed offerta di acqua per usi potabili e produttivi, assumendone le valutazioni già realizzate a livello di ricerca ed istituzionale, rappresenta il punto di partenza per determinare la dinamica in atto ed inserirla nella metodologia ESA. Il saggio prospetta quindi l'esigenza di una programmazione e miglior regolazione dei prelievi e delle idroesigenze attuali. Tale conclusione è avvalorata dall'accentuarsi di situazioni locali di carenza totale per periodi temporali sempre maggiori e di rinuncia forzata all'espansione produttiva agraria irrigua (riso, frutticoltura, ecc.). Anche la domanda per usi industriali e turistici segnala una progressiva riduzione delle disponibilità da affrontare tempestivamente. In ultimo il saggio segnala i danni emergenti e potenziali derivanti da riduzioni progressive nelle disponibilità idriche, da loro distribuzione territoriale inadeguata e da loro irregolarità meteorica.

The problem of the scantiness insufficiency of water resources is assuming great importance in the Mediterranean areas and the desertification also appears now as a possible problem. The valuations are done particularly with regard to the physical-environmental aspects. The ESA's (Environmentally Sensitive Areas) method is here faced in expansive terms, adding economic valuations. The essay proposes a strengthening of ESA's through the valuation of human (anthropic) actions as pressure.

The starting point to determine the actual dynamics and to put it in the ESA's methodology is the valuation of supply and demand of water for drinkable and productive uses. Therefore the essay presents the necessity of a planning and of a better regulation of actual consumption, because of the growing of water's total shortage - for periods always and always longer - and of forced renunciation to the productive agrarian well-irrigated expansion. The industrial and tourist uses also show a progressive reduction of the water's availability. In the end, the essay shows the consequential and potential damages deriving from the progressive reductions of water availability.

0. La desertificazione e la siccità.

Il problema del degrado ambientale nella specifica caratteristica di perdita di qualità ambientale e produttività naturale, ed in particolare in termini di siccità e desertificazione progressiva di terreni e

territori di zone temperate in precedenza non interessate da tale fenomeno, viene assegnato dalla letteratura scientifica a cause contestualmente di tipo naturale e di tipo antropico. Le origini dirette della siccità e della desertificazione, da intendersi come riduzione progressiva della disponibilità naturale di acqua e di umidità dei terreni, sarebbero riconducibili da un lato a possibili mutazioni climatiche e trasformazioni spontanee dell'ambiente cosmico cui si aggiunge un più generale degrado atmosferico ed ambientale per effetto dell'acidità delle precipitazioni meteoriche, dell'inquinamento delle fonti e della pervasività delle polveri sottili e da un altro lato a comportamenti umani non rispettosi né conoscitori degli equilibri naturali ed ambientali, dei terreni come della biosfera. La desertificazione umana, in termini di abbandono di ampie parti dei territori geograficamente aspri e difficili, si registra come tendenza mondiale e segnatamente in molte aree europee e nazionali, soprattutto di montagna ed alta collina, cui consegue un accentuarsi di fenomeni di erosione e grave degrado ambientale assimilabili alla desertificazione. L'aspetto che più tende ad affliggere le aree a clima temperato ed umido risulta comunque la siccità come riduzione delle fonti disponibili in natura, riduzione ed irregolarità delle precipitazioni meteoriche che dal punto di vista economico rende le risorse idriche un bene sempre meno disponibile in contesti in cui i consumi tendono ad accrescersi, generando una situazione di sbilancio geografico e temporale tra una offerta naturale in contrazione ed una domanda antropica in crescita costante. L'economista non può offrire grandi contributi originali sulle valutazioni scientifiche delle cause individuate e sulla loro rilevanza relativa, ma può partecipare ad una valutazione economica dei danni che potrebbero derivare in assenza di interventi correttivi, quindi contribuire alla individuazione di politiche di programmazione e regolazione locali e generali che possano indurre comportamenti collettivi ed individuali alternativi, virtuosi, sulla base di strumenti incentivanti (economici) e repressivi (normativi). Mentre si registra un accordo pressoché generale sull'esistenza di tali fenomeni e sulle due classi di cause richiamate, basti considerare i numerosi documenti nazionali ed internazionali prodotti a partire dalla Conferenza di Rio del 1992 seguita dalla Convenzione delle Nazioni Unite sulla lotta alla siccità e desertificazione (acronimo UNCCD United Nations Convention to Combat Desertification che ha elaborato la definizione universalmente accettata di "degrado delle terre nelle zone aride, semi-aride, secche e sub-umide a causa di vari fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività antropiche") del 1996, e via via da numerosi contributi tra cui i lavori del World Water Council, sul loro peso specifico e sulle responsabilità non solo non si registra accordo ma anzi opposizione e scontro a livello internazionale e locale, politico e sociale, come evidenziatosi nella Conferenza di Bali del 2007, tanto da determinare continui rinvii di ulteriori approfondimenti, analisi e soprattutto azioni e regole di contrasto e recupero. La vivacità del confronto deriva ovviamente dalla rilevanza delle implicazioni sul piano finanziario, economico e sociale, sui livelli raggiunti dai consumi attuali, soprattutto energetici, e sul tipo di organizzazione della vita realizzata nel mondo occidentale, in ultima istanza sui criteri che governano la distribuzione della ricchezza prodotta.

1. Le cause antropiche. Alcune considerazioni generali.

Considerando la classe delle cause antropiche come terreno di possibile analisi economiche, può essere utile un tentativo di valutazione antropologica richiamando l'agire individuale del soggetto economico paradigmatico, osservando come nell'attuale società ogni persona, impresa ed organizzazione operi quotidianamente, con riguardo ai problemi ambientali, in condizioni di non coincidenza tra razionalità economica soggettiva e razionalità tecnico-scientifica oggettivamente nota e data. *A livello di consumo* la quasi totalità delle scelte vengono effettuate in condizioni di asimmetria informativa sia rispetto alla gran parte dei contenuti dei prodotti di tipo complesso o prodotti da complesse tecnologie produttive, sia rispetto ai problemi ambientali per le tecnologie produttive impiegate, le materie prime ed imballaggi utilizzati. In generale quasi tutti i comportamenti individuali riflettono l'assenza di criteri di scelta che considerino l'equilibrio ambientale come priorità o pariteticità rispetto alle esigenze di benessere collettivo ed ambientale, piuttosto le scelte vengono fortemente condizionate, talvolta costrette per assenza di alternative, dal

contesto sociale ed economico in cui si opera che difficilmente tiene conto delle possibili rotture dell'equilibrio naturale del micro-ambiente in cui vive e del macro-ambiente mondiale in cui si è inseriti. Inoltre il comportamento collettivo risulta fortemente condizionato da una insufficiente informazione e conoscenza dei problemi legati alle risorse naturali, nonché da stereotipi culturali incuranti delle risorse naturali ed assenti sul piano della preservazione ambientale. *A livello produttivo* l'equilibrio economico ottimale delle imprese non coincide, come noto, con l'equilibrio tecnico ottimale degli impianti utilizzati se non in una condizione particolare, nella realtà assai rara, di concorrenza perfetta e peraltro la compatibilità ambientale delle tecniche produttive e dei prodotti non viene considerata nella funzione aziendale. Le lavorazioni agricole corrispondono raramente alla conservazione ottimale del suolo e delle risorse naturali, guidate dalla competizione alla inevitabile ricerca della convenienza immediata di breve periodo, sia in termini di minor sforzo (costo) anche di tipo conoscitivo, che di massimo reddito. Le produzioni industriali e quelle turistiche utilizzano tecniche non progettate quali risparmiatrici di risorse naturali e loro tutelatrici da contaminazioni, ma anzi generano diseconomie, sottoprodotti e scorie di lavorazione molto elevate e dannose per l'ambiente ed anche per quanto riguarda quelle idriche contribuiscono significativamente a renderle scarse per siccità e desertificazione, e. D'altra parte la competizione tra imprese può risultare efficace, nelle condizioni attuali, sul piano della riduzione dei prezzi e/o della massimizzazione delle quantità offerte, ma può risultare insufficiente ed inconsistente sul piano delle innovazioni tecniche che riducano le diseconomie esterne. La più efficace forma di incentivo alle imprese nell'adozione di tecniche risparmiatrici di risorse idriche e più in generale di rispetto ambientale, dovrebbe derivare soprattutto dalla ricerca di nuovi prodotti e nuove forme di produzione innovatrici in termini di risparmio idrico, rese economicamente convenienti dalla loro diffusione, ma allo stato attuale si investe poco in tale direzione. Il ricorso a normative repressive, divieti e regolazioni, in realtà risulta poco efficace e genera costi di controllo assolutamente insostenibili. *A livello localizzativo* le dinamiche in atto nell'espansione degli insediamenti umani, civili, commerciali ed industriali, e delle relative infrastrutture, seguono criteri di interesse soggettivo e non ambientale e territoriale. Le scelte regolatrici degli insediamenti, quando esistono, sono condizionate da interessi soggettivi legati alla proprietà individuale dei terreni e dei fabbricati, essendo di fatto assenti alternative consuetudinarie e giuridiche riguardanti il semplice uso del suolo o dei terreni attraverso concessioni temporanee. In contesti di elevata pressione demografica, come in ambito nazionale e regionale le normative non sono in grado inoltre di frenare le spinte all'abusivismo territoriale, alla distruzione degli equilibri ambientali, anche nell'ottica del reiterarsi di condoni tombali. L'espansione edilizia, abitativa ed industriale, e quella infrastrutturale non rispondono così a criteri di salvaguardia territoriale o di localizzazione razionale degli insediamenti ma solo a logiche di tipo strettamente individuale. *A livello di Pubblica Amministrazione* le azioni di tutela del territorio risultano insufficienti, spesso assenti o soffocate da una pletora di riferimenti legislativi, in molti casi caratterizzate da una molteplicità di regole pianificatorie nazionali e locali che richiedono tempi e costi elevati, cui si aggiungono cattura dei regolatori e controllori con ampi margini di eludibilità. La Pubblica Amministrazione nella sua dimensione di tecnostuttura (addetti), risulta sensibile ai problemi ambientali, ma la dimensione di rappresentanza (eletti), opera scelte e pianifica risorse soprattutto in termini di interessi particolari ed autoreferenziali. *A livello di ricerca* l'attività privata, (R&S), è razionalmente rivolta alla ricerca di maggior profitto attraverso innovazioni che difficilmente pongono come priorità la conservazione ambientale e la tutela delle risorse. La ricerca pubblica di base, (Università, CNR, ecc.), che dovrebbe indirizzarsi verso interessi teorici e metodologici per incrementare il benessere collettivo, viene limitata e mortificata da una permanente carenza di risorse, umane e finanziarie, e dirottata verso una dimensione operativa di ricerca applicata che risente inevitabilmente degli interessi e della forza condizionante della committenza. Dunque la non coincidenza dell'equilibrio consumistico, produttivo, ambientale e normativo con l'equilibrio ottimo ambientale genera comportamenti soggettivamente razionali ma distruttivi sul piano ambientale e delle risorse naturali.

L'attività antropica schematicamente richiamata risulta quindi la componente determinante, accanto alle accennate mutazioni naturali e climatiche autonome, della siccità e desertificazione del territorio umanizzato, portando con sé una intrinseca contraddizione di difficile correzione dal momento che si tratta di logiche individuali razionali mentre l'evoluzione sociale non ha ancora risolto efficacemente la contraddizione tra la dimensione umana spontaneamente predatrice, di massimizzazione immediata della propria utilità e benessere, e la dimensione umana consapevole, rispettosa e preservatrice di una utilità e benessere generali. D'altra parte alcune correzioni offerte dal pensiero economico, a partire dai lavori pionieristici del premio nobel Coase R.H., (1960), "The Problem of Social Cost" in *Journal of Law and Economics* 3 p. 1, e successivamente di P.S. Dasgupta P.S. e Heal G. M., (1979) "Economic Theory And Exhaustible Resources, *Cambridge University Press*, quali l'esatta e totale definizione dei titoli di proprietà di tutto l'esistente, quindi anche dei beni ambientali e delle risorse naturali, o il ricorso a strumenti di eliminazione dell'inefficienza (creazione di un mercato delle esternalità *named goods*, suddivisione del bene collettivo o pubblico tra gli utilizzatori *the pure quota scheme*, l'introduzione di autorizzazioni per l'utilizzo della risorsa *the pure licensing scheme*, la tassazione del fattore produttivo *the pure tax scheme*), quale antidoto al super sfruttamento ed irresponsabilità collettiva nella loro gestione, o il superamento delle inefficienze legate a modalità gestionali tipiche e proprie dei beni pubblici e comuni, (tragedia dei Commons), o ancora l'internalizzazione delle esternalità negative prodotte dai vari soggetti nel loro operare, (inquinamento delle risorse), ed infine il conferimento del ruolo di sorvegliante sulle risorse libere, discusso da Buchanan J. M. (1980), "Rent-seeking Under External Diseconomies", p. 183-194, in Buchanan J. M. Buchanan, Tollison R.D., Tullock G., (1980) "Towards A Theory Of The Rent-seeking Society" *College Statio. Texas A&M Press*, ammesse la praticabilità, non risultano sufficienti a risolvere tutti i problemi ambientali derivanti dalla attività antropica nel suo complesso.

2. ESAs ed ESAI secondo la proposta MEDALUS

A livello europeo il problema della siccità e desertificazione sta assumendo una rilevanza mai considerata ed osservata in precedenza. La Commissione Europea ha così adottato una metodologia di valutazione che comprende l'analisi di numerose variabili ambientali ed in minima parte variabili antropiche che possono nel loro insieme determinare i caratteri ed il livello di stress delle risorse idriche raggiunto. L'applicazione di tale metodologica dovrebbe essere condotta considerando le peculiarità ambientali e territoriali delle aree (regionali) osservate, allo scopo di individuare le aree sensibili alla siccità ed alla desertificazione e successivamente realizzare la relativa copertura cartografica, (in scala 1:250.000), sulla base dell'utilizzo di indicatori sia biofisici che socio-economici. Tali indicatori dovrebbero consentire di procedere, sulla base del livello di criticità riscontrato, alla classificazione delle aree osservate in: Aree critiche; Aree fragili; Aree potenzialmente fragili; Aree non soggette.

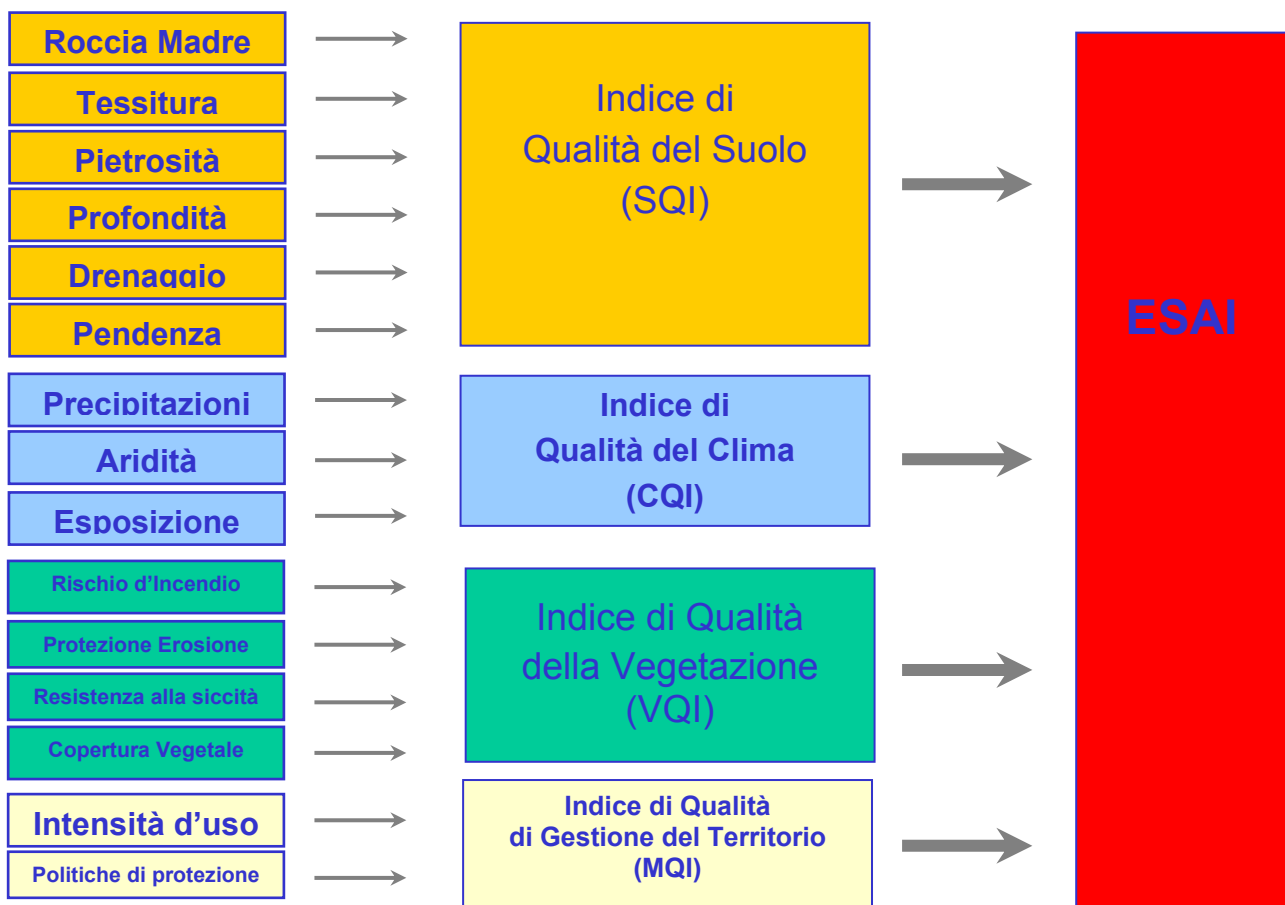
L'acquisizione delle informazioni necessarie si basa sulle banche dati esistenti a livello nazionale e regionale, dove esistono, ad esempio del Sistema Informativo Regionale Ambientale (SIRA) ed in particolare al Sistema Informativo sulle Risorse Idriche (SIRI), ma anche sui dati disponibili presso gli Organismi/Enti interessati e competenti. Tutte le informazioni raccolte, normalizzate e sistematizzate, consentono di costruire gli indici previsti dalla metodologia ESA's (Environmentally Sensitive Areas) ed ESAI (ESA's Index):

- occorre notare, prima di procedere che il termine "indici" proposto dalla metodologia MEDALUS ed utilizzato dai ricercatori potrebbe risultare improprio, almeno nella lingua italiana utilizzata nelle discipline statistiche ed economiche, riferendosi perlopiù a variazioni quantitative, qualitative o temporali delle grandezze in osservazione. Apparirebbe pertanto più corretto l'uso del termine "indicatori" e tuttavia a scopo di omogeneità con altri lavori svolti o in fase di svolgimento, nelle considerazioni sottostanti si mantiene il termine "indici" salvo ridiscuterlo successivamente.

- l'**indice di Qualità del Suolo** (SQI - Soil Quality Index), prende in considerazione le caratteristiche del terreno, come il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo strato di suolo utile per lo sviluppo delle piante, il drenaggio e la pendenza;
- l'**indice di Qualità del Clima** (CQI - Climate Quality Index), considera il cumulo medio climatico di precipitazione, l'aridità e l'esposizione dei versanti;
- l'**indice di Qualità della Vegetazione** (VQI - Vegetation Quality Index), considera il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità e la copertura del terreno da parte della vegetazione;
- l'**indice di Qualità di Gestione del Territorio** (MQI - Management Quality Index), prende in considerazione l'intensità d'uso del suolo e le politiche di protezione del territorio.

La logica della metodologia ESAI consiste nell'attribuire un punteggio standardizzato per i quattro indici considerati (suolo, clima, vegetazione, gestione) in ogni porzione di territorio in osservazione, ovviamente in relazione alle caratteristiche fisiche e gestionali prevalenti. L'Indice Sintetico di Sensibilità Ambientale ed alla desertificazione per ogni porzione territoriale si ottiene come media geometrica degli indici parziali $ESAI = (SQI \cdot CQI \cdot VQI \cdot MQI)^{1/4}$.

La schematizzazione della metodologia ESAI può essere la seguente:



In particolare l'indice riguardante la gestione qualitativa ed il grado di stress ambientale indotto dall'azione umana, **MQI** (Management Quality or degree of human Indexed stress), viene valutato, per ogni porzione territoriale considerata, attraverso due sottoindici ciascuno dei quali classifica i territori in osservazione con riguardo ai principali usi produttivi o destinazioni d'uso prevalenti in essi, e con riguardo alle azioni di tutela o recupero ambientali avviati: Intensità d'uso del suolo;

Politiche di salvaguardia in atto. **Intensità d'uso del territorio:** per ogni porzione di territorio considerato si valuta la destinazione specifica o prevalente in atto tra quelle sottoindicate, quindi la si classifica in base a valori tabellari prestabiliti per tutta la metodologia e tali da permettere il confronto tra situazioni ed aree di diversa collocazione geografica. 1. Territorio ad uso agricolo, per il quale l'intensità d'uso viene accertata attraverso il valore assunto da un Indice corrispondente: *Territori agricoli coltivati* per i quali l'intensità d'uso del territorio viene ancora classificata in tre livelli in base alla frequenza (e necessità) di irrigazione, al grado di meccanizzazione delle coltivazioni, all'applicazione di fertilizzanti e prodotti agrochimici, alla tipologia e varietà delle piante e specie coltivate, , ecc *Terreni a pascolo* per i quali l'intensità d'uso del terreno a pascolo si definisce attraverso il punteggio ottenuto dal rapporto ASR/SSR, ottenuto dalla stima del tasso di carico, cioè d'uso, sostenibile (SSR) e del tasso di carico in atto (ASR) per le varie tipologie di territorio destinate a pascolo. 2. Aree naturali come foreste, boschi, ecc. per le quali l'intensità d'uso del territorio viene definita dal rapporto A/S ottenuto dalla stima della produzione attuale A e di quella sostenibile S, sempre assegnando classi di punteggio. 3. Aree estrattive e minerarie (cave, miniere, ecc.) per le quali l'intensità d'uso viene definita valutando gli interventi adottati per la protezione ed il controllo dell'erosione del suolo, quali terrazzamenti, riforestazione, ecc. 4. Aree ricreative (parchi, aree turistiche, sviluppo di turismo organizzato, campeggi, attività sciistica, ecc.) per le quali l'intensità d'uso del territorio viene valutata attraverso il rapporto A/P, cioè il numero di visitatori attuali effettivo A e quello massimo consentito P nell'anno. 5. Infrastrutture (strade, dighe, ecc.) per le quali non risulta si sia attivata una specifica valutazione. **Politiche di salvaguardia:** le politiche di protezione ambientale e territoriale vengono classificate in relazione al loro grado di realizzazione relativamente a ciascuna tipologia d'uso del territorio, come prima considerata. Le informazioni sull'esistenza di politiche sono raggruppate e valutate sulla base del loro grado di implementazione e realizzazione, sempre attraverso tre classi di punteggio.

L'indice sintetico di qualità nella gestione del territorio viene calcolato come media geometrica dei precedenti indici: $MQI = (\text{intensità d'uso del territorio} \cdot \text{sviluppo politiche protettive})^{1/2}$

3. Proposta di affinamento della stima dei danni ambientali ed economici derivanti da siccità e desertificazione.

La metodologia ESAI proposta a livello UE nell'ambito del progetto MEDALUS ha come sbocco operativo, accanto alla segnalazione dei problemi emergenti, la definizione di mappe tematiche territoriali. In aree densamente popolate, quale quella nazionale, la componente antropica appare in effetti sottovalutata essendo in realtà determinante nelle dinamiche del degrado ambientale e quindi anche in relazione agli aspetti e problemi derivanti da siccità e desertificazione. In una ottica economico-ambientalista la responsabilità dei problemi di scarsità, cioè siccità e desertificazione, andrebbe attribuita totalmente all'azione umana nei suoi effetti correnti e cumulati, essendo i problemi emergenti conseguenti a scelte comportamentali attuali e passate inidonee ed insostenibili. Tali problemi possono essere osservati a livello nazionale come a livello regionale, assumendo per comodità come riferimento un'area con caratteristiche complesse quale si può individuare nel nord ovest nazionale, per la presenza differenziata e notevole di settori industriali, di turismo, commercio, agricoltura e popolazione residente.

La siccità, come riduzione delle risorse naturali disponibili appare il vero problema emergente, riguardando tendenzialmente tutto il territorio nazionale e l'area regionale individuata, mentre la desertificazione appare interessare porzioni ridotte, per quanto in espansione, del territorio. In termini economici il problema della siccità e della desertificazione assumono i caratteri di una scarsità di risorse idriche legata a tre aspetti concomitanti: la loro riduzione (carenza) in assoluto, la loro carenza locale, la loro carenza temporale. Sul lato dell'offerta si registra, accanto ad un esaurimento o dispersione di molte fonti naturali, una crescente e continua diffusione quantitativa e qualitativa di inquinamento delle risorse superficiali e soprattutto sotterranee, che riducono, talvolta drammaticamente, l'offerta disponibile ed incrementano i costi necessari per una loro bonifica. Inoltre si accentua la non coincidenza territoriale tra l'offerta (disponibilità) e la domanda

(consumi) che accentua la (storica) necessità di trasferimento fisico delle risorse idriche attraverso le reti (storiche) di canalizzazioni. Ancora l'accentuarsi progressivo di irregolarità nelle precipitazioni meteoriche, invernali ed estive, appare il complemento aggravante di una situazione critica ed in costante peggioramento, non realizzandosi corrispondenza tra idroesigenze produttive irrigue e di consumo potabile (es. turistico) con le precipitazioni naturali, ed in assenza di opportune capacità di trattenimento delle acque per uso differito. Sul lato della domanda alcune tendenze produttive agricole rendono molte aree dipendenti, e sempre più, dall'irrigazione in relazione alla elevata rigidità del fattore produttivo idrico con le attuali tecniche e processi produttivi, così come molte aree turistiche esprimono domande stagionali, invernali ed estive, notevolmente superiori ai valori correnti, ed in concomitanza a condizioni di minor disponibilità meteorica. Inoltre si registra una costante crescita della domanda corrente per uso igienico sanitario, mentre sul piano industriale le tecniche impiegate non sono ancora rivolte a criteri di massimo risparmio. La siccità e quindi la scarsità si possono definire in rapporto ad alcuni parametri quali un tendenziale esaurimento o inquinamento delle risorse, la sfasatura meteorica temporale e stagionale tra precipitazioni e consumi, l'irregolarità, l'insufficienza e la variazione spaziale rispetto al passato delle risorse e delle precipitazioni meteoriche, la crescita della domanda per uso civile e produttivo, includendovi l'uso inefficiente.

La desertificazione in termini fisici, pedologici e naturalistici riguarda in realtà una quota minima del territorio regionale (e nazionale), pur proponendosi con caratteristiche più problematiche da affrontare, tuttavia se accanto ad essa si dovessero considerare le situazioni di grave degrado, per molti aspetti assimilabili ad essa nelle cause ed effetti, e a livello regionale soprattutto la desertificazione antropica, umana, allora essa assumerebbe crescente rilevanza per la sua progressiva diffusione in ampie aree montane e collinari ed in termini di sostanziale irreversibilità. Una desertificazione demografica di significative porzioni territoriali che pone nuovi problemi di fragilità e precarietà ambientale e territoriale, bilanciati in positivo dalla possibilità di generare benefici in termini di restituzione ad un ruolo naturale decontaminante di nuove e vaste aree.

4. Indice di gestione ambientale arricchito.

La costruzione di indici risulta sempre stimolante, spesso necessaria ed insostituibile, ma risulta altrettanto evidente come la loro definizione prima ed uso successivo siano molto discrezionali. I modelli in generale possono consentire una simulazione significativa dei fenomeni considerati, ma sono pur sempre fragili nelle previsioni a causa delle incomplete rilevazioni ed osservazioni statistiche e del ruolo assunto ed assegnato alle variabili casuali. Ciò vale anche per le discipline economiche utilizzate per una maggior comprensione delle cause originarie dei fenomeni e problemi emergenti e sotto osservazione. Anche per la siccità (e la desertificazione) il contributo dato dal comportamento antropico appare indubbiamente determinante ma il problema è la modalità da seguirsi per sintetizzarlo ed integrarlo con altri indici ed indicatori di carattere non monetario. Risulta evidente come esista un problema simmetrico se si scegliesse l'alternativa di ricondurre tutti gli aspetti fisici ed ambientali, cioè tutti gli indicatori stimati, in termini monetari, sebbene questa via si possa e spesso si debba percorrere. Il prezzo, e quindi il costo unitario (e la spesa conseguente), è per sua natura un indicatore sintetico ed assoluto di numerosi aspetti operativi, essendo oltre che un numerario anche un segnalatore di scarsità, di efficienza, di utilità ecc. Una possibilità, assolutamente teorica per ora, potrebbe consistere nel valutare tutta la problematica della scarsità idrica in termini esclusivamente monetari, tracciando quindi anche mappe territoriali, che segnalino la scarsità proprio intermini di valore delle risorse disponibili (ad esempio dei loro costi di produzione e distribuzione).

Gli indicatori ipotizzati e da verificarsi in itinere, in relazione alla loro disponibilità ed utilità, riguardano alcune variabili rilevanti in termini di bilancio idrico regionale e locale, elencate a scopo indicativo. Sul lato dell'Offerta: 1. incremento di rilevanza quantitativa e qualitativa di inquinamento delle fonti, attraverso le rilevazioni dei soggetti preposti (es. ARPA, SMAT); 2. variazione dell'offerta naturale sul territorio per esaurimento delle fonti, adduzioni errate, abusive,

ecc. valutata attraverso i monitoraggi regionali ed istituti specializzati (es. IPLA); 3. dimensione e scostamento percentuale (positivo o negativo) della quota di territorio regionale tutelato rispetto ad un valore medio nazionale od europeo; 4. tasso di variazione, nel medio periodo, della superficie regionale tutelata; 5. dimensione delle aree abbandonate dall'insediamento umano in relazione ai problemi conseguenti di degrado; 6. tasso di crescita delle aree abbandonate; 7. tasso di riduzione dei volumi di ghiacciai perenni e delle precipitazioni nevose. Sul lato della Domanda: 1. rilevanza e grado di attuazione di strumenti programmatori e regolatori dei consumi idrici regionali; 2. tasso di variazione e localizzazione della pressione demografica; 3. tasso di variazione dei consumi individuali; 4. tasso di variazione dei consumi per usi produttivi (irriguo, turistico, industriale, servizi); 5. tasso di innovazione ed introduzione di nuove tecnologie produttive risparmiatrici di acqua; 6. tasso di variazione di domanda per attività turistiche che necessitano di ingenti volumi idrici (stazioni sciistiche, laghi, ecc.); 7. volume e tasso di crescita di ricerche locali finalizzate a risparmi idrici, ammontare dei fondi disponibili, numero di ricerche in atto, ecc.

Da questi indicatori parziali, ed altri che si dovessero valutare utili, stimati in valori numerici si selezioneranno indicatori sintetici del tipo indicato nella Tabella sottostante e determinati attraverso una valore medio (aritmetico o geometrica). I pesi assunti da tali indicatori consentiranno la determinazione della scarsità di risorse idriche (regionali) per cause esplicitamente antropiche, e contribuiranno ad un miglioramento dell'indicatore sintetico ESAI. Naturalmente gli indicatori individuati e la loro successiva strutturazione potranno consentire l'allestimento di una cartografia relativa alle Aree Sensibili ai processi di Siccità (e Desertificazione) territoriali, e potranno agevolare la fase di implementazione degli strumenti di programmazione e monitoraggio dei processi sopra richiamati.

Le variabili considerate come incremento della domanda potranno essere classificate con criteri e valori non dissimili da quelli utilizzati dal metodo MEDALUS, quindi ricondotte a coefficienti compresi in un intervallo del tipo [(1) (1,5) (2)] in relazione alla loro intensità, ad esempio utilizzando una tabella del tipo sotto indicata. Il livello individuato ed il coefficiente conseguente derivano dalla classificazione dei valori osservati rispetto ai valori medi regionali, o intervalli intermedi, per ogni variabile, ad esempio per gli Strumenti regolatori si può ipotizzare una misura del coefficiente del tipo: livello Alto per superficie protetta $\geq 75\%$ livello Medio per superficie protetta compresa tra 25%-74% e livello Basso per superficie protetta $\leq 24\%$. E' bene osservare che la scelta delle variabili considerate, ma soprattutto il peso assegnato ad esse, attraverso i coefficienti, presenta problemi di discrezionalità piuttosto rilevanti dal momento che da essi dipenderà il calcolo degli indicatori parziali e di quello sintetico, e problemi di stima del loro tasso di variazione per la ridotta disponibilità di dati dinamici omogenei. Ciò se da un lato indebolisce il valore di tutta la metodologia, da un altro lato appare una condizione inevitabile per poter determinare e descrivere sinteticamente stati del mondo altrimenti complessi da considerare nella loro influenza sull'ambiente ed in particolare sulla siccità. La tabella che segue ha un significato illustrativo di come dovranno essere realizzate successivamente le stesse per ogni Comune regionale.

TABELLA. Variabili significative e loro tasso di variazione, per ogni Comune regionale, al netto delle innovazioni risparmiatrici di risorse idriche.

variabile↓	valutazione→	Livello	Coefficiente
Strumenti regolatori e loro Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)
Pressione demografica e sua Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)
Consumi agricoli e loro Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)
Consumi turistici e loro Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)
Consumi industriali e loro Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)
Consumi civici e loro Δ		Alto Medio Basso	(1) (1,5) (2)

Ammissa la possibilità di una corretta classificazione delle rilevazioni necessarie si pone un ulteriore problema di quale algoritmo di calcolo utilizzare per sintetizzare ed integrare tra loro i dati raccolti, cioè di come esprimere sinteticamente l'incidenza delle variabili scelte per elaborare il dato sintetico dovendo tenere conto anche delle correlazioni tra le variabili scelte ed utilizzate. Nel caso di aspetti antropici la media geometrica, proposta nella metodologia MEDALUS, può risultare efficiente e significativa quando viene utilizzata per misurare sinteticamente valori dinamici e non lineari, ad esempio variazioni in atto delle grandezze sotto osservazione, ma può risultare meno adatta per valutazioni sintetiche di valori statici. La media geometrica risulta utile per valutare variazioni di grandezze relative ad aspetti fisici e naturali, ma per gli aspetti antropici individuati resta ancora da verificare se non sia più significativo valutare attraverso medie aritmetiche (ponderate) i tassi di variazione, considerando i fenomeni legati tra loro da relazioni di tipo lineare e non esponenziale. Infatti l'uso di medie geometriche come algoritmi di valutazione degli effetti parziali e complessivi prodotti da singole variabili e dalla loro interazioni, ricorrendo all'operazione aritmetica del moltiplicare tra loro le variabili economiche prescelte, (cioè i valori o coefficienti assegnati o assunti dalle stesse), assegna implicitamente alle stesse un diverso peso specifico, enfatizzando il peso dei valori minori e segnatamente di quelli vicini a valori nulli, assumendo che l'effetto interattivo, e quindi complessivo, sia di tipo esponenziale. La media aritmetica appare per molti aspetti interessante e più consueta nell'uso di variabili tra cui intercorre un rapporto di tipo cumulativo semplice. L'operazione aritmetica del sommare tra loro le variabili economiche prescelte, (cioè i valori o coefficienti assegnati o assunti dalle stesse), attribuisce implicitamente alle stesse un identico peso specifico, risultando infatti omogeneamente pesati tutti i valori (minori e maggiori), e corrisponde all'assunzione di un effetto interattivo, e quindi complessivo, di tipo semplicemente cumulativo.

5. Determinazione dei danni economici derivanti da siccità e desertificazione.

L'individuazione dei danni economici derivanti dalla siccità e successivamente da desertificazione non può che ispirarsi all'analisi Costi- Benefici, che anche in una applicazione semplificata consente una valutazione dei benefici attendibile, al minimo valutando il Beneficio conseguente ad una riduzione o superamento dei danni emergenti. In effetti i Benefici in molte situazioni possono essere congruamente stimati in un valore pari al contenimento di danni economici in atto o attesi, benché in realtà gli interventi attivati generino ulteriori benefici, indiretti, indotti e protratti nel tempo, ampiamente superiori. Peraltro anche la valutazione corretta dei danni economici in atto e relativi ai settori esaminati comporta aspetti problematici richiedendo ad esempio prioritariamente una valutazione esatta del ruolo economico e produttivo che l'acqua vi svolge in quanto fattore produttivo. Al riguardo la metodologia proposta prende in considerazione i principali danni emergenti nei settori produttivi (regionali) interessati dai fenomeni di siccità e, laddove emergenti di desertificazione, articolandosi in due fasi temporali, pur contestuali nell'avvio, e corrispondenti rispettivamente: la prima all'utilizzo di informazioni e dati disponibili per i settori considerati; la seconda allo sviluppo di ricerche sperimentali da svolgersi più specificatamente per i settori ed ambiti produttivi valutati significativi. In tale seconda fase dovrebbe realizzarsi la raccolta ex novo delle informazioni scientifiche mancanti che permettano di completare le conoscenze necessarie per precisare le valutazioni economiche dei danni e quindi meglio indirizzare le risorse finanziarie disponibili nella razionalizzazione d'uso delle risorse idriche. I macrosettori rilevanti per l'analisi risultano essere Agricoltura, Foreste, Turismo, Industria, Acque potabili, Usi civici, ma gli specifici ambiti produttivi e merceologici potranno essere determinati successivamente con i criteri richiamati, rilevanza ed accessibilità. In alcuni casi si tratterà di far convergere ricerche già in atto ed utilizzare risultati di ricerche già compiute ma non ancora valorizzate nella prospettiva qui assunta.

Le due fasi di lavoro proposte genereranno, nella loro convergenza finale, una metodologia di valutazione di carattere generale che potrebbe basarsi su algoritmi di calcolo relativi a tutti i flussi di consumo esistenti e, per la parte destinata alla produzione, algoritmi di calcolo dell'assorbimento idrico stimato nei valori puntuali corrispondenti alla massimizzazione delle produzioni, o semplicemente stimato nel rapporto di proporzionalità esistente tra riduzioni percentuali delle disponibilità idriche e riduzioni percentuali delle crescite vegetali, agricole, industriali, turistiche. Una metodologia adattabile, con i necessari correttivi locali, a tutte le realtà produttive ed ambientali e confrontabile sia con metodologie analoghe sia con risultati di analoghe ricerche nazionali ed internazionali. Le fonti utilizzabili, oltre alle Università regionali, saranno nella prima fase tutti gli Esperti e Cultori e le istituzioni competenti, enti di ricerca e statistica regionale e nazionale, (es. ISTAT, CNR, INEA, CNEL, IPLA, IRES, Parchi tecnologici), Regione, Provincia e Comuni, Associazioni di produttori (es. Unioni Industriali, API, Associazioni agricole, Ente Risi), Associazioni irrigue (Consorti Irrigui), Associazioni ambientaliste.

5.1. Agricoltura.

L'analisi del ruolo del fattore produttivo acqua nella crescita produttiva, quindi nei risultati economici, può essere realizzata utilizzando le valutazioni esistenti circa i consumi idrici unitari per uso irriguo, in particolare attraverso le stime sperimentali realizzate ed in fase di realizzazione per alcune produzioni in alcune regioni. La scarsa disponibilità di tali osservazioni impone comunque una loro comparazione con valori deducibili dalle conoscenze generali acquisite, rapportando i dati statistici di consumo complessivo alle superfici agricole servite ed alle coltivazioni realizzate, così come impone un confronto con i valori di Acqua Virtuale disponibili per prodotto e per territorio, (quando elaborati a livello nazionale ed internazionale), infine utilizzando le informazioni disponibili presso utilizzatori, (produttori), ed offerenti di fattori produttivi, (gestori delle risorse idriche, produttori di sementi, fertilizzanti, ecc.), agronomi, idraulici ed esperti operativi sul territorio. La fase successiva della ricerca riguarderà la stima, di assoluta e notevole rilevanza, delle idroesigenze produttive delle principali produzioni (regionali), anche stimando tratti delle funzioni di produzione ad un solo fattore variabile, l'acqua, attraverso la stima dei diversi livelli di domanda intorno ai livelli di produzione ottimale nel rispetto delle condizioni "ceteris paribus", quella realizzata con tutti i fattori produttivi (terra, capitale, materie prime e semilavorati) impiegati in quantità fissa e facendo variare l'unico sotto osservazione. Isolata in tal modo la relazione funzionale tra quantità di acqua impiegata e risultato produttivo realizzato, sia in termini fisici che di valore monetario, sulla base dei prezzi correnti, si potranno individuare quei valori dei coefficienti produttivi idrici per le singole produzioni che consentiranno la definizione degli algoritmi di stima, prima richiamati, delle riduzioni produttive in assenza o riduzione delle risorse idriche. La stima dei danni conseguenti la siccità a livello regionale (o nazionale) utilizzando i risultati ottenuti sperimentalmente, comporta alcune semplificazioni delle molte differenti realtà esistenti. In particolare occorre assumere che vi sia una sufficiente omogeneità imprenditoriale e temporale nell'introduzione di innovazioni colturali riguardanti le rese produttive ed i consumi idrici, le tecniche produttive impiegate ed il loro grado di estensione, ma anche e sempre più che varino omogeneamente le condizioni dell'offerta di acqua irrigua, che le variazioni locali e stagionali nelle disponibilità di acqua siano casuali ed uniformi, (tali da poterne considerare l'andamento statisticamente uniforme su tutto il territorio nel senso di compensazioni complessive nel medio periodo). Infine sarà possibile un esercizio di stima delle riduzioni produttive conseguenti diverse ipotesi di riduzioni nelle disponibilità idriche, cioè di diversi gradi di siccità virtuali; sarebbe possibile cioè una valutazione dei danni da siccità sotto diverse ipotesi, sempre sulla base dei bilanci regionali relativi alle tipologie e quantità produttive realizzate, le estensioni superficiali utilizzate, danni calcolabili in valori assoluti e percentuali, sia in termini fisici che monetari. In parallelo si potrà stimare il valore ottimale della domanda idrica irrigua regionale e locale per la massimizzazione delle varie produzioni agricole in diverse ipotesi di estensioni superficiali, da confrontare con la stima delle risorse esistenti, dell'offerta basata sulle conoscenze attuali e delineate nel bilancio idrico regionale. Ciò consentirebbe la determinazione dei virtuali equilibri sul

mercato idrico sotto diverse ipotesi evolutive della domanda e dell'offerta irrigua, quindi di equilibrio o squilibrio del settore idrico regionale complessivo.

La fase sperimentale verrà condotta su un campione di imprese agricole rappresentativo di colture e di terreni collocati nei diversi territori regionali, attraverso l'impiego differenziato del fattore produttivo acqua in diversi appezzamenti confinanti ed a parità dei rimanenti fattori produttivi, (realizzando operativamente la condizione *ceteris paribus*). Ne risulteranno coppie di valori del fattore produttivo e della quantità prodotta che interpolati definiranno le curve (tratti) di produttività totale, (quindi medie e marginali) del fattore produttivo acqua. Realizzata la sperimentazione per varie colture si potrà determinare il ruolo ed il peso assoluti e percentuali dell'acqua irrigua nella crescita produttiva delle principali varietà e tipologie colturali presenti a livello regionale, e quindi migliorare la conoscenza dei suoi coefficienti di impiego nella funzione produttiva. Per precisione rimarranno da stimare solamente i contributi delle variazioni meteoriche e climatologiche, cui si potrà accedere attraverso i numerosi monitoraggi e misurazioni locali già in atto. I risultati ottenuti, confrontati e corretti con altri dati sperimentali disponibili, consentiranno di generalizzare una valutazione dei danni economici, diretti e conseguenti, nel settore agricolo assolutamente accettabile.

Alcuni altri aspetti potranno essere verificati: l'incidenza del costo del fattore di produzione acqua sul costo totale di produzione e sui prezzi di vendita; la compatibilità di diverse ipotesi di variazione delle produzioni regionali e delle loro estensioni territoriali con diverse ipotesi di disponibilità idriche; la necessità di ricercare innovazioni colturali e tecnologiche indirizzate alla riduzione delle necessità idriche; la mappatura tematica territoriale relativamente ai consumi produttivi idrici per aree e varietà produttive; il miglioramento dell'efficienza allocativa idrica regionale attraverso elementi di regolazione ed indirizzo. Infine sarà possibile contribuire alla determinazione dell'impronta idrica regionale, sulla base delle definizioni suggerite dalla letteratura e dalle ricerche in atto a livello mondiale: secondo l'UNESCO "la quantità totale di acqua utilizzata per produrre beni e servizi consumati all'interno della nazione (o territorio) stessa".

5.2. Foreste.

La definizione della metodologia riguarderà la valutazione del ruolo e peso del fattore idrico nella funzione di produzione vegetale naturale, attraverso l'utilizzo dei coefficienti di crescita vegetale forestale stimati per le principali varietà di essenze presenti (regionalmente). I coefficienti di impiego (disponibilità) di acqua consentono di configurare le relazioni tra i valori di crescita volumetrica vegetale e le disponibilità di risorse idriche, naturali (precipitazioni) ed eventualmente indotte (irrigazione), anche come rapporti di proporzionalità tra tassi di consumo idrico e tassi di crescita vegetale. Da notare che la configurazione di curve di produttività del fattore produttivo acqua nella produzione forestale avviene sostanzialmente in condizione *ceteris paribus*, risultando i rimanenti fattori produttivi, aria e terra, impiegati in quantità fissa, sebbene non in qualità (piogge acide, presenza di mercurio da sorvoli aerei). Con i coefficienti di produttività del fattore idrico, contenuti negli studi sulla crescita forestale realizzati da soggetti di controllo e ricerca (Corpo Forestale dello Stato, IPLA Istituto Piante da Legno e Ambiente), si potranno definire algoritmi di calcolo del ruolo economico dell'acqua nella crescita forestale, e quindi stimare i danni economici ed ambientali conseguenti diversi possibili gradi di siccità. La valutazione economica dei danni potrà essere realizzata attraverso prezzi di mercato relativi al legname, foraggi, ecc., e prezzi ombra in mancanza di mercato, benessere, qualità ambientale, ecc.

Alcuni altri risultati potranno essere conseguiti parallelamente: una stima dei danni alla crescita vegetale nelle aree boschive di pregio, nei parchi nazionali e regionali e nelle aree protette; una migliore definizione delle aree a rischio di desertificazione o con maggior incidenza di rischi di incendi; un miglioramento della mappatura tematica territoriale relativa alle forestazioni ed alle disponibilità idriche forestali, attuali ed attese.

5.3. Turismo.

La metodologia di stima riguarda la valutazione del ruolo e peso del fattore idrico nella funzione di produzione turistica, attraverso la determinazione empirica di un coefficiente di crescita turistica, da

intendersi come rapporto tra (tasso di) crescita della domanda turistica e (tasso di) utilizzo (disponibilità) di risorse idriche, relativamente ai consumi civici, ai valori turistici del paesaggio, dei parchi e boschi dalle caratteristiche turistiche, soprattutto all'incremento di sports invernali nel numero di fruitori e nelle estensioni territoriali utilizzate (con la relativa necessità di innevamento artificiale), ed in parte alla riduzione della navigazione turistica lacustre e fluviale, alla riduzione della balneazione nei laghi e corsi fluviali, e della pesca sportiva, ecc. In sintesi il contributo della risorsa idrica allo sviluppo e crescita dell'attività turistica (regionale) valutato attraverso i rapporti di proporzionalità che legano la disponibilità di risorse idriche e la crescita dell'attività turistica (anche in questo caso approssimando un tratto della curva di produzione del fattore). Sarà infine possibile stimare i danni economici conseguenti la riduzioni delle risorse idriche disponibili, per siccità e desertificazione, nei vari comparti e nell'insieme dell'offerta turistica regionale. L'approssimazione cui si ricorrerà nella quantificazione fisica e monetaria dei danni risulterà accettabile soprattutto nell'ordine di grandezza, risultando evidente che quanto più si tenderà alla determinazione sintetica di uno o pochi algoritmi di calcolo, tanto più si ridurrà la precisione della stima complessiva, a causa delle necessarie semplificazioni e riduzioni delle realtà locali. In questo settore appaiono evidenti le maggiori difficoltà nella definizione di una metodologia di stima forte, considerando ad esempio come il calcolo del danno economico conseguente a riduzioni delle precipitazioni nevose in aree con attività sciistica, dovrebbero basarsi sulla determinazione di una necessità minima di innevamento e di un livello minimo di manto nevoso sulle piste necessario per consentire l'espletamento pieno delle attività sportive. L'algoritmo di calcolo dovrebbe mettere in relazione tali livelli nevosi naturali, raggiunti con le precipitazioni meteoriche, con i diversi volumi idrici necessari per l'innnevamento artificiale e l'espletamento delle attività sciistiche, volumi da stimarsi attraverso alcuni parametri quali le ore di innevamento artificiale in termini di acqua sparata, o le dimensioni dei bacini di raccolta idrica ed il loro bilancio idrico, ecc.

5.4. Industria.

La metodologia riguarda la stima della domanda di acqua, al netto delle reimmissioni e dei ricicli, nei vari (principali) settori produttivi e nell'insieme del comparto produttivo industriale (regionale). Le informazioni disponibili, molto scarse e non aggiornate (ISTAT, Enti locali, ecc.), sono stime o calcoli induttivi di indici di consumo per addetto o per volume prodotto, in ogni caso da aggiornare per poter giungere ad una valutazione significativa del ruolo e peso del fattore idrico nelle funzioni di produzione dei vari settori industriali. La ricerca sarà rivolta alla individuazione dell'elasticità di impiego e dei rapporti di proporzionalità tra quantità del fattore idrico impiegato e livelli produttivi realizzati, considerando anche i casi in cui esso risulta essere fattore fisso e determinante la qualità prodotta (es. settore laniero), quindi alla valutazione dei risparmi e dei ricicli già introdotti, per giungere ad una stima credibile della domanda industriale effettiva di risorse idriche, per settori ed aree di insediamento, eventualmente con la determinazione di un coefficiente d'uso complessivo, quale media ponderata dei pesi dei singoli settori presenti in ambito regionale. La debolezza di un approccio di questo tipo deriva essenzialmente dall'assenza di una costante valutazione della dinamica innovativa in atto nelle tecniche produttive risparmiatrici di acqua, (ciò sollecita la necessità di una ricerca sulle innovazioni tecnologiche in atto nell'utilizzo delle materie prime). E' prevista la possibilità di una ricerca diretta sui consumi idrici presso un campione rappresentativo di imprese scelte in accordo con le associazioni di appartenenza, utilizzando questionari, (da inviare alle imprese via internet o via telefonica), e relativo ai settori più significativi quali il metalmeccanico e siderurgico, il chimico e farmaceutico, il tessile, il conciario, l'alimentare, l'edile, (anche per una valutazione sull'uso o abuso di pozzi adduttivi privati). Alcuni altri risultati potranno essere conseguiti utilmente: una maggiore accuratezza nella predizione della crescita della domanda idrica in relazione a diverse ipotesi di crescita industriale, anche in termini di programmazione delle risorse; una spinta a ricerche rivolte all'attuazione di politiche di contenimento dei consumi, sia attraverso una maggior e stringente regolamentazione delle adduzioni dirette private, sia e soprattutto attraverso innovazioni indirizzate alla minimizzazione dell'uso di acqua nei processi

produttivi industriali; infine il miglioramento della mappatura tematica territoriale sui consumi produttivi idrici industriali per area produttiva e/o settore produttivo.

5.5. Acqua potabile ed usi civici.

La metodologia di stima riguarda la valutazione dei maggiori costi di adduzione e prelievo di acqua da falde sotterranee sempre più ridotte, di sistemazione delle sorgenti e relative aree di rispetto, specie di quelle degradate per abbandono (numerose aree montane) o soggette a problemi di esaurimento e desertificazione, di maggior trattamento dei prelievi da falde e pozzi di acque contaminate (considerando la presenza in Piemonte di oltre 800 discariche ritenute inquinanti o a livello di criticità rispetto a falde sotterranee utilizzate). La metodologia considera contestualmente l'evoluzione della domanda idrica in rapporto al tasso di crescita della popolazione utente, in particolare al tasso di immigrazione di nuovi consumatori, ed alle variazioni nei consumi individuali specie di tipo superiore, (piscine, giardini, ecc.), e collettivi (giardini pubblici, fontane, impianti sportivi, inaffiamenti estivi, ecc.).

5.6. Sintesi regionale.

L'offerta complessiva di risorse idriche risulta dimensionabile con le disponibilità esistenti, superficiali, sotterranee e meteoriche, dalle variazioni di breve periodo in base al loro incremento o esaurimento, con le previsioni evolutive in relazione alle variazioni climatologiche. La domanda complessiva di acqua per uso civile e produttivo risulta dimensionabile con i livelli attualmente raggiunti, con le variazioni di breve periodo nei comportamenti e nelle tecnologie, adottate in base a politiche di maggior efficienza, con i risultati delle ricerche a ciò finalizzate, e con le ipotesi evolutive demografiche e produttive settoriali.

Tali stime potranno contribuire all'affinamento delle valutazioni contenute nel bilancio idrico (in Piemonte recentemente redatto) e contribuire alla stima dei danni economici (regionali) complessivi derivanti da carenza o riduzione di risorse idriche future. Inoltre consentiranno di definire meglio programmi di conservazione ed accumulo precauzionale, criteri e metodi per una loro più equa e razionale distribuzione e valorizzazione, sia per usi civici che produttivi, soprattutto stimolare ulteriormente ricerche rivolte all'uso efficiente, al riuso, alla preservazione da contaminazioni. Come postilla contribuiranno ad una accurata definizione delle tariffe per l'acqua nei suoi vari usi, assegnando ad essa un valore economico equo ed efficiente in relazione alla crescente scarsità e nella prospettiva inevitabile di maggior competizione tra le varie utilizzazioni, (agricole, turistiche, industriali, civili).

6. La stima dei danni conseguenti a diversi gradi di siccità.

L'individuazione e la valutazione dei danni, quindi dei relativi costi, cioè degli effetti conseguenti alla siccità possono essere suddivisi in danni *diretti*, quando determinano un impatto produttivo immediato e diretto, danni *conseguenti*, quando determinano un impatto produttivo indiretto e meno immediato (o diffuso nel tempo). I danni individuati e descritti possono essere stimati monetariamente, in termini di costi corrispondenti, anche attualizzando quelli futuri certi, derivanti dal non contenimento e superamento della siccità e desertificazione.

6.1. Agricoltura

a. Danni diretti e costi relativi a:

- riduzione produttiva agricola o necessità di nuove riserve, invasi, nelle aziende ecc.
- mancata opportunità di estensione produttiva per alcune tipologie
- riduzione dell'attività dell'industria alimentare e conserviera nazionale
- minori produzioni per autoconsumo (orti famigliari)
- riduzioni produttive derivanti dall'acidità delle piogge scarse ed irregolari
- acidizzazione, salinizzazione e sterilizzazione dei terreni (necessità di maggiori trattamenti)
- fragilità del terreno, incremento di erosioni e frane, crescente aridità territoriale ed ambientale, desertificazione con modifiche e danni al paesaggio, necessità di maggiori interventi di protezione
- incrementi delle riserve idriche regionali necessarie, (loro realizzazione e manutenzione)

b. Danni conseguenti e costi relativi a:

- studi, ricerche e progetti in precedenza non necessari né previsti (per invasi, riserve, canali, ecc.)
- incremento personale addetto specificatamente negli enti locali (stipendi, trasferte, materiali, ecc.)
- incremento interventi di controllo, monitoraggio e sorveglianza (misuratori, deviatori, ecc.)
- riduzione di flussi rivolti all'agriturismo

6.2. Foreste.

a. Danni diretti e costi relativi a:

- riduzione della crescita vegetale e delle superfici boschive
- incremento attività ed impianti di prevenzione e di gestione degli incendi boschivi
- maggiore incidenza dei costi di reimpianto e gestione delle aree aride e desertificate
- modifiche e peggioramento del paesaggio naturale e per uso turistico
- acidizzazione, salinizzazione e sterilizzazione dei terreni
- fragilità del terreno, incremento di erosioni e frane
- peggioramento parchi, aree protette

b. Danni conseguenti e costi relativi a:

- necessità di studi, ricerche ed analisi in assenza dei fenomeni non previsti
- personale addetto specificatamente negli enti locali (stipendi, trasferte, materiali, ecc.)
- personale per maggior monitoraggio e sorveglianza e lotta agli incendi
- realizzazione e manutenzione di incrementi delle riserve idriche
- riduzione di turismo forestale, soprattutto estero, escursionismo, pesca sportiva, ecc.
- maggiori spese per informazione (media) ed educazione all'uso responsabile delle risorse

6.3. Turismo.

a. Danni diretti e costi relativi a:

- riduzione di turismo invernale per minor innevamento, (minori presenze giornaliere, minor durata stagionale, alberghi, impianti di risalita, ecc), quindi minor occupazione e minore imposte
- riduzione di turismo alpino estivo, (minori e mancati incassi per alberghi, ristoranti, impianti, trasporti, autostrade)
- riduzione del turismo lacustre, minori possibilità di balneazione e navigazione, (quindi minori e mancati incassi per alberghi, ristoranti, navigazione turistica, attività sportiva, ecc.)
- peggioramento del paesaggio, parchi, aree protette
- maggiori costi di promozione ed informazione turistica, (funzionari, pubblicazioni, ecc.)

6.4. Industria e commercio.

a. Danni diretti e costi relativi a:

- riduzione disponibilità per produzione di energia idroelettrica
- maggiori costi di approvvigionamento ed adduzione di acque ad uso industriale
- investimenti per riduzione dei consumi e riciclo

b. Danni conseguenti e costi relativi a:

- ricerca di nuove tecniche produttive risparmiatrici di acqua

6.5. Acque potabili.

a. Danni diretti e costi relativi a:

- maggiori difficoltà e spese di prelievo e potabilizzazione delle acque (acidità, inquinamento, ecc.)
- maggiori spese per monitoraggio, minor qualità dell'acqua erogata

b. Danni conseguenti e costi relativi a:

- progetti di nuovi impianti, nuove tecniche potabilizzatrici ecc.

6.6. Usi civili.

a. Danni diretti e costi relativi a:

- maggior gestione verde privato e pubblico (giardini), impianti sportivi ecc.
- maggiori spese per informazione (media) ed educazione all'uso responsabile delle risorse

7. Conclusioni.

La siccità, cioè la scarsità, di acqua appare un problema emergente a livello regionale piuttosto che fenomeni di desertificazione ambientale, che appaiono effettivamente in una sola storica situazione

(i Monti Pelati). Il fenomeno della desertificazione in Piemonte appare piuttosto da collegarsi ad un abbandono progressivo di aree montane e collinari in cui la vita appare più difficile e costosa, in senso strettamente economico, con la conseguenza di un degrado ambientale che per molti aspetti propone problemi analoghi a quelli della desertificazione territoriale. La scarsità di acqua appare piuttosto il problema emergente dinnanzi alle tendenze registrate sul lato dell'offerta, il lato del mercato non controllabile né riproducibile allo stato attuale delle conoscenze, per effetto della riduzione delle precipitazioni meteoriche, dell'inquinamento delle falde sotterranee, e dell'inaridirsi delle fonti, a fronte di una domanda sostanzialmente in costante crescita per usi civili e produttivi. L'uso attuale e le varie domande settoriali di risorse idriche in atto sono calibrate su un concetto di disponibilità illimitata, a costo molto contenuto, sostanzialmente nullo, così come gli impianti e le tecniche non sono progettate in una ottica di risparmio e riciclo del fattore produttivo idrico. In realtà i cambiamenti climatici e meteorici, non sono documentati in modo incontrastato, tuttavia la crescente frequenza di periodi temporali, anche molto estesi, ed aree in condizioni di scarsità attestano una effettiva riduzione delle disponibilità, così come la non completa, o perfetta, conoscenza delle risorse sotterranee e della loro contaminazione, in progressivo aumento nell'entità e gravità, stanno modificando il quadro delle disponibilità e rendendo il bene sempre più limitato con situazioni di totale carenza, cui si rimedia con il trasferimento di risorse, cioè di scarsità regionale complessiva del bene. In questo quadro può essere utile stimare i danni conseguenti il peggioramento in atto nelle risorse idriche, attraverso una metodologia che possa valutare sia le cause di tipo naturale, come il metodo MEDALUS proposto dall'UE, sia quelle di origine antropica come proposto nelle note precedenti ed in alcuni contributi regionali, quale risultato di programmi ministeriali di valutazione di alcune realtà regionali. La stima dei danni, la cartografia, il calcolo degli indicatori sintetici e di quelli utili per una nuova forma di ESAI, come qui proposto consentiranno di programmare gli interventi necessari a contrastare la siccità (e la desertificazione), di confrontare il costo delle misure necessarie per prevenirla con i danni conseguenti la non azione, di cartografare gli aspetti socioeconomici più significativi per predire le variazioni della domanda e dell'offerta di risorse idriche. La scarsità, come concetto economico congruo alla situazione in atto ed in evoluzione, assume caratteri territoriali e stagionali sempre più marcati e l'intervento sul mercato idrico, ad esempio modificando le tariffe d'uso o regolando i flussi disponibili, può costituire nel breve periodo una spinta efficace alla ricerca di maggior efficienza nell'uso della risorsa stessa. Nel medio e lungo periodo saranno tuttavia necessari interventi di conoscenza e programmazione delle riserve disponibili, di loro tutela, di creazione di nuove riserve, e parallelamente di sostegno alla ricerca e diffusione di tecniche produttive risparmiatrici di acqua in tutti i settori nonché a tutti i livelli di consumo.