

rivista della
siev
Società Italiana
di Estimo e
Valutazione

Semestrale anno VI
numero 10 - maggio 2013

valori e valutazioni

teorie ed esperienze

valori
e valutazioni
teorie ed esperienze

rivista della **siev** Società Italiana di Estimo e Valutazione

periodico semestrale - Anno VI n. 10 - Maggio 2013

registrazioni Tribunale di Roma n. 247/2008 del 23.06.2008
ISSN 2036-2404 Valori e valutazioni

direttore responsabile Enrico Fattinnanzi

editore e proprietario Società Italiana di Estimo e Valutazione siev

sede presso Fondazione Giovanni Astengo
Piazza Farnese n. 44 - 00186 Roma

redazione presso DEI Tipografia del Genio Civile
Via Nomentana n. 16 Roma

stampa e distribuzione DEI Tipografia del Genio Civile
Via Nomentana n. 16 Roma

chiuso in tipografia Maggio 2013

comitato di redazione Marta Berni, Marta Bottero (*Coordinatrice*),
Diego Cuzzi, Chiara D'Alpaos, Gianluigi De Mare,
Fabiana Forte, Laura Gabrielli,
Salvatore Giuffrida, Alessandra Oppio

comitato scientifico Vincenzo Bentivegna (*Università di Firenze*)
Rocco Curto (*Politecnico di Torino*)
Stephen Curwell (*University of Salford*)
Enrico Fattinnanzi (*Università di Reggio Calabria*)
Patrizia Lombardi (*Politecnico di Torino*)
Giulio Mondini (*Coordinatore, Politecnico di Torino*)
Bernard Muller (*Leibniz Institute Fur Okologische
Raumentwicklung di Dresda*)
Paolo Rosato (*Università di Trieste*)
Luisa Sturiale (*Università di Catania*)
Gilles Verpraet (*CNRS di Parigi*)

referees *La rivista utilizza un gruppo di esperti di livello internazionale e si avvale dell'apporto dei membri del consiglio direttivo della SIEV.*

realizzazione Ca.Ter.Ful. Snc - Roma

abbonamento annuale (2 numeri l'anno) 20 €

pubblicità ed ufficio abbonamenti tel. 06.4416371 - fax 06.4403307

Via Nomentana, 16 - 00161 Roma
tel. 06.4416371 - fax 06.4403307
e-mail dei@build.it

Editoriale.....	1	La valutazione del negoziato nel partenariato cooperativo pubblico-privato.....	3
		di Vincenzo Bentivegna	

ESPERIENZE

Cohousing: un approccio integrato per la valutazione.....	25
di Francesca Abastante, Isabella M. Lami	

DIBATTITO E APPROFONDIMENTO

Limiti delle metodologie estimative ricorrenti per la valutazione dei danni da inquinamento	41	Condizionamenti economici da emissioni sonore sulla realizzazione e gestione di reti ferroviarie. Gli algoritmi evolutivi per la verifica di efficienza dei percorsi	99
di Giuseppe Amata		di Gianluigi De Mare, Tony Leopoldo Luigi Lenza, Rino Conte	
Il danno paesaggistico e le indennità risarcitorie previste dal Codice dei Beni culturali e del Paesaggio	45	Aspetti valutativi nella costruzione del sistema informativo per la gestione ambientale dell'azienda	117
di Roberto Maria Brioli		di Maria Fiorella Granata	
Danno ambientale e bonifica. Il concetto di "perdite temporanee" nella Direttiva Europea 2004/35/CE.....	59	Dis-misure e dis-valori del danno all'ambiente fluviale. Un approccio socio-sistemico	133
di Luciano Butti		di Sergio Calabrese, Salvatore Giuffrida	
Il ruolo del giudice alla luce delle scelte legislative in materia ambientale	67	Il ruolo dei G.I.S. e dell'analisi di scenario per la stima del danno ambientale	171
di Matilde Campo		di Sergio Mattia, Alessandra Oppio, Angela Poletti, Alessandra Pandolfi	
La valutazione del danno ambientale nella giurisprudenza italiana ed europea	87	La quantificazione economica del danno ambientale nelle aule giudiziarie	185
di Valentina Cingano		di Stefania Tonin	

INFORMAZIONE E DOCUMENTAZIONE

RECENSIONI

Verso la valutazione integrata di scenari strategici in ambito spaziale. I modelli MC-SDSS.....	201
(Valentina Ferretti)	
di Marta Bottero	

Dis-misure e dis-valori del danno all'ambiente fluviale.

Un approccio socio-sistemico

Sergio Calabrese*, Salvatore Giuffrida**

parole chiave: sistema fluviale, reflui industriali, pressione antropica, macrosistema sociale, spese difensive, inquinamento-flusso/stock

Abstract

Si espone qui la sperimentazione di un metodo di analisi e valutazione del danno ambientale ispirato all'approccio sociologico di N. Luhmann (1990), un punto di vista che definisce l'ambiente per differenza rispetto ai processi comunicativi che informano il sistema sociale e, di conseguenza, il danno come difetto della comunicazione tra sub-sistemi. In questa logica la valutazione del risarcimento è stata condotta con riferimento al rapporto verticale tra unità inquinanti e supporto naturale, e orizzontale tra i diversi sub-sistemi che comunicano "sull'ambiente".

Il caso studiato riguarda le immissioni di inquinanti in un bacino idrico siciliano, da tempo sotto osservazione anche da parte della Comunità Europea a causa della elevata pressione antropica che lo ha interessato con effetti consistenti e visibili fino al litorale marittimo di sbocco.

L'ipotesi di risarcimento del danno, proposta ai sensi delle normative vigenti all'epoca dei fatti, ha preso in considerazione:

1. la misura della responsabilità del livello di degrado del bacino, attribuibile a ciascuna fonte in base al volume e alla qualità delle immissioni;
 2. la determinazione del risarcimento con riferimento: ai risparmi per la mancata depurazione, al costo di ripristino dello status quo ante, al mancato uso della risorsa da parte della comunità insediata.
1. La misura della responsabilità delle fonti inquinanti è

stata determinata sulla base delle analisi chimiche dei reflui e delle acque fluviali, reperite da atti processuali e dai dati storici disponibili. L'analisi territoriale del bacino del corpo idrico principale e dei suoi affluenti ha permesso di inquadrare l'area di studio e individuare tutti gli input antropici – segnatamente gli scarichi civili e industriali – che davano luogo al fenomeno dell'inquinamento. L'elaborazione dei dati, unitamente alla realizzazione di un modello teorico ha permesso di valutare i fattori responsabili del degrado e/o dell'incremento del degrado del sistema fluviale in questione e graduare fra essi la responsabilità proporzionale al contributo di ciascuno.

2. La valutazione del risarcimento per il danno causato dalla fonte principale è stato determinato:

- a) quanto ai risparmi conseguiti dal soggetto inquinante, attraverso un bilancio quantitativo fisico e quantitativo monetario della specifica attività condotta dall'impresa;
- b) quanto alle spese di ripristino, con riferimento ad un progetto di riqualificazione del fiume realizzato dall'amministrazione locale per fare fronte al degrado complessivo del contesto;
- c) quanto al danno alla comunità, assumendo il metodo delle spese difensive e con una verifica effettuata mediante l'applicazione dell'aspetto economico del valore di surrogazione.

1. PREMessa. GIUDIZIO E ASSIOLOGIA DELL'AMBIENTE

1.1 Coordinate definitorie

La questione ambientale, nella sua generalità, onnipresen-

za e inoppugnabile impellenza, ha finito per diventare il punto di vista di ogni ambito della conoscenza e il punto di fuga di ogni declinazione dell'esistenza. L'ambiente, come percepito e come concetto, fornisce linee costruttive e di indirizzo nel momento tanto delle descrizioni quanto delle decisioni ma i suoi tanti termini di ambiguità, interni o

semantici (cosa si debba considerare ambiente), ed *esterni* o *pragmatici* (quali soggetti siano i destinatari dell'azione di tutela e quali condotte – protezione o valorizzazione, conservazione o trasformazione – siano rilevanti a vantaggio di questi soggetti), non consentono ancora di poterlo considerare un assunto *sintattico*, cioè una entità internamente coerente tanto da potere essere annoverato tra i “mezzi di comunicazione generalizzati ad elevato livello simbolico” (Luhmann, 1990); di conseguenza non è facile definire i termini concreti sui quali fondare, prima, consistenti quesiti estimativi da cui si originino, poi e significativamente, aspetti economici e procedure valutative e, ancora, criteri di valutazione e termini socio-economici che consentano di assumere nella contabilità socio-politica un riferimento universale, una sostanza valorizzante capace di comprendere, e in maniera estesa, l'istanza sociale. Se poi quest'ultima, a sua volta, si intende nei due sensi complementari, della riduzione della distanza tra strati sociali e della compenetrazione degli interessi in urto, si vede bene come la questione ambientale non possa essere ridotta alla passione astratta esercitata da gruppi di volontari, a fatti inerenti la salute, alla erosione delle foreste, alla estinzione di alcune specie ecc., ma riguardi precipuamente e direttamente questioni di politica pura. Quando dovesse accadere che dalla “questione” si finisca per precipitare verso la “minaccia” ambientale, quando cioè dovesse essere troppo tardi per ripristinare condizioni di vita ordinaria, pur disequilibrate, allora la semplice corsa al controllo delle risorse (energetiche, territoriali, ecc.) finirebbe per trasformarsi in una cruenta e repressiva esclusione, come per certi versi già accade se si riconducono a ciò i tanti conflitti tra nord e sud del mondo e i sottesi colonialismi.

La questione non è immediatamente accessibile, né può essere affrontata superficialmente e in questa sede, se non ripiegando su alcuni illuminanti aforismi di J. L. Borges circa carattere dell'argentino (da intendersi in questa sede come personificazione dell'individualista) per il quale

«lo stato è una inconcepibile astrazione [...]. L'argentino è un individuo, non un cittadino [...]. L'argentino, per il quale l'amicizia è una passione e la polizia *mafia*, sente che “quell'eroe” [colui che si procura l'amicizia del criminale per consegnarlo alla giustizia] è un'incomprensibile canaglia. Sente con Don Chisciotte che “se la sbrighi ciascuno con il suo peccato” e che “non è bene che gli uomini onesti siano carnefici degli altri uomini, quando non abbiano interesse nella faccenda” [...] Il mondo, per l'europeo è un cosmo, nel quale ciascuno intimamente corrisponde alla funzione che esercita; per l'argentino, è un caos» (2005, pp. 39-40).

Ma di fronte alla minaccia che taluni spunti di totalitarismo di origine ambientale – già manifesti nel diffuso commissariamento e accentramento dei poteri tanto da comprimere, fino a soffocarlo, lo spazio del confronto tra i diversi sub-sistemi sociali (e quindi le corrispondenti responsabilità) – possano scivolare progressivamente verso forme di “dittatura ambientale”, l'“individualismo congenito” riabilitato poco più avanti dallo scrittore costituisce piuttosto una riserva di democrazia:

“Si dirà che i tratti che ho segnalati sono meramente negativi o anarchici; si aggiungerà che sono passibili di spiegazione

politica. Oso suggerire il contrario. Il più urgente dei problemi della nostra epoca [...] è la graduale intromissione dello Stato negli atti dell'individuo; nella lotta contro questo male, i cui nomi sono comunismo e nazismo, l'individuo argentino, forse finora inutile e dannoso, troverebbe la sua giustificazione e il suo compito. Senza speranza e con nostalgia, penso all'astratta possibilità di un partito che avesse qualche affinità con gli argentini; un partito che ci promettesse (per esempio) un severo minimo di governo. Il nazionalismo vuole ammaliarci con la visione di uno Stato infinitamente molesto; codesta utopia, una volta realizzata sulla terra, avrebbe la virtù provvidenziale di far sì che tutti desiderassero, e finalmente costruissero, la sua antitesi» (ib., pp. 40-41).

Superfluo commentare tanto luminose osservazioni la cui felicità supererebbe in efficacia i più lucidi trattati. Può tornare utile aggiungere che quel “severo minimo di governo”, è complementare alla forza, geneticamente fondata nella persona, di costruire un'antitesi al totalitarismo, forza che catalizza ulteriori sollecitazioni, più avanti proposte, circa, in particolare, la necessità di una cultura diffusa del territorio e del paesaggio, un atteggiamento che faccia parte della individualità della persona e la cui imposizione dall'alto e per astrazioni è, nella migliore delle ipotesi, destinata a fallire, nella peggiore a scalfire i fondamenti della democrazia sia in quanto tensione diffusa, sia in quanto complesso di istituzioni. Democrazia che, anche in senso specifico, ambientale appunto, si regge sulla “diffusione dell'accesso all'informazione, sull'ampliamento delle possibilità di partecipazione alle decisioni e alla formazione di piani, programmi e politiche in materia ambientale, sulla garanzia di accesso del pubblico alla giustizia ambientale” come autorevolmente messo in luce nella Convenzione di Aarhus del 1998, recepita in ambito comunitario con la Decisione 2005/370/CE.

Ma i vuoti della politica si accompagnano quasi sempre vuoti di scienza. Nel campo delle politiche territoriali e ambientali, il vuoto scientifico – la mancanza cioè delle coerenze interne ai fatti, e alle relazioni tra i fatti che costituiscono l'ambiente, un'entità difficilmente delimitabile a causa della sua estensione nel tempo, nello spazio e nella identità individuale e collettiva di chi lo vive – è oggi colmato dal diritto il quale a sua volta si rifà ad un concetto di ambiente di natura essenzialmente oggettuale; l'ambiente sarebbe da un lato un antecedente, una *presenza* esterna all'individuo e alle comunità, un complesso di oggetti, elementi e sostanze, serbatoio per prelievi e scarichi, dall'altro emergerebbe quale supporto di diritti all'interno di delimitazioni convenzionali, spaziali, territoriali e amministrative, che includono le attività vitali e socio-economiche delle comunità che queste risorse utilizzano; a queste condizioni le comunità possono assumere un'identità giuridica sufficiente a pretendere un risarcimento se, e nella misura in cui, si evidenzia una violazione di quei diritti che l'insistere nel contesto delimitato da dette risorse attiva.

Le condizioni affinché si rinvengano e si oggettivino violazioni di un diritto ambientale selezionano – riducendola di molto – l'estensione della sostanza fisica, funzionale, sociale, psicologica e culturale destinataria delle modificazioni di stato che il danno produce e che la sostanza

monetaria ha il compito di simbolizzare prima e misurare in conseguenza. In questa *traduzione* – *tradimento* e *riduzione* sotto certi rispetti, *trascendimento* sotto altri – si perde parte più o meno consistente del messaggio che la comunità insediata raccoglie dall'ambiente o che per suo tramite trasmette nel tempo.

Di fronte all'assenza di fondamenti teoretici, in pieno deserto di oggettivazioni e nel fortunale delle argomentazioni uguali e contrarie che si contendono verità provvisorie, le *osservazioni fattuali*, le *interpretazioni valutative* e le *statuzioni giudiziarie* concorrono a costituire un *corpus* di esperienze che asintoticamente si avvicinano ad una verità mobile e triplice, naturale, assiologica, giuridica, un riferimento che possa sgombrare il campo dallo scetticismo dei valori, dal relativismo etico, dagli eccessi della retorica che interessano indistintamente tutte le scienze naturali, umane e sociali. La ricerca della universalità, della trascendenza, della intersoggettività vale nei tre ambiti suddetti e in tutti e tre riveste la funzione costruttiva tipica delle utopie positive.

Ambiguità costitutive e insufficienze epistemiche sono *problemi* che solo con un insorgere della politica è possibile trasformare in *opportunità* e su queste basi incanalare condotte consistenti e aperte al nuovo.

La questione (della politica) ambientale riguarda, nelle cause e negli effetti, gli aspetti più direttamente connessi con la distribuzione della ricchezza. Le disuguaglianze sociali si originano, nel profondo, dalla progressiva erosione del supporto geografico a disposizione delle comunità insediate o nella modificazione di queste disponibilità. Le disuguaglianze sono riconosciute danno non risarcibile se a presente e futuro, a breve e lungo periodo, a centro e periferia sono riconosciuti pari dignità; se invece si legittima un sistema di preferenze spaziali, temporali e sociali a mezzo dei relativi e più o meno espliciti saggi di omogeneizzazione, il danno ambientale ridiventa una delle categorie, quella del costo, che, poiché afferisce agli alvei della politica economica, ammette forme di compensazione che pretendono di ripristinare in senso quantitativo l'originario assetto distributivo e *bypassare* gli effetti del danno. Se riguardata quale agenda della solidarietà inter/intra-generazionale la prassi della sostenibilità oscilla tra ecologismo profondo e politica economica.

L'antropocentrismo, esasperato fino al sommo grado dello scetticismo – e a cui si riconducono le contrapposizioni tra strutture e sovrastrutture, presente e futuro, centro e periferia – ha finito per procurare alla politica economica un nuovo centro, la questione ambientale, che non si sarebbe posta se la politica e l'economia avessero contenuto i *flussi* entropici (Rizzo, 1989) entro limiti fisiologici e ridotto la tendenza all'accumulazione e concentrazione di *stock* di capitale artificiale al livello delle scorte necessarie e sufficienti a fronteggiare emergenze e disuguaglianze.

1.2 Surplus e inquinamento: stock e flussi

Le società organizzate si distinguono per la peculiarità di produrre surplus rispetto al compenso della "materia, dell'

energia e dell'informazione" (Rizzo, 1999; Boncinelli, 2012) o, più in generale, del lavoro dell'uomo e della natura impiegato nel processo economico attraverso cui esse si garantiscono una combinazione stabile di "flussi di ben-essere" e "stock di ben-avere". Il concetto di benessere e quello simmetrico di *benavere* richiamano (o *reclamano*) implicitamente un'etica, una "ragion pratica" che emerge al di sopra dei conflitti fisiologici delle organizzazioni sociali complesse le quali richiedono l'istituzione di organi decisionali centralizzati, meccanismi più o meno spontanei per l'attribuzione di compiti e responsabilità, sistemi di controllo, verifica e valutazione delle prestazioni di ciascun componente del sistema, corrispondenti modi di motivazione e gratificazione e simmetrici meccanismi di contrasto e sanzione di quei comportamenti che, riconosciuti come difformi, quindi "informi", fanno insorgere fenomeni di malessere e malavere.

Le nozioni di flusso e di *stock* si applicano anche ai fenomeni di inquinamento (Tietenberg, 2006) che possono consistere rispettivamente:

- nella riduzione dei flussi di servizi erogati da risorse, che istintivamente e genericamente etichettiamo come "ambientali", rispetto al loro stato di massima utilità per le comunità insediate;
- nella perdita o riduzione del supporto materiale che fornisce quella prestazione;
- nella formazione di serbatoi di sostanze che erogano esse stesse, in quanto tali, flussi di disutilità.

Altra, benché collegata, questione è quella della reversibilità dell'inquinamento, la cui dimensione è legata al costo-opportunità delle risorse necessarie al ripristino di tali flussi e *stock*, costi che formano un limite economico ben diverso da quello della fattibilità tecnica e della possibilità fisica del ripristino, materia presente e operante nelle questioni di risarcimento per danno ambientale.

La possibilità di definire il bene e il male dell'essere e dell'avere interessa le (dis)misure e i (dis)valori in senso relazionale e comparativo. La quantificazione e valutazione del danno ambientale coinvolge dimensioni spaziali, temporali e sociali che eccedono quelle dell'individuo e pertanto non possono che riguardare luoghi, tempi e comunità collocate in una dimensione che supera quella del *contingente*, una dimensione rispetto alla quale le contingenze sono appena indizi di una realtà che va invece indagata al livello *strutturale* delle formazioni socio-territoriali; qui si formano le regole e i contenuti della comunicazione – costruttiva o distruttiva – "sull'ambiente", come più avanti spiegato.

C'è bisogno di assumere e applicare condotte *esemplificative* che siano anche *esemplari*, come il giudizio sanzionatorio/risarcitorio si incarica di essere, di carattere per quanto possibile universale, essendo l'universalità una dimensione sovrastante quella, presunta, dell'oggettività; l'analisi strutturale, relazionale e comparata opera sul piano della *intersoggettività* e rende il giudizio rilevante per la comunità se è vero che questa, in quanto tale, eccede con le sue intenzioni e attese la somma delle presunte razio-

nalità degli individui che la compongono; la comunità ha come riferimento il suo stesso territorio, anch'esso entità sociale che in quanto tale eccede – in valore attuale e potenziale – la somma dei valori dei suoli che ne definiscono l'estensione.

Le intenzionalità sociali si manifestano nelle scelte politiche e si consolidano nelle forme del territorio di cui il paesaggio e l'ambiente costituiscono termini complementari, espressione l'uno attuale, l'altro potenziale, della territorialità.

I termini fondanti del giudizio sul danno ambientale possono rinvenirsi anche nella relazione flussi/stock di ricchezza creata e distrutta, e le articolazioni dei quesiti giudiziari nei procedimenti per risarcimento richiedono che queste relazioni vengano indagate tanto al livello delle unità produttive quanto al livello delle aggregazioni sociali e dei contesti territoriali definibili come identità in senso naturale (geografico, fisico-funzionale, ecc.) e culturale (amministrativo, paesaggistico, simbolico).

La ricchezza flusso si consolida in stock di capitale artificiale in forme diverse, a seconda del prevalere del profilo materiale, culturale, spirituale delle comunità insediate, e si indirizza, si accumula e si distribuisce in luoghi, forme e modi diversi a seconda del prevalere della individualità sulla socialità. La quantità del surplus prodotto, la velocità con cui esso si forma, il suo tasso di accumulazione e la durevolezza delle forme solide che lo capitalizzano dipendono dal prevalere della cultura sulla natura e della preferenza per il presente rispetto al futuro.

Un'interpretazione significativa dell'economia dell'ambiente e quindi delle dis-economie che il processo produttivo produce è quella di una economia col segno negativo (Bresso, 1993, pp. 48-9).

Questa è "centrata sul controllo dei dis-valori. I rifiuti, gli inquinanti e i processi di inquinamento e contaminazione sono 'mali e dis-servizi' che bisogna:

- evitare o ridurre in quanto argomenti di una funzione di dis-utilità;
- concentrare o non diffondere, in quanto la circolazione ne aumenta il disvalore;
- eliminare o riciclare immediatamente perché col tempo accrescono il loro dis-valore.

Dal punto di vista delle grandezze flusso, i rifiuti sono l'opposto dei beni merce, gli inquinanti l'opposto dei beni-segno e i processi di contaminazione e inquinamento l'opposto dei servizi, quindi dal punto di vista del minus-valore accumulato, quindi in termini di grandezze stock, i siti contaminati, i bacini inquinati e ogni forma di degrado di parti del territorio sono *mali capitali* nel senso che capitalizzano (e restituiscono) malessere esattamente all'opposto di come i bacini culturali, ambientali e archeologici capitalizzano (e restituiscono) benessere). Ancora, mentre le attività legate alla valorizzazione di questi ultimi presuppongono *input* negativi (costi di conservazione) ed *output* positivi (erogazione di valori simbolici e pratici) un bacino inquinato è caratterizzato da flussi in entrata posi-

tivi in quanto gli inquinanti non depurati che vi si concentrano costituiscono un vantaggio per il soggetto che ha ridotto i costi di depurazione, e flussi in uscita negativi, legati ai rischi diretti, primari e associati, attuali e potenziali e alle ricadute indirette (indotte e derivate), sul tessuto socio-economico locale" (Rizzo, Giuffrida, 2005).

1.3 Giudizio di fatto, di valore, di (de)merito

La distruzione della ricchezza, come flusso e come stock, costituisce un danno che, in quanto tale deve essere misurato, valutato e compensato:

- la misura del danno è effettuata in termini di impatto fisico-funzionale rispetto ad uno stato precedente o ideale che si ritiene desiderabile e al quale si ascrive implicitamente un valore che prescinde da valutazione o valutabilità;
- la valutazione del danno è effettuata in termini di minus-valore creato, o surplus negativo esterno all'unità operativa "inquinatore/inquinato"; questa esternalità è una variazione non compensata di utilità/produttività, per i due soggetti e nei due sensi; questa valutazione prescinde dalla effettiva compensazione o compensabilità;
- la compensazione si realizza con l'imposizione di un risarcimento che in senso specifico riduce le distanze tra i due soggetti, mentre in senso generale, e per il carattere esemplare che assume, ha come fine ultimo quello di ricucire le fratture uomo/natura e individuo/gruppo.

Ora, è vero che la misurazione del danno e la sua valutazione sono attività che afferiscono a scienze rispettivamente positive e normative, ma il fine risarcitorio connesso al danno e quindi la collocazione eminentemente socio-politica e giuridico-amministrativa dell'azione che ne attribuisce la responsabilità, costituiscono una "frontiera interna" per le scienze naturali come per quelle umane. Questo limite consiste nella impossibilità di fondare teoricamente – cioè dall'interno di una disciplina, e definitivamente, quindi di oggettivare – misure e valori, ciò che si debba considerare un bene o un male tanto per la natura quanto per la cultura, la società, il territorio.

Una disciplina incorre in una frontiera interna quando più o meno consapevolmente e dichiaratamente ricorre a variabili esogene, elementi esterni alle coerenze scientifiche che la caratterizzano; in questo modo riduce i gradi di libertà del modello con cui descrive il sistema quando esso, per la sua complessità, risulta indeterminato.

Le scienze sociali e normative, come l'estimo, sono trasversali proprio perché, in quanto inevitabilmente linguistiche ed ermeneutiche, praticano talune forme di ibridazione al fine di giungere a conclusioni che possono essere rese consistenti solo con la forza delle argomentazioni.

Questa attitudine alla apertura consente alla "scienza delle valutazioni" (Rizzo, 1991) di collegarsi verso il basso alle "occorrenze dell'essere" indagate dalle scienze positive, e verso l'alto alle "intenzionalità del dovere essere", alla prassi del fare nel senso del *poiein*, del creare "qualcosa che

prima non c'era", e nelle forme sovrastanti che sono l'arte e la politica che avvolgono il supporto descrittivo con la ridondanza del gesto interpretativo.

È possibile allora identificare tre sfere concentriche del giudizio:

- il *giudizio di fatto*, un nucleo denso afferente alle scienze naturali come tradizionalmente intese;
- il *giudizio di valore*, un mantello viscoso e adattivo di argomentazioni afferente alle scienze umane e sociali;
- il *giudizio di (de)merito*, la crosta visibile, la forma fenomenica dell'intero, l'interfaccia tra l'apparato scientifico e l'istanza sociale la quale a sua volta comprende ciò che la comunità si aspetta sulla base di quello che ritiene importante; questo livello del giudizio afferisce alla sfera della amministrazione della giustizia, un ambito di sommo rigore che si richiama all'arte della interpretazione e connessione di fatti e valori laddove si renda necessario attribuire responsabilità e statuire le corrispondenti forme compensative, il modo di recuperare il nesso sociale, il legame di civiltà interrotto con l'emergere del danno. Su questo strato il soggetto del giudizio, in quanto interprete, si riserva la possibilità di agire autonomamente rispetto alle misure e ai valori: il dover tenere in conto meriti e demeriti lo autorizza a determinare il risarcimento in quota diversa, sia categorialmente sia dimensionalmente, rispetto al valore determinato in sede tecnico-estimativa.

L'arte e la politica sono le dimensioni pratiche entro cui incessantemente l'ambiente diviene territorio e il territorio ambiente, e che da sempre hanno dato luogo alle civiltà e alla costruzione delle città ove si sono posti, affrontati e risolti, e nella maniera meno cruenta possibile, i conflitti da cui l'umanità ha preso fino ad oggi forma. Per i presenti fini, detti conflitti si materializzano nelle ricorsive opposizioni "materiale/immateriale, individuale/sociale, natura/cultura" e queste informano il contesto - il campo semantico - da cui vengono selezionate, e quindi da cui emergono, le cause, le occorrenze, le evidenze come prove nel *giudizio di fatto*, le motivazioni, come argomenti del *giudizio di valore*, le interpretazioni, come determinazioni o statuizioni nel *giudizio di (de)merito*.

Ne consegue che l'analisi e le valutazioni hanno un fine pratico che le orienta e conferisce loro senso e indirizzo all'interno di un contesto socio-sistemico di ben più ampia dimensione rispetto a quella tradizionalmente accreditata all'ambiente quando inteso come mero oggetto.

1.4 Un'assiologia socio-sistemica: territorio e ambiente

L'accezione quantitativo-monetaria dell'ambiente cui la prassi valutativa attinge per la determinazione del risarcimento traduce il concetto di "valore economico totale" (Pierce, Turner, 1991), un cumulo di valori d'uso, di non uso e intrinseci, cioè di valori per l'uomo e valori per la natura, astrattamente sommabili. Si tratta di una entità interna-

mente contraddittoria in quanto intende accostare il concetto di valore, per definizione riferibile ad un soggetto che lo attribuisce e lo assume come criterio per giudicare azioni e comportamenti (necessariamente contestuale), e taluni attributi (totale e intrinseco) che la dimensione del valore esclude per definizione, e che pertanto sono impercetrabili. Il valore intrinseco prescinde da ogni determinazione socio-sistemica ed è immaginato in assenza di ogni interferenza tra sistema sociale e natura, con qualche confusione, soprattutto, tra concetto di ambiente (per i presenti fini definito come condizione comunicativa), e concetto di ecosistema naturale il quale, per l'impostazione socio-sistemica qui praticata, può appartenere tanto al sistema sociale quanto all'ambiente. Una visione socio-centrica implica invece che valori d'uso di non uso e di esistenza possano essere percepiti, e quindi concepiti, in quanto punti di vista piuttosto che come termini di una somma, per il fatto che ciascuno di essi afferisce a diversi sub-sistemi (economico, estetico, della formazione, sanitario, ecc.) le cui relazioni sono eminentemente comunicative, quindi culturali e storiche, e implicano costantemente decisioni che richiedono il costante ricorso alla facoltà di giudizio. Il problema, quindi, non è se questi valori possano essere misurati, ma se, quando e in che termini vi si debba fare ricorso nel fornire elementi di giudizio alle autorità che hanno l'onere e la responsabilità di colmare i difetti di comunicazione tra sub-sistemi socio-territoriali.

La territorialità (Magnaghi, 1994) è una delle più resistenti e onnipresenti espressioni della solidarietà sociale. Il territorio è, nella lettura socio-sistemica di ispirazione luhmanniana tradotta in termini economico-estimativi da Rizzo (1999, pp. 265-326) una "unità-differenza tra il sistema sociale e l'ambiente": il primo è costituito da sub-sistemi, il secondo è definito per differenza, come *impronta della comunità sociale* che comunica al proprio interno ma non con l'ambiente. Il sistema sociale si costituisce per differenza attuando e potenziando meccanismi comunicativi con cui opera una progressiva chiusura referenziale verso l'ambiente rispetto al quale marca un limite non spaziale ma, appunto, comunicativo; al sistema sociale appartiene quanto è oggetto della comunicazione sociale e ne è escluso il resto, l'ambiente. Di conseguenza, l'ambiente non è solo quello naturale, ma anche, se non soprattutto, quello artificiale e quello umano. Contesti naturali in piena armonia con il sistema sociale partecipano della sua attività comunicativa e non si possono considerare tanto ambiente, quanto piuttosto territorio; allo stesso modo, gruppi sociali marginali, pezzi di città degradati, beni culturali saccheggianti, costituiscono l'ambiente dei sub-sistemi che li escludono dalla comunicazione sociale, quindi li strumentalizzano.

Da una parte il sistema sociale seleziona, attraverso la comunicazione, le proprie componenti ma, sempre per effetto della comunicazione che specializza viepiù i propri codici, si vanno attivando all'interno del sistema sociale meccanismi di specificazione e differenziazione di questa chiusura i quali danno luogo alla formazione di diversi sottosistemi aggregati attorno a specifici codici; il codice funziona come filtro che il sottosistema adotta per selezionare

le componenti da includere in modo da rafforzare la propria chiusura e differenziarsi progressivamente rispetto all'ambiente e agli altri sottosistemi; questi ultimi finiscono per costituire il suo ambiente quando questo sottosistema prevale su essi e li riduce a serbatoio di prelievi e scarti. In tal senso, l'ambiente non è definito come un insieme di occorrenze, oggetti, beni, risorse, *habitat*, più o meno naturali, ma piuttosto come ogni aspetto della realtà – naturale, artificiale e umana – che receda dalla posizione di *soggetto* della comunicazione (comunicazione *con*) e si riduca ad *oggetto* (comunicazione *su*) in quanto non selezionato dal codice del sub-sistema e pertanto non esistente per i suoi fini. È utile nel contesto degli studi estimativi osservare che il codice o l'insieme di codici di un sub-sistema, può essere rappresentato come il valore, o la scala di valori, rilevante ai fini di ciò che consente a un sub-sistema di svilupparsi, emergere, dominare gli altri.

Alla luce di questa interpretazione, un eco-sistema, nel caso presente un bacino idrico, costituisce una realtà territoriale se e nella misura in cui il sistema sociale "comunica *con* esso" svolgendovi talune attività entro i suoi limiti fisiologici. Superata questa resilienza il sistema sociale "comunica *su* esso" cioè parzializza la propria comunicazione differenziandosi ulteriormente di modo da escluderlo o meglio escludere i sotto-sistemi o le parti di questi che "comunicano *con* esso"; questo può avvenire per il prevalere, all'interno del sistema sociale, di una certa parte del sotto-sistema economico il cui codice (preso in senso riduttivo), seleziona le azioni a più alta efficienza (riduzione dei costi di depurazione) e minore efficacia (riduzione della soddisfazione degli utenti diretti e indiretti, cioè dei portatori di interessi); ciò dà luogo ad effetti ramificati in quanto "a cascata" vengono trasformate in ambiente altre porzioni del sistema sociale, quali i sottosistemi igienico-sanitario, paesaggistico, ricreativo-culturale, agricolo, talvolta anche afferenti allo stesso sotto-sistema economico, e in quanto tali "dimenticate" dalla comunicazione interna al sistema sociale.

Le conseguenze di una definizione di ambiente in negativo su base sociologica sono:

- la considerazione del sistema sociale come unico termine significativo dell'azione, alla luce degli interessi del quale sono prese in considerazione le forme della natura e i prodotti della cultura;
- uno scardinamento della impostazione gerarchica (scomposizione progressiva del sistema in sotto-sistemi, sotto-sotto-sistemi, ecc.) in favore di quella comunicativa (per cui una componente può far parte di più sottosistemi), e l'annullamento di ogni riferimento spaziale, fisico-naturale e quantitativo nella definizione delle relazioni comunicative che includono componenti sociali: l'ambiente non è un insieme di componenti ma una condizione di questi, quella della esclusione dalla comunicazione sociale;
- l'assunto che il senso e il valore sono sociali e al di fuori del sistema sociale non vi è alcuna tensione costruttiva o creativa, né di tipo naturale, né di tipo individuale, per

cui le opposizioni tra uomo e natura sono sostituite dalle relazioni tra sistema e ambiente e tra sotto-sistemi;

- se il valore si forma nella comunicazione sociale, il disvalore (ad es. del danno) è ascrivibile ad un difetto di comunicazione ed è misurabile nella frammentazione sottosistemica che questo difetto implica, cioè nelle porzioni dei sottosistemi che vengono escluse dalla condivisione del destino del sistema sociale;
- non esistono valori intrinseci, e il benessere dell'uomo ha come riferimento o supporto la qualità della comunicazione sociale, la condivisione.

È possibile esemplificare le contrapposizioni tra sotto-sistemi con riferimento al caso proposto, facendo riferimento ai sub-sistemi:

- politico-amministrativo con i codici "consenso/dissenso" ed "efficienza/inefficienza";
- produttivo con il codice profitto/perdita.
- culturale-paesaggistico con il codice "bello/brutto";
- igienico-sanitario con il codice sicurezza/rischio;
- giuridico con il codice legale/illegale;
- giudiziario con il codice giusto/ingiusto; Rizzo, 1999, pp. 316-17).

Questi codici funzionano per accrescere il grado di chiusura dei sottosistemi i quali prevalgono in ragione della maggiore capacità comunicativa, che è anche una capacità selettiva sistema/ambiente, valore/dis-valore (Fig. 1 a-c).

Il danno ambientale è quindi da collocarsi nella fascia alta del dis-valore socio-sistemico – in quanto danno addotto ad altri sub-sistemi per il tramite del supporto fisico-funzionale rappresentato dal bacino idrico – e rileva nella misura in cui i diversi sottosistemi diventano "ambiente" del sotto-sistema produttivo costituito dalle unità/attività a qualunque titolo responsabili di immissioni distruttive e illegittime. Queste immissioni sono infatti riconducibili a motivi di convenienza *particolare*: efficienza (miglioramento delle prestazioni in termini di rapporto tra *output* e *input*), efficacia (capacità di raggiungere il risultato economico) ed economicità (capacità di mantenere questo risultato elevato e costante nel tempo e di accrescere il valore patrimoniale dell'azienda).

L'ecosistema interessato da immissioni illegittime può considerarsi un'interfaccia comunicativa tra i diversi sottosistemi a condizione e nella misura in cui ciascuno di essi lo usi senza ridurre la stessa possibilità di utilizzo per gli altri, nozione comune al concetto di bene pubblico; il danno è quindi la conseguenza del difetto di comunicazione tra i diversi sottosistemi che comunicano con crescente difficoltà dacché hanno ridotto la "capacità di canale" dell'ecosistema il quale, a sua volta, non essendo più in grado di selezionare (codificare) il messaggio, veicola anche il rumore (l'inquinamento). Questa capacità di canale è data:

- dalla integrità della funzione di *infrastruttura naturale*, se riferita alla stabilità dell'eco-sistema abiotico e biotico, cioè alla capacità di questo di autoriprodursi (funzione conservativa);

– dalla efficienza della funzione di *infrastruttura artificiale*, se riferita alla produttività del sistema antropico, cioè dalla capacità di questo di produrre surplus (funzione costruttiva).

Queste due capacità si esprimono nel mantenimento dei limiti tabellari, di volta in volta aggiustati in rapporto alla diffusione e profondità della cultura ecologica e al grado di integrazione di questa con la cultura dello sviluppo.

Il concetto di danno ambientale, secondo questa impostazione può essere interpretato alla luce delle diverse accezioni di comunicazione: trasmissione di informazione, scambio, condivisione (Volli, 1994, p. 30), coordinazione comportamentale (Maturana e Varela, 1985).

Andando oltre, e sostituendo alla "metafora del canale" il concetto più moderno di "interfaccia" e quindi al concetto di *transito* (di energia e informazione) quello di *incontro* (tra persone, gruppi, sub-sistemi), l'eco-sistema è un interfaccia tra più sotto-sistemi i quali comunicano (quindi ne formano uno solo, più complesso) fino a quando i loro codici sono allineati rispetto a questa interfaccia e il messaggio dell'emittente è accolto nel suo "significato intenzionale" dal ricevente; la comunicazione si interrompe o si riduce quando il codice del sotto-sistema dominante inizia a differire tra i due sottosistemi e ne emerge una differenza (dominante/dominato) derivante dalla modificazione della capacità di canale dell'interfaccia che lascia passare solo una parte del messaggio, e ne modifica il senso; nel caso proposto, quando l'eco-sistema idrico (interfaccia tra il sotto-sistema della produzione e quello composito politico-sanitario-culturale) funziona come ricettore di inquinanti e reflui, si parzializza la comunicazione tra le imprese (che producono più ricchezza personale e meno ricchezza sociale, modificando il senso del messaggio insito nel loro partecipare al benessere del sistema sociale) e la comunità insediata (che riceve un messaggio alterato); in questo caso, attraverso l'interfaccia non passa più informazione ma disinformazione o de-formazione (il messaggio si trasforma in rumore); l'informazione corrisponde alla forma mentre la disinformazione corrisponde alla perdita di forma della struttura naturale, perdita di forma che si riversa:

- sulla comunità sotto forma di rischio sanitario-ambientale o negazione degli usi attuali e potenziali;
- sul mercato sotto forma di esternalità positiva a vantaggio di una unità produttiva che crea una distorsione del meccanismo di formazione dei prezzi.

1.5 Conclusioni come conseguenze disciplinari

Il relativismo "socio-centrico" che informa l'interpretazione socio-sistemica dell'ambiente e del danno ambientale qui proposta fornisce, ai fini valutativi, una ulteriore indicazione di metodo.

Se l'ambiente è ciò che rimane al di fuori delle fortificazioni che il macro-sistema erige attraverso la comunicazione sociale e quindi con la istituzione dei codici con cui

i diversi sotto-sistemi interagiscono tra loro, analoga considerazione è possibile avanzare con riferimento alla più semplificata contrapposizione tra quei sotto-sistemi i cui codici sottendono l'interesse pubblico da una parte, e il sotto-sistema che agisce mosso da interessi individuali dall'altra (Fig. 1 c): qualora il sistema politico-amministrativo ignorasse l'emergere di una posizione dominante del sotto-sistema della produzione, finirebbe per comunicare con esso e i sistemi culturale e sanitario sarebbero ridotti ad ambiente (Fig. 1 d); nel caso presente il sotto-sistema politico comunica con i sotto-sistemi culturale e sanitario e tutti e tre insieme si contrappongono a quello produttivo dandosi luogo ad una riduzione del valore socio-sistemico complessivo (Fig. 1 e; il riferimento è alla riduzione dell'uso della infrastruttura naturale, ai periodi di fermo della impresa, nonché alle spese processuali cui i contenziosi danno luogo).

In questa sfera concettuale, l'eco-sistema costituisce un argomento della comunicazione intra-sistemica, piuttosto che una risorsa o un oggetto; il suo valore d'uso è da riferire alla sua capacità di costituire un significativo legame comunicativo tra i sottosistemi che in questo senso lo assumono. Una condizione di abuso è in generale da considerarsi quella per la quale il disallineamento dei codici dei diversi sotto-sistemi genera differenti e conflittuali interpretazioni da parte di ciascun sotto-sistema che finisce per comunicare "con sé stesso" "su gli altri" – non "con gli altri" – sotto-sistemi "sull'ambiente". Un sottosistema non tiene conto degli altri sotto-sistemi quando non ne assimila o condivide i codici: una risorsa naturale è:

- per il sistema politico-amministrativo, un argomento della funzione del consenso da parte di una pluralità di gruppi o sottosistemi sociali: il danno consiste nella perdita di prestigio, fiducia, garanzia di continuità di governo, esemplarità, efficienza amministrativa, garanzia dei diritti sulle cose comuni, equità del modello di distribuzione del reddito nazionale, ecc.;
- per il sotto-sistema sanitario, un argomento della funzione della salute e della qualità della vita in forza della armonia eco-sistemica da essa sottesa e delle garanzie di stabilità, salubrità, bio-diversità;
- per il sotto-sistema culturale, un argomento della funzione della qualità del paesaggio, nella sua accezione più estesa;
- per il sotto-sistema della produzione, un argomento della funzione della entità e della continuità del risultato di impresa.

Questa impostazione non è conflittuale con quella presente all'interno del disposto normativo vigente, ma ne precisa gli antecedenti concettuali. Infatti, il testo unico, pur all'interno di una definizione positiva di ambiente che assegna maggior peso al contenuto oggettivo della nozione di ambiente, non può escludere che laddove non sia possibile o significativo ripristinare il supporto naturale danneggiato, emerga il fondamento sociologico fin qui presentato; questo è evidente nella definizione del modello di analisi e monitoraggio in base al quale l'eco-sistema

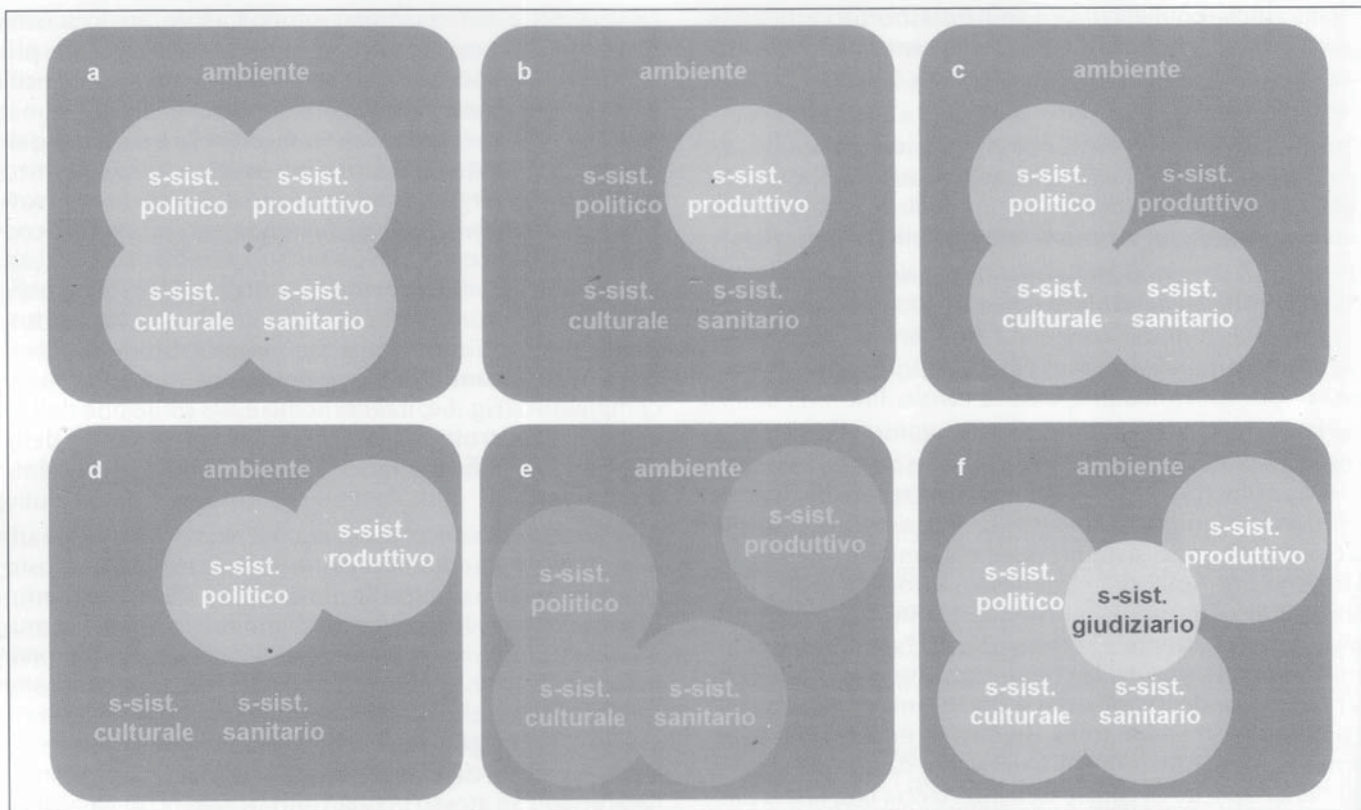


Figura 1 - a. Unità-differenza sistema-ambiente: il sistema sociale è formato da più sotto-sistemi; **b.** Il sotto-sistema della produzione prevale sugli altri riducendoli ad ambiente; **c.** Il sotto-sistema della produzione è egemonizzato dagli altri; **d.** Il sottosistema politico-amministrativo non riesce a garantire l'interesse pubblico: emerge il danno ambientale; **e.** Contrapposizione sottosistemica tra interesse pubblico e privato: il danno ambientale consiste nella perdita da parte dei sotto-sistemi di quota della loro caratterizzazione socio-sistemica; **f.** Mediazione da parte del sotto-sistema giudiziario: compensazione del danno ambientale nella forma e nella misura del risarcimento; ripristino della condotta comunicativa e del valore socio-sistemico.

ambientale può considerarsi utilizzato entro il limite fisiologico, e nella definizione degli usi compatibili; la risorsa, quindi non è tutelata in sé, ma piuttosto in quanto utile alla comunità, passando da un modello apparentemente *fisio-centrico* ad uno di fatto *antropocentrico*; se poi si fa riferimento alla definizione dei limiti tabellari di immissione (in atmosfera, in falda ecc.) da parte delle imprese, essi sono definiti nel tentativo di garantire un uso soddisfacente alla maggior parte delle componenti del sistema sociale gravitante attorno alla risorsa: questi limiti non tutelano, infatti, un uso particolare, ma li regolamentano tutti, da una parte per garantire l'utilità nel tempo della risorsa (capacità di carico, limite di autodepurazione ecc.), dall'altra per far sì che la maggior parte delle funzioni possano essere svolte a vantaggio del maggior numero di soggetti, come indicato dal modello *socio-centrico*.

Tornando per l'ultima volta sul concetto di codice, la visione socio-centrica dell'approccio sociologico macro-sistemico incontra le esigenze di fondamento della scienza delle valutazioni poiché marca, rispetto alla visione oggettiva dell'ambiente, la centratura sul valore, potendosi considerare, di fatto, un *approccio assiologico*. Il valore è il contenuto generale e astratto, e quindi socialmente rile-

vante, dei messaggi che i diversi sub-sistemi si scambiano interagendo nella comunicazione sociale. Il valore può essere inteso come "sovracodice inter-sistemico", quindi come contenuto di ogni fenomeno dell'agire sociale che in quanto tale si misura nei termini del contenuto di solidarietà inter/intra-generazionale che lo valida come sostenibile.

Ai fini poi dei modi della comunicazione sociale quale metodo, più che strumento, della progressiva elevazione dell'ambiente al rango del sistema, è lo stesso Luhmann a precisare la distinzione tra il livello dei *codici*, che in astratto definiscono e delimitano i sub-sistemi, e il livello dei *valori*, che nel concreto della articolazione in *criteri* o *programmi*, costituiscono le condizioni date per la giustizia delle operazioni di un (sub-)sistema che si differenzia applicando forme di chiusura autoreferenziale (Luhmann, 1989, pp. 115-6). In particolare, l'aspetto che coinvolge lo specifico ambito della valutazione monetaria del danno ambientale, è la questione della identità del subsistema economico che assume quale codice unico il denaro, la cui centralizzazione rende il sub-sistema chiuso e circolare: «Il denaro non può essere introdotto come *input* dall'ambiente, né può essere esternalizzato all'ambiente; in definitiva esso media le operazioni proprie del sistema» (Ib., p. 126). Ma il

codice monetario è la premessa affinché il sistema possa consistere di eventi, i pagamenti, che non hanno referenti esterni e pertanto risultano privi di senso se non intervengono criteri, cioè programmi, che questo senso ricostruiscano (diffusione del benessere, soddisfacimento di bisogni secondari, equa distribuzione della ricchezza, ecc.) attraverso la regolazione dei pagamenti della cui giustezza il sistema dei prezzi costituisce un mezzo di valutazione. La conclusione è che il sistema economico lasciato alla propria determinazione monetaria (capacità che il libero mercato incarna in pieno in quanto luogo dominato dalla "monetività") non è adatto a ripristinare il rapporto comunicativo tra il sub-sistema economico e i sistemi da esso dominati che ne diventano l'ambiente.

Pertanto, visto che i prezzi operano al livello dei programmi essi costituiscono un mezzo di regolamentazione del sistema non automatico, causale, inintenzionale ma piuttosto eterodiretto da un'autorità sovraordinata. Il fatto che i valori debbano essere espressi attraverso il lessico monetario non significa necessariamente che essi debbano coinvolgere prezzi di mercato se non *indirettamente*, attraverso la categoria del costo inteso nel senso implicito nel concetto di "costo-opportunità". I costi possono considerarsi un'espressione del valore in quanto coinvolgono una fitta ed estesa ramificazione di cause e motivazioni sistemiche, dirette e indirette, mentre i prezzi, poiché nel senso (*diretto*) della disponibilità a pagare coinvolgono espressioni individuali di soggetti indipendenti, non restituiscono il senso sistemico che il valore richiede per essere un efficace mezzo di regolamentazione del rapporto territorio/ambiente o sistema sociale/ambiente.

Nel caso dei beni comuni di cui l'ambiente nella suddetta interpretazione oggettiva (che val la pena integrare in senso assiologico) partecipa, è necessario difendere la "democrazia dei valori" (Rizzo, 1990, pp. 289-303) dalla tirannia dei prezzi. L'espressione individuale della disponibilità a pagare non è mai pari alla complessità di questioni la cui rilevanza passa attraverso la discussione sui valori e la loro condivisione a livello politico.

Il ricorso ai prezzi di domanda che si ottengono mediante somma verticale delle curve di domanda individuali, è manifestazione di scetticismo rispetto alla possibilità di definire una base valoriale che possa dire, senza equivoci, che anche se una risorsa ambientale è ignorata dalla comunicazione sociale il difetto è di comunicazione, non di pregio della risorsa. Questo non significa che ad essa si debba forzatamente ascrivere un "valore intrinseco" (Pierce, Turner, 1991; Pierce, Turner, Bateman, 1996), perché questo andrebbe contro l'impostazione di un approccio assiologico, ma piuttosto che il cumulo delle preferenze individuali accordate ad oggetti (naturali o culturali) è cieco rispetto al valore che bisogna ascrivere alla funzione di canale intra-sistemico che gli ecosistemi veicolano quando connettono nella comunicazione una pluralità di sub-sistemi sociali.

Lo scetticismo dei valori è la base del colonialismo dei prezzi, un meccanismo basato sul noto (o famigerato) teorema di Coase, per il quale, al limite, se non esistono soggetti

interessati alla tutela di una risorsa e quindi significativamente capaci di difenderla pagando per la sua salvaguardia un prezzo che ne scoraggi il saccheggio da parte di chi ne abbia convenienza, allora quella risorsa non ha un valore ambientale sufficiente a giustificarne la tutela. Il fatto che non si ponga fine alla diffusione di tale devastante impostazione pseudo-scientifica rivela complicità transfrontaliere tipiche di un neocolonialismo imperante e diffusamente accettato. La coscienza ambientale e soprattutto l'etica che sostiene la indissolubilità del legame tra la terra e la specie umana, tra i territori e le genti, tra i paesaggi e le civiltà, urla contro una impostazione scientifica falsa e strumentale, imposta come oggettiva e necessaria.

Il fatto che non esistano valori intrinseci non autorizza a pensare che la disponibilità a pagare sia una misura adeguata ad ogni forma di ricchezza. È implicito nel concetto stesso di disponibilità a pagare il senso proprio di una concezione privatistica del pubblico, l'idea cioè che l'"ambiente" sia un *lusso per pochi* piuttosto che il *diritto di tutti*, che sia un "surplus rispetto al necessario" piuttosto che il "necessario surplus", che occupi uno di tanti mercati e venga con gli stessi meccanismi efficientemente allocato, dimenticando che l'"ambiente" viene prima e va oltre il mercato e che quindi non è quest'ultimo il soggetto o il meccanismo al quale è dato di legittimare qualsivoglia prezzo, men che mai se addirittura simulato.

2. DIS-MISURE DEL DANNO AMBIENTALE: IL GIUDIZIO DI FATTO

2.1 Introduzione

Alla luce dell'attuale normativa il sistema fluviale è concepito come elemento centrale (corpo idrico recettore) nel contesto ambientale costituito dall'intero bacino idrografico comprendente tutti gli elementi socio-economici di rilevanza ambientale, quali gli insediamenti abitativi e industriali, in quanto produttori di scarichi, i sistemi di depurazione e la rete idrica, sia naturale che artificiale. Si comprende allora come la complessità di un tale sistema richieda l'uso di strumenti di analisi e gestione di tipo avanzato. Tali strumenti, oggi disponibili con un alto grado di affidabilità ed una discreta facilità d'uso, comprendono anche i modelli matematici del sistema fluviale, non solo per quanto riguarda il regime idraulico, ma anche la qualità. Lo strumento modellistico è ormai un elemento indispensabile nello studio dei sistemi ambientali, specialmente se a larga scala. Esso trova oggi largo impiego anche nello studio dei sistemi fluviali, la cui qualità deve essere gestita a livello integrato fra una pluralità di soggetti con diverse responsabilità e competenze. Infatti, alla luce dell'attuale quadro normativo (Testo Unico Ambientale d.lgs. 152/2006, e precedente d.lgs. 152/99) la qualità dell'acqua deve tener conto non solo dei corsi d'acqua naturali, ma anche dei sistemi di depurazione, nell'ottica di una gestione integrata a scala di bacino che può essere condotta con successo solo ricorrendo a tali strumenti di previsione, pianificazione e controllo. Perciò un modello matematico rappresenta uno

strumento di analisi per valutare il comportamento dell'ecosistema quando è sottoposto a pressione antropica. Il modello matematico, per essere utilizzato deve essere tradotto in codice di calcolo e risolto numericamente (simulazione) per fornire l'evoluzione del sistema una volta definiti gli ingressi (scenari).

Il caso di studio affrontato richiedeva la valutazione dell'impatto ambientale di un impianto industriale (ii) che immetteva in un sistema fluviale un refluo parzialmente depurato e, in alcuni episodi documentati, un refluo non depurato. Al fine di stimare l'entità delle immissioni di inquinanti riversate sui tratti d'acqua oggetto di studio, valutare i fattori responsabili del degrado dei detti corsi d'acqua e graduare fra gli stessi una responsabilità proporzionale al proprio contributo, è stato costruito un modello semplificato del sistema idrologico dell'asse fluviale principale e dei suoi affluenti. I dati utilizzati sono analisi chimiche dei reflui e delle acque fluviali reperite dagli atti processuali e dai dati storici dell'ARPA e dell'Assessorato Territorio e Ambiente. L'analisi territoriale del bacino del corpo idrico principale e dei suoi affluenti ha permesso di inquadrare l'area di studio, e individuare tutti gli input antropici – segnatamente gli scarichi civili e industriali – che, all'epoca, esercitavano pressione antropica immettendo reflui nel sistema fluviale. L'interpretazione dei dati ottenuti numericamente tramite modellazione, ha permesso di valutare il sistema da un punto di vista squisitamente teorico, e valutare l'effettivo impatto esercitato dall'impianto industriale sui corsi d'acqua, in riferimento agli episodi accertati di sversamento di refluo non depurato da parte dello stabilimento. L'utilizzo del modello ha permesso di simulare numericamente tali episodi, fornendo *scenari possibili* (scenario di minimo e di massimo impatto), che rappresentano con buona approssimazione gli effetti dovuti all'immissione di reflui non depurati o non adeguatamente depurati.

2.2 L'area di studio e il sistema fluviale

L'impianto industriale immetteva refluo di lavorazione, con regolare autorizzazione rilasciata dal comune, in un piccolo canale aperto impostato su un alveo prevalentemente argilloso. Dopo circa 900 metri, il canale artificiale confluisce in un torrente secondario, il cui alveo è impostato su terreni argilloso-marnosi. Il percorso del torrente si snoda fra tratti meandrici e settori cementificati, confluenza nell'asta principale del fiume dopo circa 10 km, 1,5 km prima della foce, ad una quota di circa 30 m s.l.m. Il Torrente è l'affluente più esteso dell'asta fluviale principale e presenta un andamento planimetrico dell'alveo in direzione SSW-NNE che si articola lungo un percorso di circa 13 km, sub-parallelo all'asta principale. Il fiume presenta un andamento planimetrico dell'alveo che si snoda lungo un percorso di circa 18 km, orientato per un breve tratto iniziale in direzione SSW-NNE, in un tratto intermedio, più lungo, in direzione SE-NW, per proseguire, infine, con andamento abbastanza rettilineo, in direzione ESE-WNW fino alla foce. Il bacino idrografico si estende, per circa 99 km².

2.3 Il caso di studio

2.3.1 Descrizione del modello

Un modello è per definizione una costruzione teorica che si propone di rappresentare un fenomeno o un sistema attraverso una serie di variabili esprimibili in linguaggio matematico. I sistemi naturali sono sistemi dinamici particolarmente complessi a causa del gran numero di *variabili dipendenti e indipendenti* che entrano in gioco, e la loro rappresentazione tramite modelli è molto complessa. Tuttavia un modello può essere semplificato considerando soltanto le variabili essenziali che permettono di riprodurre il sistema con una buona approssimazione della realtà. Definendo le caratteristiche idrauliche del sistema fluviale e inserendo i dati sperimentali (analisi chimiche dei reflui e delle acque fluviali) sarà possibile definire il sistema sia sotto il profilo idraulico, sia dal punto di vista del carico di inquinanti immessi. La necessità di avvalersi di un modello "teorico" per affrontare il caso di studio deriva dall'esiguo numero di dati relativi al periodo oggetto di studio.

In linea generale, la stima del carico di inquinanti di origine antropica e la valutazione dell'impatto esercitato sullo stato qualitativo dei corpi idrici necessita di due tipologie di informazioni assolutamente complementari: la prima riguarda la **qualità del refluo** immesso nel corpo idrico, e la seconda riguarda la **quantità di refluo** immesso.

La qualità del refluo si può valutare attraverso la *concentrazione* delle varie sostanze disciolte nel refluo stesso. Le concentrazioni si ottengono attraverso il campionamento e le analisi chimiche e/o biologiche del refluo, ed esprimono il rapporto tra la quantità di un dato inquinante (sostanze disciolte nella soluzione) per unità di volume del refluo scaricato. La concentrazione di una data sostanza è esprimibile tramite la *concentrazione in massa* cioè il rapporto tra la massa del soluto rispetto al volume della soluzione (refluo), espresse in mg/l.

La quantità del refluo immesso si misura tramite la *portata idrica* (Q) che è la quantità di fluido che attraversa una sezione di una data area in un'unità di tempo. Nei corsi d'acqua naturali, generalmente, si misura la portata volumetrica cioè il volume d'acqua che scorre attraverso una determinata sezione nell'unità di tempo, e si può esprimere in metri cubi al secondo (m³/s).

Attraverso il prodotto della concentrazione di una data sostanza (X) per la portata (Q) è possibile conoscere la quantità assoluta (X_{tot}) immessa della sostanza considerata in un determinato intervallo di tempo (s), come mostrato nella seguente equazione:

$$X \text{ (mg/l)} * Q \text{ (l/s)} = X_{tot} \text{ (mg/s)}$$

Conoscendo le portate e le concentrazioni dei reflui immessi in un dato sistema, è quindi possibile calcolare il *peso percentuale* dei singoli input che esercitano una certa pressione sul sistema considerato.

Su questi semplici concetti di base si è costruito un modello del sistema fluviale oggetto di studio. L'approccio proposto prende spunto dal *modello di Streeter & Phelps* (Streeter e Phelps, 1925) che si basa sul semplice bilancio delle sostanze biodegradabili a base carboniosa (BOD e COD).

Tale modello, concettualmente schematizzato in figura 1, integra un *modello idraulico* ed un *modello chimico*; attraverso l'inserimento di dati analitici (analisi chimiche dei reflui) è in grado di definire il sistema sia sotto il profilo idraulico, sia sotto il profilo del carico percentuale di inquinanti immessi dai differenti scarichi, generando degli "scenari" mediante simulazione. Il risultato finale è una rappresentazione numerica e grafica dei possibili scenari del sistema fluviale studiato.

I parametri chimici inseriti nel modello sono la *Richiesta biochimica di ossigeno (BOD₅)* e la *Richiesta chimica di ossigeno (COD)*.

Il saggio del BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) esprime la quantità di ossigeno necessaria per l'ossidazione biochimica (decomposizione ossidativa) delle sostanze contenute in un'acqua nelle condizioni in cui viene eseguito il saggio stesso. Il valore di BOD di uno scarico è generalmente riportato in mg/l di ossigeno consumato in un periodo di 5 giorni a 20°C in condizioni di laboratorio (BOD₅). Detta determinazione tende a riprodurre, in laboratorio, le condizioni che si possono verificare normalmente nei corpi idrici e negli impianti di depurazione di tipo biologico. Il BOD è quindi un parametro rappresentativo della somma dei processi digestivi che avvengono su molecole di sostanze di varia struttura e composizione da parte di diversi tipi di flora batterica, ed esprime indirettamente il contenuto di sostanza organica o di altri materiali presenti in un'acqua di scarico. Le concentrazioni naturali del BOD nei corpi idrici sono orientativamente 3 mg/l; la soglia di rischio per la vita acquatica può essere indicata in maniera ampiamente orientativa uguale a 10 mg/l (Sanna, 1982).

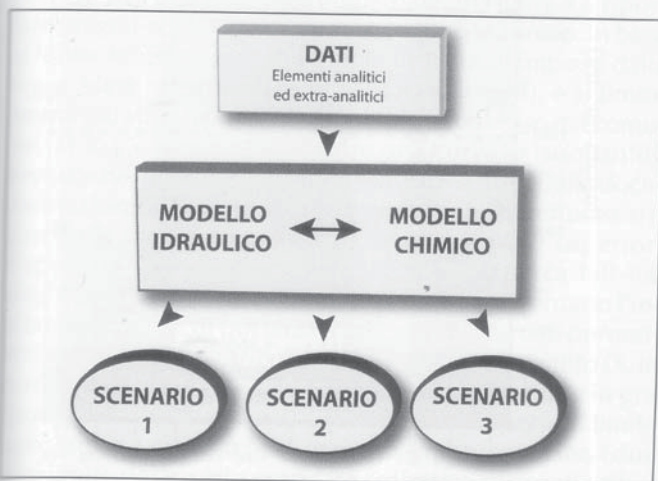


Figura 2 - Schema concettuale del modello

Il COD (*Chemical Oxygen Demand*) rappresenta la misura dell'ossigeno necessario ad ossidare chimicamente le sostanze presenti in un campione, per mezzo di un ossidante forte in ambiente acido a caldo. Il COD viene preferito al BOD, per il minor tempo richiesto dall'analisi, nel controllo di routine di liquami grezzi e depurati, soprattutto industriali, una volta che sia stato quantificato su base statistica il rapporto COD/BOD. Tale rapporto varia in funzione del tipo di sostanze scaricate: liquami da fognature prevalentemente civili hanno, ad esempio, un rapporto COD/BOD=1.9-2.5 e ciò vale anche per molti effluenti industriali provenienti da lavorazioni alimentari (Sanna, 1982).

2.3.2 Il sistema idrologico

In figura 2 è rappresentato schematicamente il sistema idraulico del bacino idrografico in questione, e comprende l'asse principale del fiume x e i suoi affluenti più significativi, fra cui il torrente y. Gli input considerati sono tutti gli insediamenti antropici che attraverso scarichi autorizzati

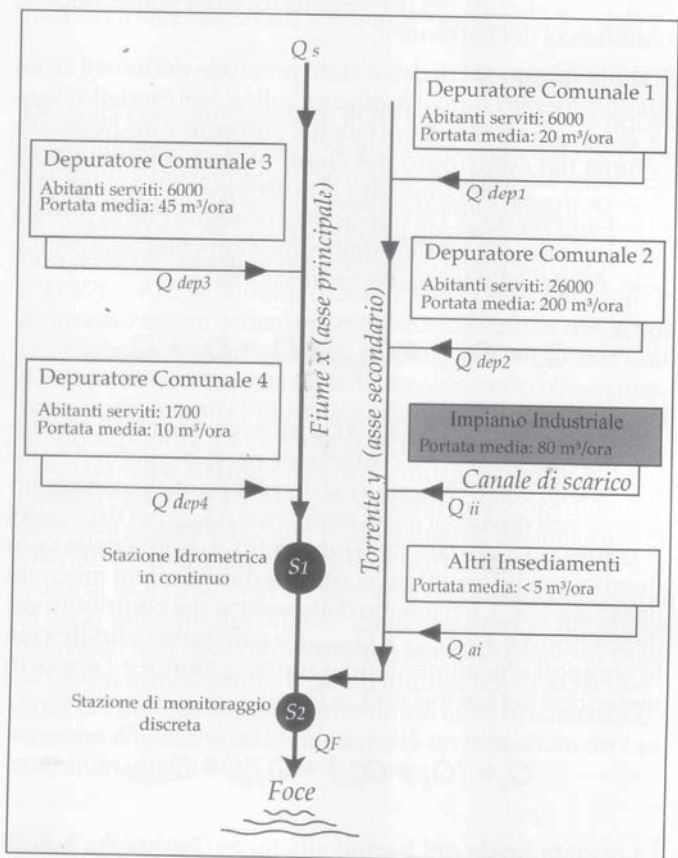


Figura 3 - Schema sinottico del sistema fluviale oggetto di studio. I riquadri rettangolari rappresentano i principali input che immettevano nel bacino idrologico: depuratori comunali, l'impianto industriale, e altri insediamenti industriali di minor rilievo; per ogni input sono riportati i valori di portata del refluo in uscita dagli insediamenti. I due cerchi rappresentano le stazioni di monitoraggio S1 e S2.

immettevano acque reflue in percentuali differenti nel sistema idrologico, esercitando una pressione antropica sul sistema stesso.

Gli input che immettevano nel sistema con regolare autorizzazione erano: l'impianto industriale (ii); quattro depuratori comunali (dep1-4); altri insediamenti (ai) in cui sono stati accorpati alcuni insediamenti antropici con regolare autorizzazione allo scarico di reflui nei tratti di fiume studiati.

I dati delle portate immesse dagli insediamenti antropici sono riportati dal "Catasto Scarichi" provinciale, e/o dalle "Autorizzazioni allo Scarico" rilasciate dai Comuni interessati. Altri dati utilizzati nel modello per definire il sistema sotto il profilo idraulico, sono le misure di portata della stazione idrometrica S₁. La stazione permanente è situata sul Fiume x, prima della confluenza con il Torrente y, circa 4 km dalla foce ad una quota di 80 m s.l.m., e sottende un bacino di circa 57 kmq. L'analisi storica dei dati relativi alla stazione idrometrica, tratta dal "Piano di Tutela delle Acque" regionale, hanno consentito di estrapolare le portate medie mensili e annuali, tramite analisi statistica della serie storica. A supporto e verifica del calcolo, sono stati utilizzati i dati mensili della stazione di monitoraggio discreta denominata S₂, localizzata nei pressi della foce del fiume, dopo la confluenza del Torrente y.

Tramite questo set di dati è stato possibile definire il sistema considerato sotto il profilo idraulico. Nel modello (figura 2) si assume che la portata del Torrente y equivale alla somma del contributo del Depuratore Comunale 1 e 2 (Q_{dep1}, Q_{dep2}), del impianto industriale (Q_{ii}), e degli altri insediamenti (Q_{ai}). Da questo ne consegue che la portata del torrente y (Q_y), prima dell'immissione nell'asse principale, è data dalla seguente espressione:

$$Q_y = Q_{dep1} + Q_{dep2} + Q_{ii} + Q_{ai} + Q_{my}$$

Tale assunzione si basa sulla considerazione che il Torrente y non riceve ricarica costante da parte di sorgenti naturali, ed è un corso d'acqua a carattere torrentizio con apporti stagionali dovuti all'input meteorico (Q_{my}) nel bacino del Torrente y. La portata del Fiume x (Q_x), prima della confluenza con il Torrente y, si ottiene dalle portate misurate dalla Stazione 1, e risultano dalla somma del contributo dei depuratori 3 e 4 (Q_{dep3}, e Q_{dep4}), e dall'input naturale cioè le sorgenti che alimentano il fiume a monte e l'apporto meteorico nel bacino x (Q_s + Q_{mx}):

$$Q_x = (Q_s + Q_{mx}) + Q_{dep3} + Q_{dep4}$$

La portata finale del bacino alla foce (Q_F), risulta quindi dalla somma del contributo misurato alla stazione 1 (Q_x) e dell'apporto del Torrente y (Q_y):

$$Q_F = Q_x + Q_y$$

La portata alla foce dell'intero bacino (Q_F) così ottenuta è riportata in Figura 3. In figura, sono riportate per confron-

to: la portata media annuale e le portate medie mensili relative alla Stazione idrometrica S₁; la portata media annuale del Torrente y (Q_y), calcolata indirettamente; il contributo antropico (Q_{Ant}) dovuto agli scarichi di reflui:

$$Q_{Ant} = Q_{ij} + Q_{dep1} + Q_{dep2} + Q_{dep3} + Q_{dep4} + Q_{ai}$$

I risultati del bilancio idrologico, tratto dal "Piano di Tutela delle Acque" della regione mostrano: il deflusso medio annuo calcolato tramite bilancio idrologico alla Stazione idrometrica S₁ sulla base di 16 anni di osservazioni, ed estrapolato per tutto il bacino, con una portata (Q_F) pari a circa 12.7 Mmc/anno (2119 m³/ora); il bilancio ricalcolato solo per il bacino relativo al Fiume x (Q_x), con un deflusso medio annuale pari a 18.6 Mmc/anno (1450 m³/ora); il deflusso medio del Torrente y (Q_y), ottenuto per differenza, è pari a 5.9 Mmc/anno (669 m³/ora).

Sulla base dei valori medi misurati, il confronto fra gli apporti Naturali e Antropici sottolinea la forte pressione esercitata dagli insediamenti che immettono reflui sul sistema fluviale oggetto di studio: dai dati a disposizione

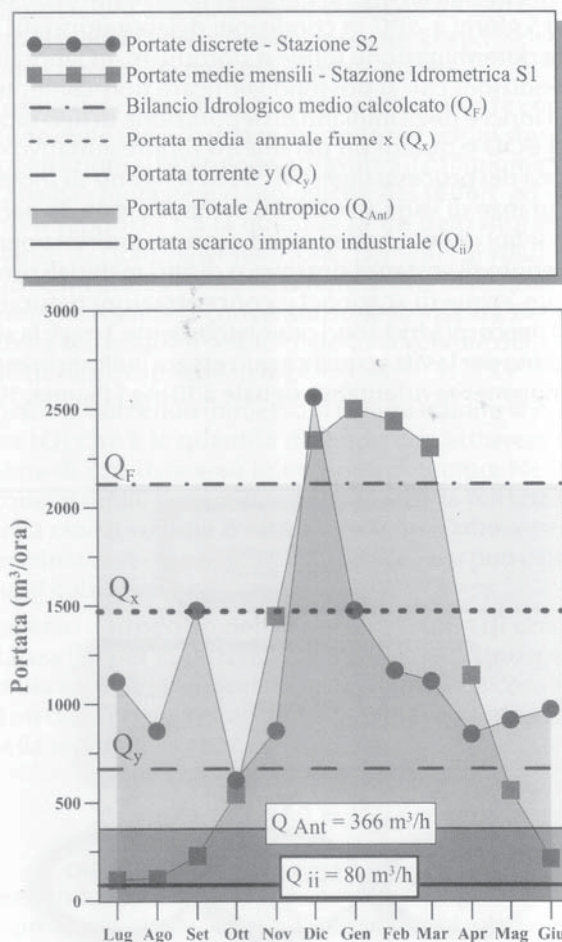


Figura 4 - Bilancio idrologico del sistema fluviale

risulta che, mediamente, circa un sesto dell'acqua ($Q_{Ant} = 366 \text{ m}^3/\text{ora}$) che arriva alla foce proviene da insediamenti antropici, di cui $80 \text{ m}^3/\text{ora}$ dall'Impianto industriale (Q_{ij}). Queste considerazioni sono basate su valori medi e chiaramente il contributo naturale è soggetto alle oscillazioni temporali dovute principalmente a variazioni stagionali e/o annuali delle precipitazioni meteoriche. Ammettendo costanti le immissioni di origine antropica durante l'anno, nei periodi più piovosi il contributo naturale aumenterà e conseguentemente si avrà una maggiore diluizione del contributo antropico; di contro, nei mesi meno piovosi il contributo naturale sarà minore e la pressione antropica sul sistema sarà maggiore. Indipendentemente dalle variazioni dell'input naturale (precipitazioni meteoriche), il confronto fra le portate in Figura 3 mostra chiaramente che il sistema fluviale considerato è fortemente antropizzato, e un superamento del carico inquinante consentito agli insediamenti antropici altererebbe il già delicato equilibrio del sistema, compromettendo ulteriormente la capacità auto-depurativa dei corsi d'acqua e quindi l'intero ecosistema legato al sistema fluviale.

2.3.3 L'impatto dell'impianto industriale

Gli scarichi illegittimi dell'impianto industriale nel sistema fluviale oggetto di studio sono stati distinti in due tipologie differenti: un refluo non depurato con elevatissime concentrazioni di inquinanti (episodico); un refluo parzialmente depurato dovuto ad un sistema di depurazione inefficiente (costante). Nel primo caso (inquinante A), sono state utilizzate le analisi chimiche dei reflui non depurati relativi a tre episodi documentati negli atti processuali. Nel secondo caso (inquinante B) è stato necessario calcolare l'eccedenza delle immissioni rispetto ai limiti imposti. L'eccedenza è stata stimata sulla base di valutazioni analitiche ed extra-analitiche: produttività dell'impianto, quantità di materia prima trattata, l'inadeguato impianto di depurazione del refluo di scarico. In particolare sono state utilizzate le concentrazioni di BOD del refluo per valutare l'eccedenza dell'impianto industriale. In Figura 4 è riportato un grafico BOD vs portata del refluo scaricato. In base al limite tabellare per gli scarichi industriali imposti dalla legge Merli vigente all'epoca ($\text{BOD} < 40 \text{ mg/l}$), e al limite amministrativo della portata di scarico concesso dal comune (21 l/s), è possibile calcolare una curva di isoquantità annuale necessaria a smaltire il refluo di scarico. Dalla documentazione a disposizione si evinceva che, il refluo scaricato nel fiume aveva concentrazione di BOD superiori rispetto ai limiti imposti dalla legge Merli (circa $150\text{-}400 \text{ mg/l}$). Le linee calcolate di isoquantità rappresentano l'insieme dei valori di portata e concentrazione che permettono di scaricare il carico annuale di BOD consentito (X , in nero) ed effettivo ($X+E$, in nero tratteggiato); l'area in grigio rappresenta il campo dell'eccedenza rispetto al limite consentito. I punti in nero in figura 4 rappresentano i due casi limite necessari a scaricare l'effettivo carico di refluo prodotto.

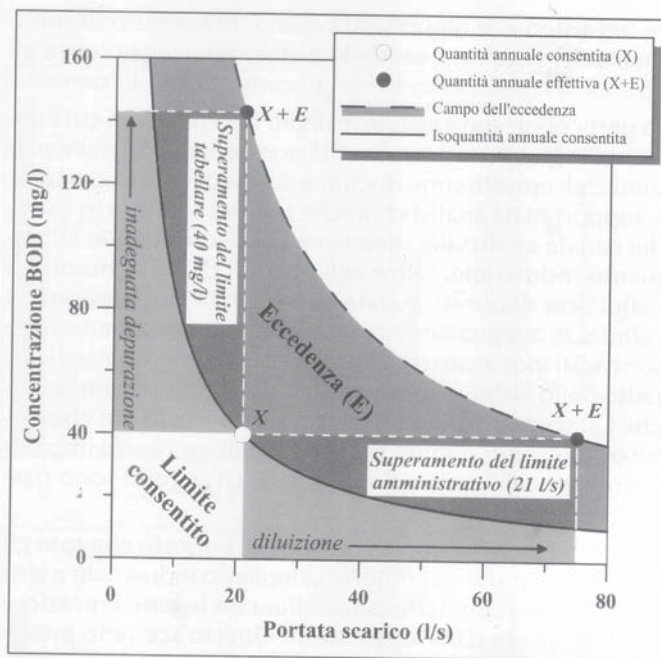


Figura 5 - Entità dell'eccedenza dell'impianto industriale rispetto ai limiti tabellari (BOD) e amministrativi (portata scarico)

L'elevata concentrazione di BOD era parzialmente ridotta probabilmente diluendo il refluo, superando tuttavia i limiti amministrativi imposti. Se è vero che l'abbattimento del carico organico del refluo avveniva tramite diluizione, questo contrastava, da una parte con il disposto normativo che non prevede abbattimento mediante diluizione [legge Merli 319/76 - Art. 9: "I limiti di accettabilità non potranno in alcun caso essere conseguiti mediante diluizione con acque prelevate esclusivamente allo scopo"], dall'altra con i limiti autorizzativi di portata (21 l/s). Considerando che, in quell'epoca, l'impianto industriale produceva una quantità di refluo superiore a X con una concentrazione di BOD compresa fra 150 e 400 mg/l , il carico annuale da smaltire sarebbe stato pari a $X+E \text{ kg/anno}$. Si possono ipotizzare quindi tre differenti possibilità limite: 1) superamento del limite amministrativo - diluizione del refluo portando la concentrazione di BOD a 40 mg/l aumentando la portata fino a circa 75 l/s ; 2) superamento limite tabellare minimo - diluizione del refluo non superando il limite amministrativo di scarico (21 l/s) e abbattendo il carico inquinante di BOD fino a circa 150 mg/l ; 3) superamento limite tabellare massimo - nessuna diluizione ed immissione di un refluo con un carico inquinante di BOD pari a 400 mg/l .

2.3.4 Risultati

Il primo caso investigato dal modello è uno scenario limite nel quale è imposto che tutti gli input del sistema immettano con le portate autorizzate e le concentrazioni delle specie chimiche entro i limiti imposti dalla Legge Merli. Questo scenario fornisce le quantità massime delle varie sostanze chimiche che ogni singolo scarico può immette-

re nel sistema, e rappresenta quindi lo scenario di riferimento. In seguito, il modello è stato interrogato circa gli episodi di sversamento illecito, documentati analiticamente. In particolare sono stati investigati tre episodi in cui l'impianto industriale sversava reflui non depurati parzialmente diluiti; gli episodi sono documentati negli atti processuali, e supportati da analisi chimiche relative al refluo in uscita dal canale artificiale, direttamente riconducibile all'impianto industriale. Oltre agli episodi di sversamento di reflui non depurati, è stata considerata l'immissione di reflui non adeguatamente depurati. Per ogni simulazione sono stati ipotizzati tre differenti scenari, per valutare l'impatto dello stabilimento industriale rispetto agli altri scarichi. Gli scenari rappresentano *situazioni estreme* che forniscono i valori minimi e massimi dell'eventuale impatto esercitato dall'impianto industriale. Di seguito sono riassunti schematicamente i tre scenari:

Scenario Limite: In questo caso viene imposto che tutti gli scarichi (depuratori comunali, impianto industriale e altri insediamenti) immettevano reflui con le concentrazioni limite imposte dalla legge Merli. Questo scenario prevede che tutti i reflui scaricati avevano le stesse concentrazioni e rispettavano i limiti di portata consentiti (*massima pressione antropica consentita*).

Scenario 1: questo scenario prevede che tutti gli scarichi dei depuratori comunali e degli altri insediamenti, immettevano reflui con le concentrazioni limite imposte dalla legge Merli. L'impianto industriale immetteva un refluo con le concentrazioni ottenute analiticamente, relative agli episodi presi in esame. In questo scenario si ipotizza che tutti gli scarichi immettevano reflui a norma di legge eccetto l'impianto industriale (*efficienza depuratori = limite consentito*).

Scenario 2: In questo scenario si ipotizza che tutti gli scarichi dei depuratori comunali e degli altri insediamenti immettevano reflui con le concentrazioni medie del *refluo in entrata*; i valori medi sono stati calcolati per mezzo dell'analisi statistica della serie storica del depuratore con maggiore impatto nell'area. L'impianto industriale immetteva un refluo con le concentrazioni ottenute analiticamente, relative agli episodi presi in esame. In questo scenario è ipotizzata un'inefficienza totale dei depuratori (*efficienza depuratori = 0%*).

Scenario 3: Quest'ultimo scenario prevede che tutti gli scarichi dei depuratori comunali e degli altri insediamenti immettevano reflui con le concentrazioni medie del *refluo in uscita* dal depuratore di riferimento. L'impianto industriale immetteva un refluo con le concentrazioni ottenute analiticamente relative agli episodi presi in esame. Questo scenario è quello che statisticamente rappresentava meglio l'effettiva efficienza dei depuratori (*efficienza depuratori = reale*).

Un esempio della simulazione ottenuta tramite il modello è di seguito rappresentato in Figura 5. Negli istogrammi sono riportate le percentuali di pressione antropica dei singoli scarichi (esprese in percentuali) relative all'intero sistema fluviale. Nel primo grafico (Figura 5a) si prende in

esame il refluo non adeguatamente depurato. È stato scelto il BOD, come parametro chimico rappresentativo dell'inquinamento, ed è stata considerata l'immissione di un *refluo* con concentrazioni di BOD pari a 400 mg/l. Va precisato che tali considerazioni si basano su elementi extra-analitici, in quanto non supportate da analisi chimiche dirette del refluo. I risultati mostrano una pressione variabile tra 28% (scenario 2) e 74% (scenario 1) con un valore medio del 33%. Considerando che secondo lo scenario limite, la pressione sul sistema consentito all'impianto industriale era pari al 22%, la quantità di BOD immesse nel sistema erano sopra il limite consentito. Negli istogrammi successivi (figura 5 c-d) si nota che gli episodi di sversamento di refluo non depurato causano un notevole incremento della pressione antropica esercitata dall'impianto industriale: Episodio 1, variabile tra 57% (scenario 2) e 91% (scenario 1) con un valore medio del 77%; Episodio 2, tra 64% (scenario 2) e 93% (scenario 1) con un valore medio del 81%; Episodio 3 tra 37% (scenario 2) e 81% (scenario 1) con un valore medio del 62%.

Sebbene il superamento dei limiti dovuto all'immissione di reflui non adeguatamente depurati era molto meno *impattante* rispetto agli episodi di immissione di refluo non depurato, questo avrebbe un'estensione nel tempo ben più ampia dei singoli episodi, in quanto costante. Di contro, i singoli episodi di sversamento di refluo non depurato incrementavano enormemente il carico di inquinanti nel sistema fluviale, e quindi la pressione esercitata dall'impianto industriale sull'intero sistema dei corsi d'acqua nonché sul tratto litoraneo antistante la foce, compromettendo pesantemente la naturale capacità autodepurativa dei corsi d'acqua.

2.4 Conclusioni

In un ecosistema acquatico le sostanze immesse dall'esterno sono considerate genericamente come inquinanti. L'immissione di sostanze inquinanti in un corpo idrico provoca l'alterazione dello stesso, con conseguenti alterazioni a carico dell'ecosistema e quindi delle biocenosi animali e vegetali; le componenti biotiche del sistema, parte essenziale della catena trofica, fra le altre funzioni hanno anche quella di supportare i meccanismi naturali di autodepurazione. Infatti il d.lgs. 152/99 già poneva obiettivi di qualità ambientale, definiti in funzione della capacità dei corpi idrici di mantenere i processi naturali di autodepurazione e di supportare comunità animali e vegetali ampie e ben diversificate. L'alterazione di un corpo idrico dovuto alla pressione antropica è strettamente dipendente dalla concentrazione delle sostanze chimiche immesse e dalla loro permanenza, quindi dalla quantità totale immessa.

Dalla documentazione esaminata in questo studio, gli effetti dell'elevata e continua pressione antropica esercitata nel sistema fluviale in questione hanno compromesso pesantemente il grado di naturalità del sistema stesso, rendendolo un ambiente fortemente degradato. La recente normativa sulla tutela dei corsi idrici superficiali (d.lgs. 152/99 e

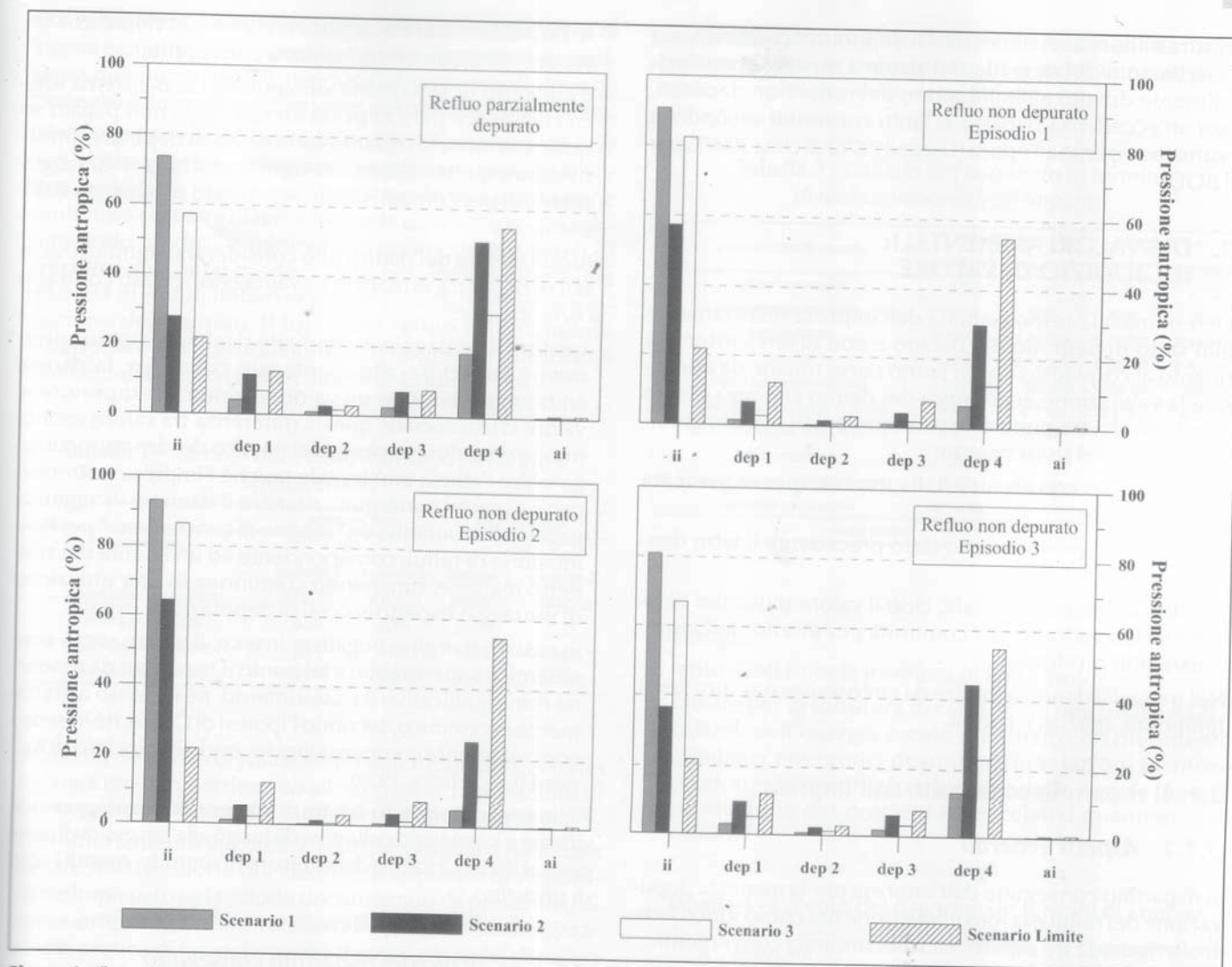


Figura 6 - Pressione antropica (%) di ogni input sul sistema fluviale in riferimento al parametro chimico BOD; ii = impianto industriale; dep1- dep4 = depuratori comunali; ai = altri insediamenti.

152/2006) fornisce gli strumenti per accertare lo stato di un corpo idrico, e attraverso una serie di indici di qualità (SECA, SACA, LIM, IBE) si ottengono delle categorie rappresentative dello stato ambientale di un corpo idrico (elevato, buono, sufficiente, scadente, pessimo). Tramite il calcolo del *Livello di Inquinamento dei Macrodescriptors* (LIM) applicato alle analisi chimiche delle acque prelevate nei corsi d'acqua studiati durante gli episodi di sversamento illecito, i corpi idrici risulterebbero essere nelle peggiori condizioni previste dall'attuale normativa (livello 5), equivalente ad uno stato ambientale *pessimo*.

Le immissioni di inquinanti nel sistema fluviale, e quindi nel tratto di mare antistante la foce del bacino idrografico, erano da attribuirsi principalmente alla attività produttiva dell'impianto industriale, e ai relativi scarichi. I fenomeni di inquinamento nel periodo oggetto di studio, sono riconducibili ad un inquinamento di tipo industriale poiché la natura di tali inquinanti è attribuibile ad un refluo non

depurato (inquinante A), e ad un refluo non adeguatamente depurato (inquinante B), entrambi provenienti dall'attività industriale. Tali reflui sono caratterizzati, in diversa proporzione, da elevate concentrazioni di *sostanze a base carboniosa* (sostanze organiche) che sono direttamente proporzionali ai parametri chimici relativi alla richiesta di ossigeno chimica (COD) e biologica (BOD). L'immissione di refluo non depurato provocava un'eccedenza di BOD rispetto al limite consentito (77 kg/giorno) del 3100%; l'impatto sull'intero sistema, simulato tramite gli scenari, risulta variabile fra un minimo del 62% a un massimo dell'81%, con un valore medio pari al 73%. L'immissione di refluo non adeguatamente depurato mostra un'eccedenza rispetto al limite consentito (77 kg/giorno) del 588%, con un impatto sull'intero sistema pari a circa il 33%. Dai risultati ottenuti tramite modellazione numerica si è potuto valutare che il degrado dei corsi d'acqua del sistema studiato era da attribuirsi per principalmente all'impianto industriale e per in

misura minore al complesso dei depuratori comunali, ma l'incremento del degrado del sistema fluviale era principalmente dovuto all'immissione dei reflui non depurati, con un'eccedenza rispetto ai limiti consentiti secondo la normativa vigente all'epoca (Legge 319/76) di circa 3000% per il BOD.

3. DIS-VALORI AMBIENTALI: IL GIUDIZIO DI VALORE

Determinata la responsabilità dell'impresa relativamente allo stato di degrado del bacino e con diversa intensità quanto ai corpi idrici che vi fanno parte rimane da affrontare la valutazione economica del danno che può essere effettuata dai tre punti di vista contemplati in sede giudiziaria ai fini del risarcimento:

1. il risparmio conseguito dalla impresa per la mancata depurazione;
2. il costo di ripristino dello stato precedente il fatto dannoso;
3. il dis-valore d'uso sociale, cioè il valore d'uso del bacino idrico sottratto alla comunità per effetto dell'inquinamento prodotto.

Nei tre casi il danno è inoltre da circoscrivere ai suoi limiti temporali, spaziali e sociali.

3.1 Il risparmio conseguito dall'impresa

3.1.1 Aspetti generali

Il risparmio conseguito dall'impresa per la mancata depurazione dei reflui e la loro immissione nel corpo idrico limitrofo riguarda tre aspetti micro-economici convergenti:

- la combinazione ottimale dei fattori della produzione, in questo caso in forma aggregata, il fattore ambiente e il fattore impresa, il primo inteso come esternalità positiva (vantaggio per il quale non si paga un prezzo se si usa entro i limiti di legge), il secondo inteso come capitale aziendale di cui conservare il valore;
- la minimizzazione dei costi per unità di prodotto (problema tecnico del produttore, detto "della efficienza");
- l'ampliamento della scala di produzione (problema economico o della massimizzazione del profitto, detto "della economicità"), per effetto della riduzione del costo marginale (costo dell'ultima unità di prodotto).

Il dis-valore del danno è quindi associato al risparmio conseguito o astrattamente conseguibile, in coerenza con alcuni processi socio-economici in atto:

- il concetto di comunicazione tra sotto-sistemi che richiama alla condivisione dei vantaggi conseguenti l'uso delle risorse ambientali tra i soggetti direttamente interessati; il risparmio illegittimo conseguito da parte della impresa torna alla comunità insediata sotto forma di risarcimento. Questo principio è naturalmente estraneo, in positivo o in negativo alla effettiva portata del danno, il cui dis-valore

potrebbe essere maggiore o minore (in valore assoluto) del vantaggio effettivamente conseguito;

- il concetto di esternalità ambientale; l'eco-sistema idrico costituisce per l'impresa un vantaggio non pagato se questa vi immette quanto ha omesso di depurare; internalizzare questa esternalità significa estrarre il vantaggio ottenuto per compensare lo svantaggio sopportato dalla comunità.

Questa misura del danno può considerarsi significativa in caso di parità tra vantaggio e svantaggio; in caso contrario si avrebbe che:

- qualora il vantaggio individuale risultasse significativamente superiore allo svantaggio collettivo, la risorsa ambientale avrebbe un valore economico superiore al valore d'uso sociale; questa differenza tra valore economico e dis-valore socio-eco-sistemico del danno, incoragerebbe l'abuso ambientale poiché l'impresa potrebbe, con i risparmi conseguiti, risarcire il danno e in aggiunta pagare alla comunità un "canone di concessione" per l'immissione di reflui, corrispondente ad una quota del suddetto margine, rimanendo comunque in una situazione di vantaggio rispetto ai costi di depurazione evitati;
- in caso di margine negativo, invece, il valore socio-eco-sistemico supererebbe a tal punto il risparmio da rendere non significativo il trasferimento, né in senso astrattamente economico, secondo l'ipotesi di Coase, né in senso concretamente compensativo secondo il principio di Kaldor-Hicks (Hicks, 1939).

Più in generale, questo difetto di aderenza tra vantaggio individuale e svantaggio collettivo dà luogo alla necessità di associare al danno il valore delle misure riparatorie, quindi i costi di ripristino.

3.1.2 Calcolo del risparmio conseguito

La determinazione del risarcimento in termini di calcolo del risparmio è effettuata costruendo un costo di depurazione unitario del refluo di cui è stata ipotizzata l'illegittima immissione secondo i tre scenari prima descritti.

Per potere determinare un costo è necessario prima identificare il prodotto cui esso si riferisce, che in questo caso è rappresentato dalle determinanti del danno ambientale contestato all'impresa. Esse sono costituite da due diversi reflui, uno grezzo (Inquinante A), l'altro parzialmente depurato (Inquinante B), come risulta dall'analisi del funzionamento delle linee di produzione e scarico dell'impianto; detti effluenti sono stati immessi in proporzioni e in tempi diversi, il primo episodicamente, il secondo in continuo lungo l'intero periodo studiato e pertanto è stata condotta un'analisi separata sia dei costi sia delle quantità immesse.

Il costo unitario è stato calcolato con riferimento al processo di depurazione praticato dall'impresa prendendo in considerazione gli input primari (fattori della produzione) e le materie prime (beni intermedi ed energia) impiegati, riferiti alla unità di refluo non depurato di cui cioè è stata ipotizzata secondo gli scenari descritti nella prima parte, l'immis-

sione illegittima, consistente nella immissione episodica di ingenti quantità dell'Inquinante A e nella continuativa immissione dell'Inquinante B, residuo del processo di depurazione del primo refluo all'interno del periodo considerato.

L'Inquinante A è stato quantificato con riferimento agli scenari ipotizzati in base ai giorni di immissione rispetto all'intero periodo di riferimento, ipotizzando una produzione continua e costante di refluo durante ogni esercizio, e considerando un durata minima e massima degli episodi di sversamento. In tal modo è stato possibile dedurre una quantità di refluo immessa pari al 15-45% dell'intera produzione del periodo. Il totale del refluo è linearmente dipendente dalla produzione dell'impresa, i cui volumi risultano dai registri della Camera di Commercio.

Tabella 1 - Calcolo del refluo immesso per anno e per scenario

	scenario min		scenario max	
	giorni totali			
	50		150	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
Inquinante A prodotto	200.000	300.000	200.000	300.000
quota immissioni	0,25	0,75	0,25	0,75
giorni di immissione	15,4	34,6	46,2	103,8
refluo immesso mc	6.410	28.846	19.231	86.538

Il calcolo del costo di trattamento dell'Inquinante A è stato condotto con riferimento alle consuete componenti di costo come documentate i fini del riferimento fattuale.

1. Ammortamento impianti: è stato determinato sulla base della considerazione del costo dell'impianto di depurazione impiegato nel periodo documentato da preventivo di spesa originale, fatture relative alla progressiva realizzazione, pratica di finanziamento; il costo per unità di refluo è stato determinato considerando un periodo di ammortamento di 25 anni data la mole e la natura dell'impianto e il buono stato di manutenzione che ne ha consentito il funzionamento.

Tabella 2 - Calcolo del risparmio in termini di ammortamenti

immobilizzazioni	scenario min		scenario max	
	periodo			
	1	2	1	2
impianto	€ 619.748,28			
iva 9%	€ 55.777,35			
montaggio conc.	€ 317.188,32			
iva 9%	€ 28.546,95			
vasca	€ 51.645,69			
iva 9%	€ 4.648,11			
centrale termica (ipotesi)	€ 80.000,00			
iva 9%	€ 7.200,00			
quota ammortamento (25 anni)	€ 46.590,19			
refluo totale annuo (mc)	200.000	300.000	200.000	300.000
quota ammortamento per unità di refluo	€ 0,23	€ 0,16	€ 0,23	€ 0,16
refluo immesso	6.410	28.846	19.231	86.538
risparmio per immobilizzazioni	€ 1.493	€ 4.480	€ 4.480	€ 13.439
totale periodi	€ 5.973		€ 17.919	

2. Manutenzione impianti: fatture relative alle attività manutentive effettuate nel periodo; libri giornali riportanti il costo complessivo delle dette attività.

Tabella 3 - Calcolo del risparmio in termini di manutenzioni degli impianti

manutenzioni e ricambi	scenario min		scenario max	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
quota immissioni	0,25	0,75	0,25	0,75
competenza impianto	20%	20%	20%	20%
manutenzioni	€ 12.581	€ 44.044	€ 12.581	€ 44.044
ricambi	€ 46.345	€ 43.364	€ 46.345	€ 43.364
refluo totale annuo (mc)	200.000	300.000	200.000	300.000
costo manut per unità di refluo	€ 0,06	€ 0,15	€ 0,06	€ 0,15
costo ricambi per unità di refluo	€ 0,23	€ 0,14	€ 0,23	€ 0,14
refluo immesso	6.410	28.846	19.231	86.538
risparmio per manutenzioni	€ 403	€ 4.235	€ 1.210	€ 12.705
risparmio per ricambi	€ 1.485	€ 4.170	€ 4.456	€ 12.509
totale periodi	€ 5.655		€ 16.965	

3. Energia:

a) fatture ENEL per la fornitura di forza motrice;

b) fatture per la fornitura di carburante olio denso ATZ; il calcolo dell'energia è stato effettuato con riferimento ai bilanci energetici desunti dalle relazioni tecniche prodotte dall'impresa, descrittive delle diverse linee di produzione dei prodotti e dei relativi quantitativi di refluo.

Tabella 4 - Calcolo del risparmio in termini di energia

energia ATZ	scenario min		scenario max	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
Inquinante A immesso (mc)	6.410	28.846	19.231	86.538
costo unitario di trattamento	€ 1,70	€ 1,78	€ 1,70	€ 1,78
risparmio combustibile	€ 10.878	€ 51.334	€ 32.635	€ 154.003
totale periodi	€ 62.213		€ 186.638	

energia elettrica	scenario min		scenario max	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
consumi orari kwh	580			
potenza media kwh	300			
funzionamento gg/anno	200			
h/24	24			
tot kwh	1.440.000			
prezzo energia €/kwh	€ 0,08			
refluo totale annuo (mc)	200.000	300.000	200.000	300.000
produttività oraria dell'impianto (mc/h)	100			
consumo per unità di refluo	5,8			
costo energia elettrica per unità di refluo	€ 0,44	€ 0,44	€ 0,44	€ 0,44
refluo immesso	6.410	28.846	19.231	86.538
risparmio per energia elettrica	€ 2.830	€ 12.733	€ 8.489	€ 38.199
totale periodi	€ 15.563		€ 46.688	

4. Materie prime: fatture relative alla fornitura di acqua nel periodo; il calcolo del quantitativo è stato effettuato in base

ai fabbisogni riportati nelle relazioni tecniche descrittive del processo di depurazione.

Tabella 5 - Calcolo del risparmio in termini di materie prime

acqua	scenario min		scenario max	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
vapore per mc di reffluo (mc acqua)		0,20		
prezzo unitario acqua (€/mc)		€ 0,10		
refluo totale annuo (mc)	200.000	300.000	200.000	300.000
refluo immesso	6.410	28.846	19.231	86.538
risparmio per acqua	€ 132	€ 596	€ 397	€ 1.788
totale periodi	€ 728		€ 2.185	

5. Manodopera: schede di costo complessivo del personale nel periodo; il calcolo è stato effettuato considerando il numero di addetti impiegati per il funzionamento in continuo dell'impianto.

Tabella 6 - Calcolo del risparmio in termini di manodopera

manodopera	scenario min		scenario max	
	periodo 1	periodo 2	periodo 1	periodo 2
n. unità di lavoro /anno		4		
stipendio annuo		€ 7.747		
refluo totale annuo (mc)	200.000	300.000	200.000	300.000
refluo immesso	6.410	28.846	19.231	86.538
costo lavoro per unità di reffluo	€ 0,15	€ 0,10	€ 0,15	€ 0,10
risparmio per manodopera	€ 993	€ 2.980	€ 2.980	€ 8.939
totale periodi	€ 3.973		€ 11.918	

Il risparmio complessivo in termini di Inquinante A, è determinato per sommatoria delle voci fin qui descritte e riportato più avanti in una tabella sinottica insieme al risparmio conseguito nei termini dell'inquinante B.

Tabella 8 - Sintesi del calcolo del costo di depurazione evitato: aggregazione delle diverse componenti per i due inquinanti nei tre scenari considerati

Inquinante A	valori storici		data prezzi	coeff di rivalutazione	valore attualizzato		scenario intermedio
	scenario min	scenario max			scenario min	scenario max	
immobilizzazioni	€ 5.973,10	€ 17.919,30	data 0	2,3	€ 13.738,13	€ 41.214,40	€ 27.476,26
manutenzioni e ricambi	€ 5.655,04	€ 16.965,11	date 1-2	1,50	€ 8.482,56	€ 25.447,67	€ 16.965,11
energia ATZ	€ 62.212,78	€ 186.638,33	date 1-2	1,50	€ 93.319,17	€ 279.957,50	€ 186.638,33
energia elettrica	€ 15.562,61	€ 46.687,83	date 1-2	1,50	€ 23.343,91	€ 70.031,74	€ 46.687,83
acqua	€ 728,34	€ 2.185,01	date 1-2	1,50	€ 1.092,50	€ 3.277,51	€ 2.185,01
manodopera	€ 3.972,75	€ 11.918,24	dat 1-2	1,50	€ 5.959,12	€ 17.877,35	€ 11.918,24
totale inquinante A	€ 94.104,61	€ 282.313,82			€ 145.935,39	€ 437.806,18	€ 291.870,78
Inquinante B	scenario indicato		data 3	1,10	scenario indicato		
	€ 38.651,34				€ 42.516,47		€ 42.516,47
totale Inquinanti A+B					€ 188.451,87	€ 480.322,65	€ 334.387,26

L'*Inquinante B* è preso in considerazione relativamente a due aspetti, il quantitativo assoluto e il fattore di concentrazione di BOD5 (mg/l). Le due entità sono dipendenti e inversamente proporzionali in quanto per ridurre la concentrazione detto reffluo può essere diluito aumentando il quantitativo. L'impresa non possiede impianti per la depurazione di questo reffluo e pertanto il costo di depurazione evitato dall'impresa è stato desunto ipotizzando un servizio di depurazione in *outsourcing*, su cui quantitativo e concentrazione incidono in maniera differente.

Anche in questo caso sono stati presi in considerazione due scenari, minimo e massimo, in base al tipo di trattamento che detto reffluo subisce prima dello scarico nel passaggio attraverso l'avvio agli impianti di raffreddamento e raccolta e combinati con tre ipotesi di costo unitario. La tabella riporta il risultato dello scenario assunto come significativo.

Tabella 7 - Calcolo della quantità di Inquinante B immesso nei due periodi e del costo di depurazione evitato

Inquinante B	periodo 1	periodo 2	BOD5 mg/l
quantità (mc)	51.807	60.034	400
fattore di diluizione	2,7	2,7	
inquinante diluito	138.152	160.090	150
quota immissioni	0,25	0,75	
immesso nei due periodi	34.538	120.067	
totale immesso	154.605		
costo di depurazione (€/mc)	€ 0,25		
costo totale	€ 8.634	€ 30.017	
totale risparmio conseguito	€ 38.651		

Il risparmio complessivo ottenuto dall'impresa per la mancata depurazione di due inquinanti è ottenuto aggregando i costi evitati fin qui indicati con riferimento al valore medio tra i due scenari, come sintetizzato in tabella.

3.2 Il costo di ripristino

3.2.1 Aspetti generali

Il costo di ripristino interviene nella determinazione del risarcimento traducendo il principio di economia ambientale "chi inquina paga". Ma, come detto, lo stato di inquinamento della risorsa idrica si esprime nelle due dimensioni quantitativa e qualitativa che la misura monetaria del costo di ripristino rappresenta nella forma solo quantitativa.

Quanto all'aspetto quantitativo - fisico ed economico-finanziario - il costo di ripristino compensa il valore del danno in ragione della consistenza naturale di quest'ultimo, consistenza che si manifesta nel grado di inquinamento dei tratti d'acqua; questo valore è da riferire allo stato della risorsa idrica in relazione alle attività (produzione e fruizione) che la comunità nel suo complesso, piuttosto che i singoli individui, svolge intorno ad essa, o di cui la risorsa è imprescindibile premessa, e quindi alla perdita di valore registrato dalle suddette attività; il danno è subito a prescindere dalla capacità di percepirlo da parte dei destinatari che ne registrano gli effetti materiali (di bilancio) della riduzione di produttività/utilità in termini fisici (tempo, quantità e qualità sostitutive) e monetari (prezzo di queste alternative); il valore del danno, in tal senso, è ascrivibile alla categoria generale del "valore d'uso" dal punto di vista della comunità. Ora, se il costo di ripristino è una misura pertinente e congrua rispetto all'inquinamento, non necessariamente essa risulta omogenea rispetto al danno. L'inquinamento può o meno generare un danno ma il danno non è necessariamente proporzionale al livello di inquinamento; inoltre, poiché il percorso procedurale giudiziario esclude che al fatto illecito possa seguire immediatamente la riparazione, il costo di ripristino si configura solo come misura del danno priva di qualsivoglia capacità di farvi fronte e quindi come misura finanziaria piuttosto che effettivamente compensativa o equitativa. Anche in questo caso, il valore del danno potrebbe essere significativamente diverso (maggiore o minore) rispetto al costo di ripristino.

Quanto all'aspetto qualitativo, quindi, è necessario superare la misura quantitativo-monetaria con una valutazione riferita ai soggetti danneggiati e ai diritti loro negati piuttosto che all'oggetto del danno. Il ripristino, infatti, specie se tardivo, è una attività viziata dal grado di irreversibilità dei processi naturali e artificiali, ormai ampiamente riconosciuto a partire dall'interpretazione termodinamica che l'economia ecologica (Georgescu-Roegen, 1971; Alier, 1987; Ryfkin, 1980; Bresso, 1993) e la nuova economia (Rizzo, 1983, 1989, 1999) hanno contribuito a formare quanto alla relazione tra ambiente e entropia.

3.2.2 Calcolo del costo di ripristino

Il calcolo del costo di ripristino è stato effettuato facendo riferimento alle voci di costo di un progetto di rinaturaliz-

zazione degli stessi corsi d'acqua danneggiati, redatto e realizzato dal Comune per far fronte allo stato di degrado venutosi a cumulare nel corso dei molti anni di illeciti sversamenti da parte di diverse fonti inquinanti, oltre quella di cui si tratta.

Gli obiettivi principali che l'opera ha inteso raggiungere sono:

- il disinquinamento dei corpi idrici;
- la risistemazione delle fasce riparali e della foce con conseguente rinaturalizzazione dei corsi d'acqua e del litorale;
- il recupero di un'area di rilevante valore ambientale finalizzata alla fruizione sostenibile;
- l'avvio di un programma per la promozione di attività turistiche legate alla tutela ed alla valorizzazione del territorio, che permettano di creare nuova occupazione.

Il programma ha previsto anche interventi di natura diversa da quelli rivolti alla semplice bonifica e tutela che costituiscono materia del ripristino connesso causalmente al danno prodotto.

Il quadro delle voci di spesa e il quadro tecnico economico sono riportati nelle tabelle seguenti:

Tabella 9 - Quadro delle voci di spesa del progetto di riqualificazione del sistema idrico

Voci	importi €
opere di pulitura	€ 991.597
Opere di sistemazione e recupero ambientale	€ 619.748
opere di riassetto paesaggistico	€ 1.177.522
imputazione dei costi	
progettazione	
studi analisi e progetto	€ 223.109
direzione dei lavori	€ 139.443
totale € 362.553	
opere	
mano d'opera fase 1	€ 446.219
mano d'opera fase 2	€ 278.887
mano d'opera fase 3	€ 529.885
totale € 1.254.990	
materiali	€ 697.217
beni strumentali	€ 418.330
imprevisti	€ 55.777
totale € 1.171.324	
totale spesa 2.788.867	

Il finanziamento del progetto, anticipato per circa un quarto a distanza di due anni dai fatti imputati all'impresa, giusto PTTA del Ministero dell'Ambiente, è attivato con specifica ordinanza della Protezione Civile alcuni anni dopo. I lavori venivano consegnati dopo dieci anni dai fatti illeciti di maggiore entità e ultimati in due anni.

Tabella 10 - Quadro tecnico economico del progetto

lavori a base di gara	totali	
descrizione categoria	importo variante 2	
movimenti di terra per la ripulitura dell'alveo e delle aree ripariali, la riprofilatura la riconfigurazione spondale, la rimodulazione delle altimetrie delle aree degli impianti di fitodepurazione e/o delle sistemazioni paesaggistiche	€ 408.390	
consolidamenti protezioni spondali delle aree ripariali in genere, con tecniche di ingegneria naturalistica in ambiente fluviale	€ 346.596	
Impermeabilizzazione e substrati vasche, stagni e bacini impianti di fitodepurazione	€ 494.171	
pozzetti opere d'arte per l'appresamento condotte di immissione, di reimmissione in alveo, by-pass degli impianti di fitodepurazione	€ 92.041	
piantumazione di specie igrofile e idrofile, interventi di rinaturalizzazione e di potenziamento delle vegetazione ripariale	€ 187.451	
formazione di sentieri e percorsi pedonali	€ 261.770	€ 1.790.419
somme a disposizione dell'amministrazione		
spese tecniche	€ 365.424	
iva su competenze tecniche (20%)	€ 73.085	€ 438.509
iva su importo lavori (10%)		€ 179.042
espropri e occupazioni		€ 166.437
registrazione e convenzione espropri		€ 15.494
spese tecniche e frazionamenti		€ 14.874
residui		€ 184.093
		€ 2.788.867

Il calcolo dei costi di ripristino da imputare alla responsabilità degli inquinamenti da immissione di reflui è stato effettuato considerando frazioni delle opere elencate nell'ultimo stato di avanzamento dei lavori, riconducibili alle modificazioni dell'ecosistema naturale indotte dal comportamento illegittimo dell'impresa.

Emergono da questo documento con sufficiente chiarezza le opere più specificamente rivolte alla rimozione dei detriti da discarica abusiva, al miglioramento dell'assetto dell'alveo e alla infrastrutturazione (pompe, condotte, impiantistica) per la difesa da inquinamenti, opere che si sono considerate solo in minima parte dal 12% allo 0%, e le opere che invece riguardano la rinaturalizzazione e la protezione della vegetazione ripariale, la bonifica spondale ecc.

All'importo delle opere selezionate ed in proporzione al valore di esse è stato poi aggiunto l'importo relativo alle spese tecniche escludendo la quota relativa agli espropri, che costituisce un ampliamento del capitale fisso sociale non inerente direttamente le immissioni inquinanti. Si aggiunge che questa scelta costituisce una misura prudente volta ad evitare di considerare ramificazioni del danno potenzialmente contestabili; in realtà dovrebbero essere aggiunti i costi relativi alla occupazione temporanea dei suoli collegati alle opere di bonifica realizzate. Si riporta in Tabella 11 lo schema descrittivo delle opere e attributivo degli importi.

Rispetto all'importo totale delle opere si è attribuito alle attività di ripristino del danno ambientale da immissioni di reflui una quota variabile tra il 33% e il 17% delle opere. A questo importo è necessario attribuire la quota relativa alle spese tecniche calcolata estraendo dalla seguente tabella la parte di relativa competenza.

La quota di spese tecniche di competenza dei lavori selezionati esclude come si vede la maggior quota degli espropri mentre conferma parte delle occupazioni temporanee, tiene conto di una quota delle competenze per varianti, e riduce il carico degli studi geologici e geotecnici poiché le opere riguardano aspetti sovrastrutturali di minore impatto quali movimenti di terra, alle sistemazioni della sentieristica, al ridisegno orografico; elimina inoltre, tutte le somme di competenza dell'amministrazione quanto a gestione della gara, rimanenze a disposizione ecc. La quota di competenza così calcolata è pari al 73% di quella originaria e incide sul costo delle opere per il 30%, quota che è applicata al costo di ripristino fin qui calcolato.

Il valore da attribuire all'impresa è, per quanto detto, limitato alla responsabilità ad essa attribuibile in merito allo stato dei corsi d'acqua, come riportato in tabella.

3.3 Il dis-valore d'uso sociale: una misura monetaria

3.3.1 Aspetti generali

Il criterio del dis-valore d'uso sociale interviene proprio per integrare la misura quantitativo-monetaria del costo di ripristino, con una valutazione che (sul piano concettuale) la eccede; questa valutazione va riferita alla consistenza socio-eto-eco-nomica (resa efficace in sede giudiziaria) dell'inquinamento e del danno ambientale. Questa valutazione coinvolge il piano dei valori d'uso sociali nel loro senso più pieno in quanto attinge sia all'ambito dei "valori d'uso" o valori pratici, connessi ai bisogni primari *soddisfatti* dai beni-merce, sia all'ambito dei "valori di non uso" o (meglio) valori simbolici connessi ai bisogni secondari *stimolati* dai beni-segno. Ogni bene, materiale o immateriale coinvolge l'ordine naturale dei valori pratici e l'ordine culturale dei valori simbolici, ed in quanto tale è capace di plurime interpretazioni socio-economiche; anche nel caso di beni ambientali, proprio in forza dell'interpretazione socio-sistemica proposta, l'ordine culturale non costituisce una semplice giustapposizione e completamento dell'ordine naturale, ma piuttosto il registro privilegiato della percezione dell'ambiente (in quanto interfaccia intersistemica) quando, e nella misura in cui, questo valore risuoni nella coscienza collettiva (dimensione socio-culturale), cioè sia percepito come motivazione del sacrificio che la comunità è disposta a mettere in atto per la tutela dell'ambiente. Questo sacrificio, noto in letteratura come disponibilità a pagare (Wtp), non è un valore assoluto, come il costo di ripristino o il risparmio conseguito, ma relativo, da ragguagliare alla entità, e quindi all'utilità marginale, del reddito medio *pro capite*, e soprattutto a come la cultura ecologico-ambientale si è fino ad oggi evoluta non solo localmente ma globalmente, quindi anche sul piano istituzionale e normativo locale e nazionale.

Tabella 11 - Ultimo stato di avanzamento lavori di riqualificazione del sistema idrico e attribuzione delle spese per il risarcimento

n.o.	designazione lavori	u.m.	quantità	prezzo totale	quota ripristino		risarcimento	
					sc max	sc min	max	min
1	ripulitura di canale in conglomerato cementizio con rimozione del materiale di sedime	mc	7931,30	€ 43.010	12%	0%	€ 4.301	€ -
2	ripulitura dell'alveo e delle aree ripariali riprofilatura e configurazione spondale	mc	37782,11	€ 165.859	6%	0%	€ 8.293	€ -
3	rimodulazione delle altimetrie interessate dagli impianti di depurazione	mc	57219,60	€ 221.636	0%	0%	€ -	€ -
4	creazione e preparazione del piano di posa con il taglio di sperpaglie, ceppaie e arbusti	mq	10390,48	€ 32.197	36%	12%	€ 9.659	€ 3.220
5	costituzione di impermeabilizzazione per la formazione delle vasche, di bacini e degli stagni	mq	17974,64	€ 171.738	36%	12%	€ 51.521	€ 17.174
6	fornitura, collocazione e livellamento di materiale ghiaioso e sabbioso	mc	15029,89	€ 163.008	36%	12%	€ 48.902	€ 16.301
7	formazione di cintura di contenimento per la costituzione di isolotti con pietrame di grossa pezzatura	mc	1937,28	€ 45.023	12%	6%	€ 4.502	€ 2.251
8	formazione di coltre vegetale effettuata mediante fornitura e spandimento di terreno	mq	9613,34	€ 94.333	36%	12%	€ 28.300	€ 9.433
9	realizzazione di manto di finimento dei sentieri in terra stabilizzata con inerti	mq	5471,08	€ 42.384	6%	0%	€ 2.119	€ -
10	taglio o estirpazione di sterpaglia, arbusti e vegetazione infestante	mc	48465,71	€ 87.106	48%	24%	€ 34.842	€ 17.421
11	scavo di sbancamento eseguito all'esterno del perimetro urbano con resistenza da 200 kg/cm ² a 400 kg/cm ²	ml	2379,56	€ 29.126	12%	6%	€ 2.913	€ 1.456
12	fornitura e collocazione di orlatura in pietrame calcareo appena sgrossata	ml	3874,80	€ 29.017	12%	6%	€ 2.902	€ 1.451
13	tubi in polietilene del 315 mm. ad alta densità per condotte per PN	mc	549,60	€ 27.703	24%	12%	€ 5.541	€ 2.770
14	formazione del letto di posa delle tubazioni con materiale permeabile arido	mc	269,42	€ 2.727	24%	12%	€ 545	€ 273
15	conglomerato cementizio per strutture in cemento armato con dosatura non inferiore a 300 kg/mc	mq	40,24	€ 2.660	6%	0%	€ 133	€ -
16	casseforme rette o curve per getti di conglomerato semplice o armato	kg	209,88	€ 2.233	6%	0%	€ 112	€ -
17	acciaio in barre ad aderenza migliorata tipo Fe b 44k per strutture in c.a. non intelaiate	kg	1687,26	€ 1.203	6%	0%	€ 60	€ -
18	rete di acciaio elettrosaldato con fili lisci o nervati con diam non superiore a 8mm	kg	262,13	€ 284	6%	0%	€ 14	€ -
19	fornitura e posa in opera di chiusini in ghisa a norma UNI EN 124	mq	1296,00	€ 1.339	6%	0%	€ 67	€ -
20	costituzione di difesa spondale con ramaglia morta e pietrame sul fondo dell'alveo	mq	2154,62	€ 29.488	24%	12%	€ 5.898	€ 2.949
21	piantumazione specie igrofila con aperture di buche di circa 20 cm	ml	10941,32	€ 39.555	120%	84%	€ 39.555	€ 27.689
22	interventi di naturalizzazione interessanti una fascia della larghezza di mt 3,00	mq	4473,12	€ 68.379	108%	72%	€ 61.541	€ 41.027
23	rimozione di opere in ferro quali ringhiere, grate e cancelli posti a qualsiasi altezza	n	667,86	€ 3.208	0%	0%	€ -	€ -
24	ripristino di muro di recinzione sulla strada provinciale compreso i materiali occorrenti	kg	2,40	€ 5.052	0%	0%	€ -	€ -
25	fornitura di opere in profilati scatolari in ferro di qualsiasi sezione	kg	3128,04	€ 4.507	0%	0%	€ -	€ -
26	posa in opera di opere in ferro a qualsiasi altezza o profondità	mq	3128,04	€ 4.507	0%	0%	€ -	€ -
27	costituzione di nuclei vegetali di primo insediamento nelle aree ripariali	ml	13953,54	€ 64.858	108%	72%	€ 58.372	€ 38.915
28	fornitura e messa in opera di recinzioni costituita da rete metallica plastificata	n	1746,48	€ 25.255	0%	0%	€ -	€ -
29	fornitura e collocazione di manicotti flangiati del diametro di mm 200	n	4,80	€ 645	12%	6%	€ 64	€ 32
30	fornitura e collocazione di manicotti flangiati del diametro di mm 300	n	14,40	€ 5.057	12%	6%	€ 506	€ 253
31	fornitura e collocazione di saracinesca in ghisa a corpo piatto DN 200	n	10,80	€ 2.343	12%	6%	€ 234	€ 117
32	fornitura e collocazione di saracinesca in ghisa a corpo piatto DN 300	n	6,00	€ 2.820	12%	6%	€ 282	€ 141
33	realizzazione d fascinate eseguita su banchina orizzontale della larghezza minima di 50 cm	ml	2,40	€ 11.527	24%	12%	€ 2.305	€ 1.153
34	realizzazione d fascinate con viminata eseguita su banchina orizzontale della larghezza minima di 50 cm	ml	1706,40	€ 17.185	84%	48%	€ 12.030	€ 6.874
35	realizzazione d fascinate con viminata eseguita su banchina orizzontale della larghezza minima di 50 cm	ml	3186,72	€ 68.301	84%	48%	€ 47.811	€ 27.320
36	costituzione di gradonata con talee e piantine ottenuta mediante realizzazione su banchina	ml	1645,20	€ 30.163	12%	6%	€ 3.016	€ 1.508
37	realizzazioni di copertura con astoni di salice su sponda di alveo per una larghezza di 4,00 mt	mc	952,20	€ 51.144	84%	48%	€ 35.801	€ 20.458
38	costituzione di sostegno per la formazione di pendii o arginatura con massi in pietra	ml	572,70	€ 13.606	12%	6%	€ 1.361	€ 680
39	costituzione di viminata con infissione lungo la linea di livello di paletti in legname	mc	720,00	€ 10.412	84%	48%	€ 7.288	€ 4.165
40	formazione di soglia in massi ciclopici ancorati e disposti su due file	ml	375,40	€ 61.653	12%	6%	€ 6.165	€ 3.083
41	opera di difesa della sponda mediante realizzazione di paramento in pietra calcarea	ml	2450,41	€ 106.305	12%	6%	€ 10.630	€ 5.315
42	fornitura, trasporto e posa in opera di tubazione in pvc rigido per fognatura dn 160	ml	240,00	€ 2.231	12%	6%	€ 223	€ 112
43	fornitura e collocazione di tubazione microfessurata in pvc rigido	mc	33,60	€ 330	12%	6%	€ 33	€ 16
44	demolizione di strutture in cemento armato di qualsiasi forma o spessore	mq	5,48	€ 1.263	0%	0%	€ -	€ -
45	verniciatura di ringhiera in ferro	n	48,48	€ 603	0%	0%	€ -	€ -
46	realizzazione di impianto elettrico per alimentazione pompe di sollevamento completo di quadro comando	ml	1,20	€ 2.479	12%	6%	€ 248	€ 124
47	realizzazione di fascinate eseguita su banchina orizzontale della larghezza minima di cm 50		720,00	€ 5.392	84%	48%	€ 3.774	€ 2.157
				€ 1.800.853			€ 501.864	€ 255.837
							33%	17%

Tabella 12 - Calcolo della quota di spese tecniche da aggiungere all'importo di competenza dell'impresa

imputazione costi	importi	spese tecniche	competenza	spese tecniche risarcimento
A) per lavori ultimati				
importo al netto ribasso d'asta (0,61%)	€ 1.789.505			
iva sull'importo dei lavori netti (10%)	€ 178.951			
	sommano effettivi	€ 1.968.456		
B) per somme a disposizione dell'Amm.ne (come da 3° perizia)				
1 per sepe tecniche comprensive di tasse, oneri previdenziali e iva				
- progettazione, valutazione impatto ambientale	€ 221.919		120%	€ 221.919
- nuova progettazione aree in variante suppletiva	€ 61.326		60%	€ 30.663
- per piano particellare di esproprio	€ 4.758		0%	€ -
- direzione lavori, misura e contabilità	€ 116.177		120%	€ 116.177
- ing. capo	€ 22.589		120%	€ 22.589
- collaudo lavori	€ 7.300		120%	€ 7.300
- per piano di sicurezza in fase di progettazione	€ 10.835		120%	€ 10.835
- per piano di sicurezza in fase di esecuzione lavori	€ 37.440		120%	€ 37.440
- studio geologico	€ 17.504		60%	€ 8.752
- aspetti botanici ed agronomici	€ 30.041		120%	€ 30.041
- studio geotecnico	€ 10.451		60%	€ 5.225
-	sommano competenze tecniche	€ 540.339	€ 540.339	€ 490.940
2 prezzo chiuso				
- iva sul prezzo chiuso 10%	€ 85.049	€ -	120%	€ 85.049
-	€ 8.505	€ -	120%	€ 8.505
-	sommano importi prezzo chiuso	€ 93.554	€ 93.554	€ 93.554
3 somme previste per l'esproprio e/o occupazione temporanea				
4 somme previste per registrazioni e convenzioni espropri	€ 112.888	€ 112.888	12%	€ 11.288
5 somme previste per spese tecniche e frazionamenti	€ 15.494	€ 15.494	0%	€ -
6 sommo per spese pubblicità di gara	€ 14.874	€ 14.874	0%	€ -
7 sommo per spese pubblicità di gara	€ 1.924	€ 1.924	0%	€ -
7 somme non disponibili per ribasso d'asta	€ 12.097	€ 12.097	0%	€ -
8 ulteriori somme residue a disposizione dell'amministrazione	€ 29.184	€ 29.184	0%	€ -
	totale complessivo	€ 2.788.810	€ 820.354	€ 595.783

quota spese tecniche di competenza dei lavori di ripristino 73%
incidenza sul costo delle opere 30%

Tabella 13 - Spese tecniche per costi di ripristino

	costo globale opere di ripristino	
	scenario massimo	scenario minimo
opere	€ 501.864	€ 255.837
iva (10%)	€ 50.186	€ 25.584
spese tecniche (30%)	€ 150.559	€ 76.751
totale	€ 702.610	€ 358.172
scenario intermedio	€ 530.391	
coeff di rivalutazione	1,2	
valore rivalutato	€ 636.469	
responsabilità impresa	€ 445.529	

La disponibilità a pagare di una comunità è una categoria socio-economica che afferisce ai prezzi di domanda aggregati, mentre il costo di ripristino ai prezzi di offerta. I due

termini possono convergere "naturalmente" solo all'interno di un mercato, mentre al di fuori di esso intervengono determinazioni superiori - politiche, amministrative, giuridiche; nei tre casi, si passa da una convenzionalità dal basso, direttamente esercitata dalla comunità che opera le transazioni, ad una convenzionalità dall'alto, esercitata dalla amministrazione o, in subordine dal sistema giudiziario. Questa convenzionalità è esercitata dall'alto con riguardo alle caratteristiche tecniche e naturali del danno, e socio-culturali della comunità insediata. La valutazione del danno come qui intesa, cioè riferita al valore d'uso sociale, sintetizza questi due ordini di convenzionalità.

Per questi motivi si è preferito ad un approccio valutativo basato sulle *preferenze rivelate* tipo *Contingent Valuation* (CV), uno basato piuttosto sulle *preferenze imputate* a base al metodo delle spese difensive. La CV, per quanto assai frequentata nella prassi delle valutazioni di beni pubblici e *commons*, è stata oggetto di severe critiche fin dalla sua più importante applicazione, in occasione del dia-

stro causato nel Golfo dell'Alaska dalla superpetroliera Exxon Valdez nel quale lo stesso NOAA Panel avanzò ampie riserve, segnalando la necessità di considerare l'importo determinato una base minima, relativa ai valori d'uso, che non teneva conto del valore economico totale, di difficoltosa quantificazione (Arrow et al., 1993; Portney, 1994; Haneman, 1991), a questo si aggiungono i possibili errori in cui incorre la procedura se applicata dal punto di vista della disponibilità a pagare o ad accettare (Bresso, 1993; OCDE, 1989).

3.3.2 Valutazione del danno arrecato alla comunità

Il percorso valutativo intrapreso è inteso a determinare la diminuzione del valore d'uso sociale causata dalle immissioni illegittime. Il valore d'uso sociale è rappresentato in termini monetari e pertanto:

- 1) è legato alla spesa che la comunità ha affrontato per la conservazione e valorizzazione dell'ecosistema;
- 2) è riferito al periodo considerato rilevante dal punto di vista giuridico, fisico-naturale e psicologico-culturale;
- 3) tiene conto alle diverse componenti e articolazioni del danno;
- 4) è riferito alle caratteristiche del soggetto investito.

1) La spesa affrontata dalla comunità per la tutela, la conservazione e la valorizzazione del territorio e dell'ambiente è estremamente articolata e ramificata nel tempo e nello spazio e pertanto, anche a costo di una sua non completa percezione, se ne è effettuata una schematizzazione considerando le spese effettuate nell'azione di tutela e riparazione dai due enti territoriali prioritariamente coinvolti nella tutela dell'ambiente, il Comune e la Regione.

Si tiene a precisare che il valore ottenuto da queste fonti informative costituisce il limite minimo del valore del danno, e per due motivi: il primo è ascrivibile alla disparità tra spesa computabile e costi effettivamente sostenuti i quali hanno dimensione monetaria e in massima parte non monetaria, quota difficilmente calcolabile; il secondo è ascrivibile alla strutturale insufficienza degli stanziamenti pubblici per la tutela e la conservazione dell'ambiente, circostanza riconducibile al fatto che le politiche ambientali producono risultati nel lungo termine e spesso assai incerti, e quindi sono bruciate da interventi di immediato riscontro in termini di consenso anche se a più basso tenore ambientale, culturale e sociale.

È da ricordare, inoltre, che con riferimento alla particolare accezione di ambiente in forza della quale un eco-sistema costituisce una risorsa che eroga economie esterne a vantaggio della comunità insediata, è possibile assumere quale elemento di riferimento generale del valore d'uso sociale attribuito dalla comunità all'eco-sistema, la *disponibilità a pagare* che il soggetto collettivo esprime per la tutela dell'ambiente; essa è intesa come l'ammontare (direttamente e indirettamente) pagato dalla comunità per la tutela, conservazione e valorizzazione degli ecosistemi, e di quanto

individualmente e collettivamente la comunità sarebbe disposta a pagare in più per dotazioni di capitale territoriale/ambientale via via inferiori a quelle a disposizione, quota nota in letteratura come "surplus o rendita del consumatore". La quantificazione di quanto la comunità spende effettivamente per l'ambiente e il territorio attraverso le proprie istituzioni costituisce quindi il termine inferiore della complessiva disponibilità a pagare in quanto esclude proprio il surplus del consumatore.

In questi termini essa può essere considerata una misura delle spese difensive effettivamente sostenute documentate nei bilanci delle amministrazioni territoriali. Le spese difensive costituiscono una misura importante in quanto è coerente con l'accezione di bene pubblico sottesa dai beni ambientali nel senso che risponde a uno dei principi fondamentali cui sottostanno i beni pubblici, il "principio di non reiezione", in base al quale un bene è pubblico quando nessuno può sottrarsi dal fruirne; da questo punto di vista, la spesa effettuata dagli enti preposti prescinde dalle preferenze e dalle opinioni individuali in quanto cerca di mediare tra le indicazioni dei diversi gruppi o sottosistemi. La disponibilità a pagare è in questa sede difficilmente computabile in quanto non vi sono gli elementi attraverso i quali potere simulare un mercato, costruire una curva di domanda e determinare il surplus del consumatore al di sopra del prezzo effettivamente pagato per la quantità del bene venduta e acquistata al prezzo potenzialmente raggiungibile in corrispondenza di disponibilità sempre minori del bene.

Un altro aspetto che riduce la capacità che la spesa pubblica ha di rappresentare il valore dell'ambiente è la accezione articolata e sfumata di quest'ultimo; l'ambiente, in molti casi, è inteso come il complesso degli aspetti naturali e culturali del territorio, ma in questa elaborazione valutativa, prudenzialmente, si prendono in considerazione le sole spese per le funzioni svolte in materia di territorio e ambiente, mentre è di tutta evidenza che la compromissione di un importante supporto naturale, quale il sistema dei corsi d'acqua di un complesso territoriale, ha effetti indiretti e ramificati anche di tipo socio-psico-culturale, quanto alla diffusione dei fenomeni di disaffezione alla cosa pubblica e devianza. Questi costi non sono rappresentabili né ascrivibili a specifici capitoli di spesa se non a quelli della giustizia, della istruzione e della formazione ma con quote quantificabili solo con estrema cautela.

2) Il periodo di riferimento, come indicato nel precedente paragrafo, ha come inizio la data delle immissioni accertate, e durata: di un anno, quanto agli effetti diretti delle immissioni; di 15 anni quanto alla dinamica delle percezioni delle modificazioni permanenti; illimitata quanto al danno funzionale e bio-ecologico, poiché l'impresa non si è fatta carico di alcuna attività di ripristino.

3) Le componenti del danno sono:

- a) il danno bio-ecologico, definito dai limiti tabulari vigenti;
- b) il danno paesaggistico rispetto a due componenti:

1. l'alterazione cromatica e le esalazioni;
 2. il degrado dell'assetto vegetazionale ripariale spontaneo;
- c) il danno funzionale nelle due componenti:
1. degli usi del sistema fluviale
 2. degli usi del litorale da parte della comunità insediata;
- 4) il soggetto coinvolto è l'intera comunità insediata e delimitata dal limite amministrativo in quanto:
- d) titolare del diritto lesa e soggetto giuridico cui è riconosciuto il diritto al risarcimento;
- e) funzionalmente legato ai beni danneggiati, direttamente in quanto ricadenti nel territorio, indirettamente in quanto funzionalmente legati alle attività svolte dalla comunità locale.

Il modello di valutazione formulato e applicato quantifica il danno attraverso una operazione di riparto della spesa pubblica per ambiente e territorio, computata in base alla origine e alla destinazione di questa:

- l'*origine* è il soggetto a favore del quale è stata erogata;
- la *destinazione* è l'oggetto, la circostanza o la motivazione della erogazione.

Questa spesa è poi estesa al periodo di durata della specifica componente del danno e della sua intensità e ridotta alla dimensione del soggetto sociale di riferimento e alla estensione spaziale dell'ecosistema studiato.

Il Comune ha prodotto la documentazione contabile in merito alle spese sostenute per l'ambiente con la seguente articolazione:

- in termini di politiche pubbliche generali, con riferimento alle rubriche che nei bilanci comunali si riferiscono alle questioni ambientali;
- in termini di investimenti infrastrutturali, con le spese effettuate per le attività di realizzazione e ampliamento del depuratore comunale;
- in termini di interventi specifici, con le spese affrontate per la realizzazione del progetto di riqualificazione del sistema fluviale interessato.

Il bilancio comunale

La documentazione prodotta riguarda un periodo di 17 anni, considerato un campione sufficiente a dare misura delle spese sostenute per la tutela del territorio e dell'ambiente. Il materiale documentario può essere suddiviso in due periodi diversi quanto alle aggregazioni assunte: il primo per rubriche all'interno delle quali compaiono i diversi titoli (spese correnti, spese in conto capitale ecc.); il secondo per Titoli (Spese Correnti e in C/Capitale) Funzioni (Gestione del territorio e dell'ambiente), Servizi (Parchi e servizi per la tutela ambientale del verde) e Interventi (Personale, Acquisto beni di consumo, Prestazioni di servizi, ecc.).

Il quadro delle spese è stato interpretato in diversi modi a seconda della indicazione che si intende dare al fine di

determinare il valore d'uso sociale dell'ambiente e dell'ecosistema fluviale in esame.

Un'interpretazione ampia del concetto di ambiente indirizza alla considerazione di tutte le voci di spesa inerenti alla gestione del territorio dai punti di vista delle risorse idriche, delle infrastrutture fognarie e della depurazione, e relativamente a tutti i titoli di spesa (corrente, in conto capitale, per rimborso prestiti ecc.); all'opposto, una interpretazione ristretta al valore del danno riduce dette spese agli investimenti erogati in favore della salvaguardia della risorsa intaccata, senza occuparsi dei danni permanenti, delle conseguenze indirette e future, delle risorse attivate al contorno delle opere suddette.

I quadri di spesa dei due periodi, come detto riferiti a due diverse aggregazioni, possono essere presentati come segue.

Il quadro I fa riferimento alla aggregazione delle spese delle rubriche in particolare, all'interno della "Sezione - 6 Azioni ed interventi nel campo sociale" riporta gli impegni di spesa relativi alle rubriche:

- 601 - Assetto del territorio e problemi dell'ambiente;
- 607 - Servizio idrico e fontane;
- 608 - Fogne, collettori e depuratori;
- 609 - Nettezza urbana.
- 610 - Bagni e gabinetti pubblici.

Di queste si tiene conto in misura corrispondente alla ampiezza della accezione di ambiente che si intende assumere nella valutazione delle diverse componenti del danno.

Il quadro II riporta invece l'aggregazione per funzioni e servizi che include gli impegni di spesa relativi alla "Funzione 9 - Gestione del territorio e dell'ambiente, Servizio 6: Parchi e servizi per la tutela ambientale del verde, altri servizi relativi al territorio e all'ambiente".

In entrambi i casi sono state applicate due accezioni in diversi scenari.

Nell'accezione di ambiente più ampia e sistemica, ove queste componenti - per quanto non tutte direttamente e immediatamente legate ai fatti illeciti e all'eco-sistema in esame - si integrano per i rapporti di complementarità che inevitabilmente intrattengono, le suddette voci di spesa sono state assunte come diversamente significative relativamente a tre scenari che ne riducono il valore secondo quote differenti in base al legame della spesa (specifica o per rubrica) con l'eco-sistema oggetto di valutazione. La differenza tra una visione dell'ambiente più estesa e invece più ristretta dà luogo ad una diversa considerazione delle spese inerenti come evidenziato nella figura a pagina seguente.

A tal fine si sono predisposti tre scenari che riducono la spesa per ambiente e territorio di quote via via crescenti e in maniera diversificata a seconda della pertinenza della spesa con l'eco-sistema in esame. Gli scenari sono rappresentati nelle tabelle delle figg. 8 e 9 in cui la parte bassa indica il valore percentuale attribuito alla corrispondente voce di bilancio esposta nella parte alta.

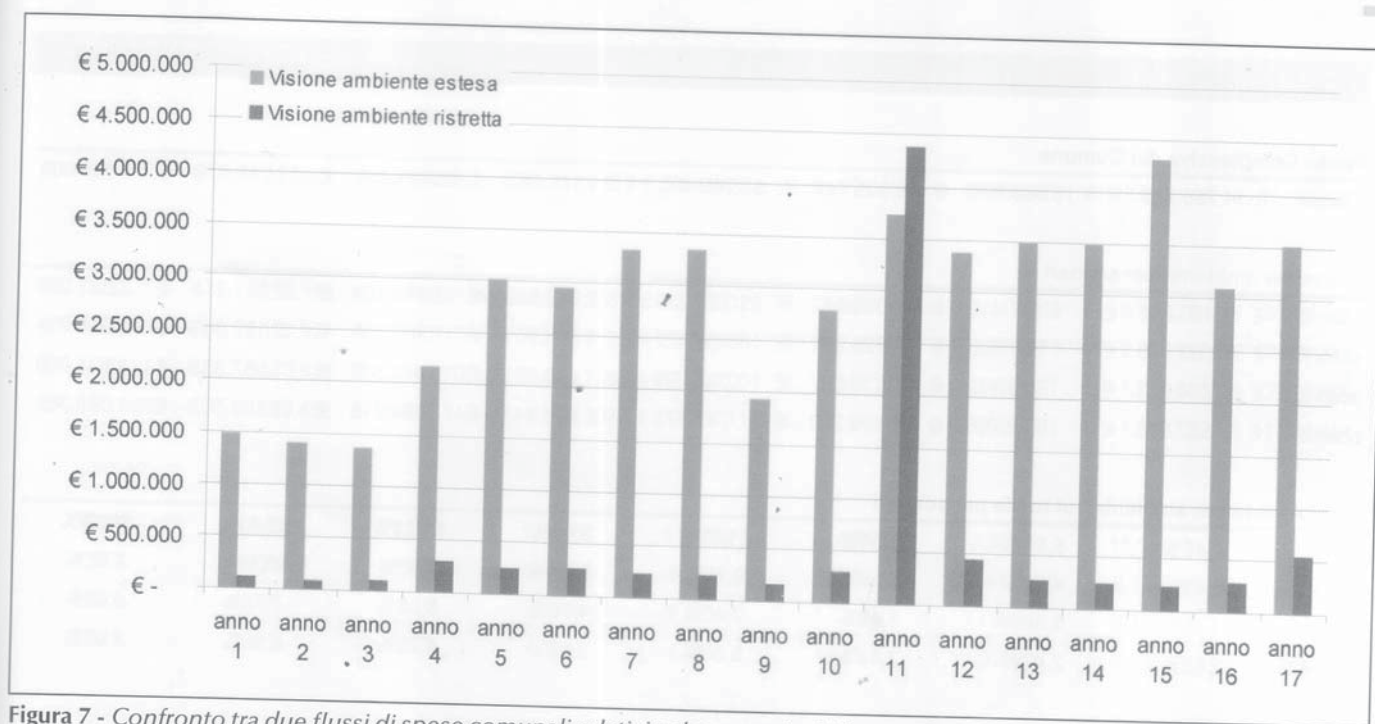


Figura 7 - Confronto tra due flussi di spese comunali relativi a due accezioni diverse di ambiente, una, estesa, l'altra ristretta

Le figure 7 e 8 costituiscono una sintesi estrema della mole di dati e di elaborazioni necessaria a produrre una indicazione sul valore-flusso dei servizi che il "macrosistema sociale" riconosce per tramite della spesa pubblica effettuata. Questa misura il grado di comunicazione intersistemica di cui l'eco-sistema fluviale costituisce, come detto, una delle principali interfacce.

La assunzione della spesa annua effettuata dal Comune per la tutela ambientale costituisce una base per il calcolo del "valore di capitalizzazione" di questa infrastruttura naturalistica. Essa è capitale sociale in quanto oggetto di attività di tutela della sua capacità di erogare il flusso di servizi ambientali. Il valore sociale di questa forma di capitale è una misura del grado di solidarietà intergenerazionale cui essa partecipa, una forma di comunicazione tra presente e futuro che viene meno con l'insorgere del danno ambientale.

Il bilancio regionale

La Regione Siciliana è parte attiva nella tutela, conservazione e valorizzazione dell'ambiente e del territorio attraverso diversi organi, direttamente e indirettamente operanti. Questi si coordinano in maniera gerarchica per fornire un servizio generale e specifico all'intero territorio siciliano; al fine di quantificare la spesa per l'ambiente erogata dalla Regione Siciliana vengono considerati gli "Impegni" di spesa annuali in termini di "Spese correnti" (Titolo I) "Spese in conto capitale" (Titolo

II) e ove presenti anche di "Rimborsi di prestiti" (Titolo III), per il funzionamento e per gli investimenti in "capitale fisso sociale" effettuati sia dall'Assessorato Territorio e Ambiente (ARTA) sia dalle amministrazioni sovraordinate, l'Assessorato alla Presidenza e l'Assessorato dell'Economia; delle spese di questi ultimi enti si assume una quota percentuale calcolata come rapporto tra le spese dell'ARTA e il totale delle spese annuali dell'intera amministrazione regionale.

A titolo esemplificativo si è aggregato il bilancio del primo degli otto anni di osservazione delle spese per l'ambiente e il territorio (Tab. 14).

La tabella della figura 10 presenta inoltre, parallelamente al totale delle spese dell'ARTA, anche una diversa interpretazione secondo l'"analisi funzionale SIFIR" che fornisce le aggregazioni relative ai tre principali aspetti della questione ambientale come inserita all'interno della "Sezione 8 - Azioni e interventi in campo sociale", ma limitatamente ai gruppi 16-Acquedotti, 27-Urbanistica, e 29-Protezione della natura, beni ambientali, parchi e riserve.

Le due analisi conducono alla determinazione del valore d'uso sociale dell'eco-sistema interessato, espresso come costo sopportato dalla comunità per la tutela, conservazione e valorizzazione attraverso le decisioni delle istituzioni comunale e regionale a ciò preposte. Questo si presenta come flusso monetario annuale che è possibile trasformare in un valore fondo attraverso una operazione di attualizzazione, almeno per le frazioni del danno che si assumono come durevoli e permanenti.

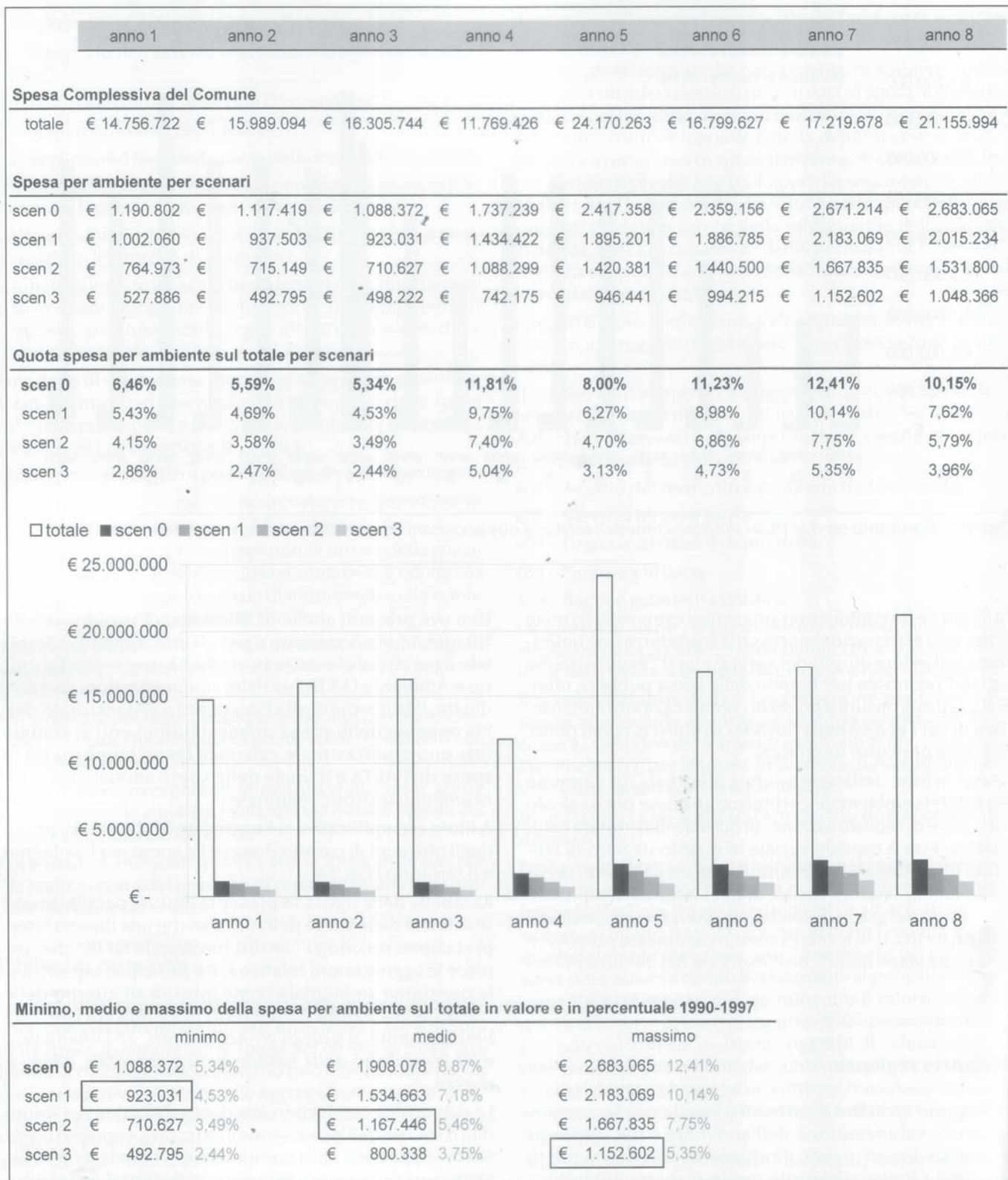
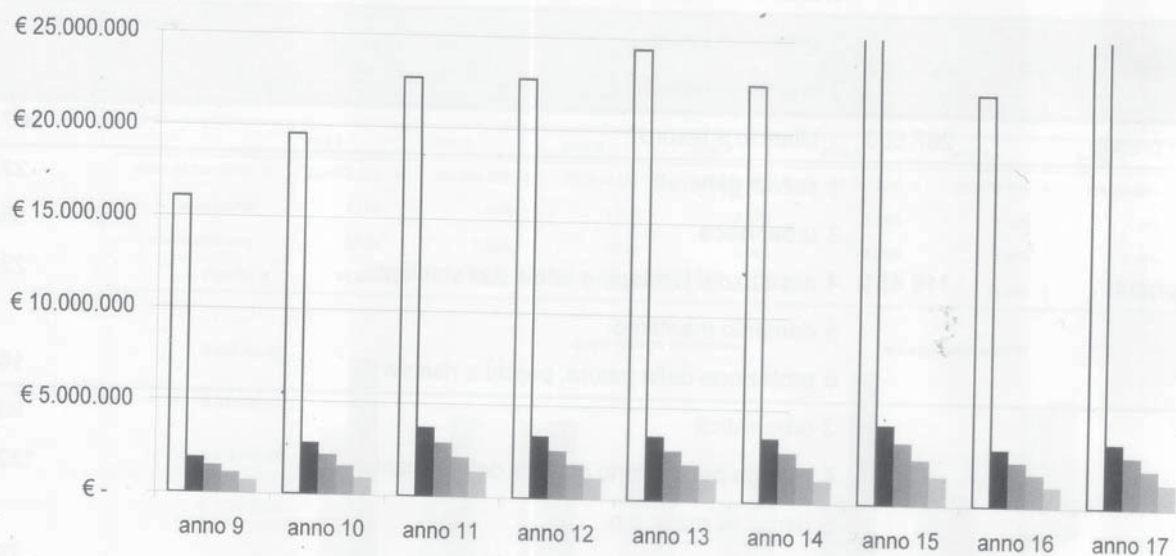


Figura 8 - Visione ambiente estesa, primo periodo. Spesa per il territorio e l'ambiente rispetto alla spesa complessiva del Comune; analisi per scenari: la tabella in basso riporta la sintesi dei valori monetari e percentuali, minimi, medi e massimi della spesa pubblica del Comune per tutela, salvaguardia e valorizzazione del territorio e dell'ambiente; le somme indicate sono state scelte in quanto: valore massimo dello scenario minimo, valore medio dello scenario intermedio, valore minimo dello scenario massimo

anno 9	anno 10	anno 11	anno 12	anno 13	anno 14	anno 15	anno 16	anno 17
€ 16.063.139	€ 19.571.961	€ 22.730.761	€ 22.737.963	€ 24.439.333	€ 22.573.434	€ 25.938.479	€ 22.258.106	€ 27.184.138
€ 1.937.701	€ 2.798.189	€ 3.739.715	€ 3.376.946	€ 3.494.126	€ 3.505.049	€ 4.312.708	€ 3.100.734	€ 3.520.765
€ 1.525.615	€ 2.177.925	€ 2.917.176	€ 2.628.203	€ 2.739.891	€ 2.746.320	€ 3.376.573	€ 2.439.262	€ 2.807.716
€ 1.128.451	€ 1.573.689	€ 2.162.162	€ 1.901.798	€ 2.002.004	€ 2.000.250	€ 2.490.327	€ 1.788.006	€ 2.098.300
€ 731.287	€ 969.452	€ 1.407.149	€ 1.175.392	€ 1.264.117	€ 1.254.180	€ 1.604.081	€ 1.136.750	€ 1.388.884
9,65%	11,44%	13,16%	11,88%	11,44%	12,42%	13,30%	11,14%	10,36%
7,60%	8,90%	10,27%	9,25%	8,97%	9,73%	10,41%	8,77%	8,26%
5,62%	6,43%	7,61%	6,69%	6,55%	7,09%	7,68%	6,43%	6,18%
3,64%	3,96%	4,95%	4,14%	4,14%	4,44%	4,95%	4,09%	4,09%

□ totale ■ scen 0 ■ scen 1 ■ scen 2 ■ scen 3



Minimo, medio e massimo della spesa per ambiente sul totale in valore e in percentuale 1998-2006

	minimo		medio		massimo	
scen 0	€ 1.937.701	9,65%	€ 3.309.548	11,64%	€ 4.312.708	13,30%
scen 1	€ 1.525.615	7,60%	€ 2.595.409	9,13%	€ 3.376.573	10,41%
scen 2	€ 1.128.451	5,62%	€ 1.904.999	6,70%	€ 2.490.327	7,68%
scen 3	€ 731.287	3,64%	€ 1.214.588	4,27%	€ 1.604.081	4,95%

Figura 9 - Visione ambiente estesa, secondo periodo. Spesa per il territorio e l'ambiente rispetto alla spesa complessiva del Comune; analisi per scenari: la tabella in basso riporta la sintesi dei valori monetari e percentuali, minimi, medi e massimi della spesa pubblica del comune per tutela, salvaguardia e valorizzazione del territorio e dell'ambiente; le somme indicate sono state scelte in quanto: valore massimo dello scenario minimo, valore medio dello scenario intermedio, valore minimo dello scenario massimo

Tabella 14 - Aggregazione esemplificativa delle spese della Regione Siciliana per le tre amministrazioni della Presidenza, dell'Assessorato all'Economia e dell'Assessorato Territorio e Ambiente per il primo esercizio del periodo studiato. (Valori in milioni di lire)

titolo		rubrica	
1 spese correnti	2.022.779	1 servizi generali della regione	146.586
		2 servizi generali della presidenza della regione	1.872.838
		3 servizi della presidenza della regione - ufficio legislativo e legale	3.355
2 spese in conto capitale	804.999	1 servizi generali della regione	131.254
		2 servizi generali della presidenza della regione	673.745
1 spese correnti	408.295	1 servizi generali della regione	25.418
		2 bilancio e tesoro	62.783
		3 finanza locale	47
		4 imposte dirette	267.438
		5 tasse e imposte dirette sugli affari	52.527
		6 dogane	82
		7 credito e risparmio	-
2 spese in conto capitale	225.389	1 bilancio e tesoro	389
		2 credito e risparmio	225.000
3 rimborso prestiti	267.500	1 bilancio e tesoro	267.500
1 spese correnti	119.451	1 servizi generali	22.802
		3 urbanistica	55.966
		4 assetto del territorio e tutela dell'ambiente	23.672
		5 demanio marittimo	587
		6 protezione della natura, parchi e riserve	16.424
		3 urbanistica	92.745
2 spese in conto capitale	304.745	4 assetto del territorio e tutela dell'ambiente	132.554
		5 demanio marittimo	132
		6 protezione della natura, parchi e riserve	79.314

Considerando che questa spesa è riferita a tutto il patrimonio territoriale-ambientale della regione, e quindi costituisce il valore che queste risorse hanno in termini di spesa effettiva sostenuta dall'intera popolazione regionale per il complesso dei beni territoriali e ambientali del territorio regionale è stato esteso questo importo alla porzione relativa al bacino in esame e alla popolazione interessata.

Attraverso una analisi condotta con l'ausilio del GIS, è stato possibile in base a quattro criteri calcolare l'importanza del bacino in esame rispetto al totale. Questi criteri sono:

- 1. Estensione territoriale** (superficie); il bacino in esame, corrisponde allo **0,39%** del territorio regionale.
- 2. Sviluppo dei corsi d'acqua**; la lunghezza complessiva dell'intero sistema idrografico studiato corrisponde allo **0,25%** dell'intero sviluppo idraulico regionale.
- 3. Importanza antropica** fa riferimento agli usi del suolo in termini di destinazioni economico funzionali, vegetazionali e colturali; il valore del bacino in esame dell'intero territorio da cui il fattore di merito è pari a **0,99**.
- 4. Importanza ecologica**, eco-sistemica e naturalistica del bacino, con riferimento alla superficie occupata dal SIC

Dis-misure e dis-valori del danno all'ambiente fluviale. Un approccio socio-sistemico

		anno 4	anno 5	anno 6	anno 7	anno 8	anno 9	anno 10	anno 11
Assessorato Presidenza	titolo I	€ 1.044.678.307	€ 1.119.654.859	€ 1.093.011.802	€ 592.309.969	€ 568.703.519	€ 589.460.766	€ 618.732.269	€ 652.087.267
	titolo II	€ 415.748.129	€ 198.809.886	€ 289.305.984	€ 340.343.952	€ 157.421.301	€ 269.195.734	€ 247.608.380	€ 218.375.818
Assessorato Economia	titolo I	€ 210.868.530	€ 184.269.390	€ 330.718.037	€ 446.537.494	€ 991.486.261	€ 1.338.489.887	€ 1.866.719.588	€ 1.460.241.379
	titolo II	€ 116.404.157	€ 93.162.881	€ 255.842.114	€ 200.996	€ 199.582	€ 361.117	€ 170.410	€ 31.939.740
	titolo III	€ 138.152.221	€ 183.342.199	€ 2.529.451.792	€ 121.933.278	€ 134.149.476	€ 203.977.963	€ 257.928.659	€ 264.715.360
Assessorato Territorio e Ambiente	titolo I	€ 61.692.782	€ 63.957.963	€ 65.323.987	€ 33.800.836	€ 33.579.009	€ 32.100.376	€ 38.665.251	€ 46.093.529
	titolo II	€ 157.388.469	€ 114.599.998	€ 127.489.374	€ 113.615.189	€ 82.473.106	€ 90.975.064	€ 114.929.330	€ 233.452.001
	analisi funzionale SIFIR	16 € 249.448.931	€ 164.224.492	€ 150.784.720	€ 94.653.850	€ 102.804.522	€ 217.836.756	€ 82.683.177	€ 223.524.404
		27 € 76.802.991	€ 82.315.292	€ 81.771.469	€ 21.312.063	€ 15.760.878	€ 31.793.351	€ 29.622.546	€ 22.310.161
		29 € 63.824.644	€ 36.381.051	€ 46.151.161	€ 30.406.432	€ 51.197.044	€ 135.213.099	€ 35.851.387	€ 94.995.321
totale	titolo I	€ 8.317.200.668	€ 7.878.257.633	€ 8.180.200.041	€ 8.387.478.833	€ 9.473.378.322	€ 9.638.673.844	€ 10.759.691.351	€ 11.920.623.349
	titolo II	€ 2.951.876.465	€ 2.420.118.591	€ 2.529.451.792	€ 2.572.312.196	€ 1.815.364.873	€ 2.262.336.128	€ 1.444.414.361	€ 2.590.516.012
totale complessivo		€ 11.407.229.353	€ 10.481.718.424	€ 10.880.082.610	€ 11.081.724.307	€ 11.422.892.672	€ 12.104.987.935	€ 12.462.034.371	€ 14.775.854.721
Competenza Territorio e Ambiente	titolo I	€ 61.692.782	€ 63.957.963	€ 65.323.987	€ 33.800.836	€ 33.579.009	€ 32.100.376	€ 38.665.251	€ 46.093.529
	titolo II	€ 157.388.469	€ 114.599.998	€ 127.489.374	€ 113.615.189	€ 82.473.106	€ 90.975.064	€ 114.929.330	€ 233.452.001
	tot	€ 219.081.251	€ 178.557.961	€ 192.813.361	€ 147.416.025	€ 116.052.115	€ 123.075.440	€ 153.594.581	€ 279.545.529
	competenza Presidenza	€ 28.048.182	€ 22.460.284	€ 24.496.996	€ 12.406.746	€ 7.377.144	€ 8.730.246	€ 10.677.649	€ 16.468.358
	competenza Ass. Economia	€ 8.938.706	€ 7.849.376	€ 55.220.972	€ 7.564.827	€ 11.438.046	€ 15.696.455	€ 26.188.391	€ 33.238.859
totale competenza Territorio e Ambiente		€ 256.068.140	€ 208.867.622	€ 272.631.329	€ 167.387.598	€ 134.867.304	€ 147.492.142	€ 190.460.621	€ 329.252.747
analisi funzionale SIFIR	16	€ 249.448.931	€ 164.224.492	€ 150.784.720	€ 94.653.850	€ 102.804.522	€ 217.836.756	€ 82.683.177	€ 223.524.404
	27	€ 76.802.991	€ 82.315.292	€ 81.771.469	€ 21.312.063	€ 15.760.878	€ 31.793.351	€ 29.622.546	€ 22.310.161
	29	€ 63.824.644	€ 36.381.051	€ 46.151.161	€ 30.406.432	€ 51.197.044	€ 135.213.099	€ 35.851.387	€ 94.995.321
	totale analisi funzionale SIFIR	tot	€ 390.076.566	€ 282.920.836	€ 278.707.351	€ 146.372.345	€ 169.762.445	€ 384.843.207	€ 148.157.110

	anno 4	anno 5	anno 6	anno 7	anno 8	anno 9	anno 10	anno 11
media ARTA - SIFIR	€ 323.072.353	€ 245.894.229	€ 275.619.340	€ 156.879.971	€ 152.314.874	€ 266.167.675	€ 169.308.865	€ 335.041.316
peso bacino	1,13%	1,13%	1,13%	1,13%	1,13%	1,13%	1,13%	1,13%
peso popolazione	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%	0,60%
importo	€ 21.904	€ 16.672	€ 18.687	€ 10.636	€ 10.327	€ 18.046	€ 11.479	€ 22.716

Figura 10 - Calcolo della spesa complessiva dell'amministrazione regionale per il territorio e l'ambiente nel periodo e confronto tra la spesa aggregata Arta comprensiva dei contributi delle amministrazione sovraordinate e della spesa secondo l'analisi funzionale SIFIR, 1994-2001

e ZPS; il territorio del bacino è occupato da una ZPS e da un SIC per una quota complessiva del pari al 42%, contro il 12% medio dei bacini del territorio regionale, ciò che consente di applicare un fattore di merito pari a 3,58.

Sono omesse le elaborazioni grafiche che rappresentano l'estrazione, la selezione e il collegamento dei dati che hanno consentito di determinare i valori fin qui proposti.

Il calcolo della spesa di competenza del territorio del comune è pari al 15% circa di quella complessiva essendo questa la percentuale della superficie interessata dal bacino idrico e pertanto i valori stimati si ridurranno a detta quota.

La Tabella 15 mostra lo schema di valutazione generale del valore attualizzato del valore flusso del contesto socio-territoriale interessato dalla variazione della possibilità d'uso per effetto dei processi inquinanti.

Tabella 15 - Scenario 2 - Valutazione del danno ambientale: capitalizzazione al tasso di sconto sociale del 2% delle diverse componenti flusso del dis-valore ambientale. Periodo 1

	anno 1	anno 2	anno 3	anno 4	anno 5	anno 6	anno 7
Spesa Complessiva del Comune							
totale	€ 19.986.367	€ 20.382.180	€ 14.711.782	€ 30.212.829	€ 20.999.534	€ 21.524.598	€ 26.444.992
Spesa per ambiente per scenari							
0 scen 0	€ 1.396.773	€ 1.360.466	€ 2.171.549	€ 3.021.697	€ 2.948.945	€ 3.339.017	€ 3.353.831
1 scen 1	€ 1.171.879	€ 1.153.789	€ 1.793.028	€ 2.369.001	€ 2.358.481	€ 2.728.836	€ 2.519.043
2 scen 2	€ 893.936	€ 888.283	€ 1.360.374	€ 1.775.476	€ 1.800.624	€ 2.084.794	€ 1.914.750
3 scen 3	€ 615.994	€ 622.778	€ 927.719	€ 1.183.051	€ 1.242.768	€ 1.440.752	€ 1.310.458
2 scen 2	€ 893.936	€ 888.283	€ 1.360.374	€ 1.775.476	€ 1.800.624	€ 2.084.794	€ 1.914.750
% territorio interessato	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
Spesa del Comune	€ 129.621	€ 128.801	€ 197.254	€ 257.444	€ 261.091	€ 302.295	€ 277.639
Spesa della Regione	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308	€ 21.904	€ 16.672	€ 18.687	€ 10.636
Totale spesa pubblica	€ 145.929	€ 145.110	€ 213.563	€ 279.348	€ 277.762	€ 320.982	€ 288.275
quota anno	33%	75%	100%	100%	100%	100%	100%
danno bioecologico							
incidenza %	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
durata e intensità %	100%	99%	98%	97%	96%	95%	94%
flusso danno bio-ecologico	€ 12.161	€ 26.936	€ 52.323	€ 67.742	€ 66.663	€ 76.233	€ 67.745
alterazioni cromatiche ed esalazioni							
incidenza %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
durata e intensità %	100%						
flusso alterazioni ed esalazioni	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
assetto vegetazionale							
incidenza %	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
durata e intensità %	100%	93%	87%	80%	73%	67%	60%
flusso assetto vegetazionale	€ 36.482	€ 33.859	€ 46.272	€ 55.870	€ 50.923	€ 53.497	€ 43.241
danno totale annuale	€ 48.643	€ 60.795	€ 98.595	€ 123.612	€ 117.586	€ 129.730	€ 110.986
valore attualizzato del danno 2%	€ 1.485.421						

Calcolo del dis-valore funzionale

Una valutazione assai immediata e opposta a quella fin qui effettuata – riconducibile ad una accezione di ambiente estesa a componenti sia bio-ecologiche sia socio-economiche – consiste nell'applicazione degli aspetti economico-estimativi alle componenti materiali e funzionali del danno, fornendo un punto di vista parziale ma facilmente riscontrabile. Si precisa che questa valutazione non si sostituisce a quella fin qui effettuata, ma ne evidenzia alcuni aspetti di tipo micro-territoriale e micro-estimativo. Sono, a tal fine, stati esplorati due aspetti del valore funzionale, il primo riguarda il valore dell'azione depurativa svolta dal comune attraverso la realizzazione e la successiva gestione del depuratore comunale. La seconda riguarda l'altra componente del servizio, quella erogata dal sistema fluviale il quale ha un valore paragonabile al costo di realizzazione di una infrastruttura di pari funzione, una condotta adeguata a recapitare i reflui civili depurati fino al mare; si tratta quindi di una applica-

zione del valore di surrogazione (ANPA, 2002) nell'ipotesi di sostituire ai servizi resi dal corpo idrico quelli erogati da detta infrastruttura artificiale considerando quelli relativi al periodo imputato.

Il valore del depuratore è stato determinato attraverso l'aspetto economico del valore di costo che, per limiti di spazio, si indica, senza esporre gli elementi e i passaggi del calcolo effettuato, nella misura di 250.000 € da cui è determinata la quota di ammortamento da assumere quale canone annuale da applicare per l'uso di detta infrastruttura; considerata una vita utile di 30 anni, detta quota risulta pari a 8.400 € che rivalutati al momento della stima con un coefficiente di 1,5 diventano 12.500 €. A questa quota è stato aggiunto il valore del servizio di depurazione erogato, desunto dalle voci di spesa del bilancio comunale, e pari ad un valore medio di 200.000 € che rivalutati con lo stesso coefficiente diventano 300.000 €. Il costo totale annuo ammonta pertanto a € 312.500.

A questo è ancora necessario aggiungere il servizio ero-

Tabella 16 - Scenario 2 - Valutazione del danno ambientale: capitalizzazione al tasso di sconto sociale del 2% delle diverse componenti flusso del dis-valore ambientale. Periodo 2

	anno 8	anno 9	anno 10	anno 11	anno 12	anno 13	anno 14	anno 15	anno 16	anno 17	anno 18
Spesa Complessiva del Comune											
totale	€ 20.078.924	€ 24.464.951	€ 28.413.452	€ 28.422.453	€ 30.549.166	€ 28.216.792	€ 32.423.099	€ 27.822.632	€ 33.980.172	€ 34.034.163	€ 29.809.680
Spesa per ambiente per scenari											
0 scen 0	€ 2.422.126	€ 3.497.736	€ 4.674.643	€ 4.221.183	€ 4.367.657	€ 4.381.311	€ 5.390.886	€ 3.875.917	€ 4.400.956	€ 5.163.066	€ 4.382.692
1 scen 1	€ 1.907.019	€ 2.722.406	€ 3.646.470	€ 3.285.254	€ 3.424.864	€ 3.432.900	€ 4.220.716	€ 3.049.078	€ 3.509.646	€ 4.071.597	€ 3.487.762
2 scen 2	€ 1.410.564	€ 1.967.111	€ 2.702.703	€ 2.377.247	€ 2.502.505	€ 2.500.312	€ 3.112.909	€ 2.235.008	€ 2.622.875	€ 3.002.162	€ 2.601.794
3 scen 3	€ 914.109	€ 1.211.816	€ 1.758.936	€ 1.469.240	€ 1.580.147	€ 1.567.725	€ 2.005.101	€ 1.420.938	€ 1.736.105	€ 1.932.727	€ 1.715.825
2 scen 2	€ 1.410.564	€ 1.967.111	€ 2.702.703	€ 2.377.247	€ 2.502.505	€ 2.500.312	€ 3.112.909	€ 2.235.008	€ 2.622.875	€ 3.002.162	€ 2.601.794
% territorio interessato	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145	0,145
Spesa del Comune	€ 204.532	€ 285.231	€ 391.892	€ 344.701	€ 362.863	€ 362.545	€ 451.372	€ 324.076	€ 380.317	€ 435.313	€ 377.260
Spesa della Regione	€ 10.327	€ 18.046	€ 11.479	€ 22.716	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308	€ 16.308
Totale spesa pubblica	€ 214.859	€ 303.277	€ 403.371	€ 367.417	€ 379.172	€ 378.854	€ 467.680	€ 340.385	€ 396.625	€ 451.622	€ 393.568
quota anno	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%
danno bioecologico											
incidenza %	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
durata e intensità %	93%	92%	91%	90%	89%	88%	87%	86%	85%	84%	83%
flusso danno bio-ecologico	€ 49.955	€ 69.754	€ 91.767	€ 82.669	€ 84.366	€ 83.348	€ 101.720	€ 73.183	€ 84.283	€ 94.841	€ 81.665
alterazioni cromatiche ed esalazioni											
incidenza %	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
durata e intensità %											
flusso alterazioni ed esalazioni	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -	€ -
assetto vegetazionale											
incidenza %	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%
durata e intensità %	53%	47%	40%	33%	27%	20%	13%	7%	0%	0%	0%
flusso assetto vegetazionale	€ 28.648	€ 35.382	€ 40.337	€ 30.618	€ 25.278	€ 18.943	€ 15.589	€ 5.673	€ 0	€ -	€ -
danno totale annuale	€ 78.602	€ 105.136	€ 132.104	€ 113.287	€ 109.644	€ 102.291	€ 117.310	€ 78.856	€ 84.283	€ 94.841	€ 81.665

gato dalla condotta per il recapito dei reflui, di cui è stata ipotizzata la realizzazione e redatto il computo metrico estimativo. Definita la sezione, il costo unitario e lo sviluppo di detta condotta a cielo aperto, è stato calcolato un valore di costo pari a 20 mln € ai prezzi attuali che, maggiorato delle spese tecniche, sale a 26 mln e, deflazionato in base all'indice Istat sui costi di costruzione del periodo (1,7), si riduce a 15 mln €. Anche in questo caso la quota annuale per l'uso della infrastruttura artificiale di recapito dei reflui è pari ad un trentesimo del valore di costo deflazionato, quindi a 500.000 €. La somma delle due quote fornisce un valore annuale del danno in termini funzionali pari a 812.500 €.

3.4 Conclusioni

Il valore del danno determinato a fini risarcitori costituisce una elaborazione estimativa la cui complessità dipende dall'interdipendenza delle variabili oggettuali, presta-

zionali e assiologiche che intervengono nella formazione dei giudizi di fatto, dei giudizi di valore e dei giudizi di (de)merito. Le variabili qui prese in considerazione e le interpretazioni che possono rilevare al fine di rappresentare il rapporto, critico e opaco, tra il sistema sociale e l'ambiente, quindi tra intenzioni e vincoli, stimolano l'esercizio della creatività estimativa la quale si estende e si giustifica nel rigore delle argomentazioni delle determinanti del giudizio.

Si propongono in questa ultima scheda conclusiva i risultati del percorso analitico e valutativo intrapreso, ricordando che esso si articola in tre aspetti che differiscono sotto i rispetti della natura socio-sistemica del danno cioè della sua rilevanza per le attività della comunità insediata, e del "senso" che il danno riveste alla luce della esperienza di vita collettiva. Questa dimensione, se da un lato poggia sulle occorrenze, sui fatti e sulle loro relazioni, dall'altro le eccede, visto che il nesso sociale, per la prospettiva qui praticata, si recupera per via giudiziaria, con il risarci-

mento appunto, solo attraverso l'astrazione in valore (monetario) di dette occorrenze.

I tre aspetti che hanno dato corpo e forma alla valutazione effettuata, cioè il risparmio conseguito per la mancata depurazione dei reflui, il costo di ripristino dello stato precedente le immissioni, il danno subito dalla comunità per effetto della impossibilità di utilizzare le risorse inquinate nel periodo di riferimento, hanno consentito di esplorare forme diverse, alternative e convergenti della interpretazione del danno; questo è stato riguardato quale occasione per definire e apprezzare, per contrasto, un valore: si è compreso cioè che il riferimento di questa categoria economica, etica, linguistica e socio-politica non è l'ambiente, quanto il suo rovescio, l'unità sovra-sistemica che ne ren-

de possibile, ma solo per differenza, la nozione; infatti, l'esperienza qui condotta ha consentito di appurarne la "non consistenza in sé", la mancanza di un fondamento che ne possa fare emergere quale significativa la dimensione oggettuale e fattuale. La scienza delle valutazioni, a partire da queste esperienze, osserva che il *giudizio di valore* è una elaborazione linguistica tesa tra i *giudizi di fatto*, che lo fondano in senso positivo, e il *giudizio di (de)merito* che lo argomenta in senso normativo ed etico.

La tabella di seguito riportata allude, con la evidente differenza dei tre valori proposti, ad un'altra differenza, eterogeneità o multiformità, quella categoriale che diventa costitutiva di ulteriori possibilità evolutive per i sistemi sociali e la loro impronta, l'ambiente.

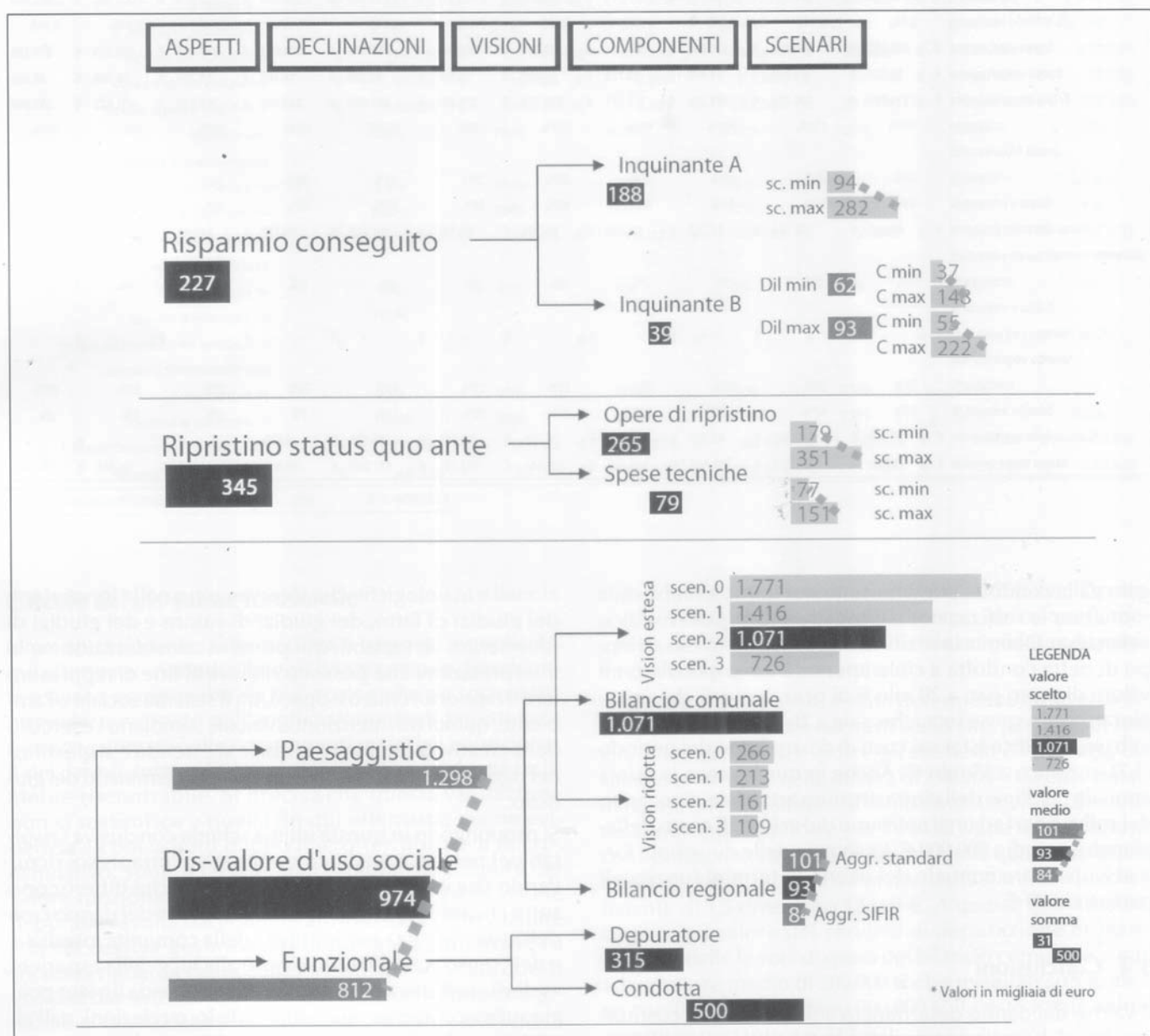


Figura 11 - Sintesi degli aspetti rilevanti al fine della determinazione del risarcimento

Summary

DIS-MEASURES AND DIS-VALUES OF THE ENVIRONMENTAL DAMAGE TO A WATERBODY: A SOCIO-SYSTEMIC APPROACH

The current Italian legislation interprets the river system as a central element (waterbody) in the environment constituted by the whole basin covering all the socio-economic elements of environmental importance, such as settlements and industries, as producers of waste, the sewage and water supply systems, whether natural or artificial. Therefore, it is understandable how the complexity of such a system requires the use of analytical and advanced management tools. The instruments now available are user-friendly and show a high degree of reliability, including also the mathematical models of the river system, not only in regard to the hydraulic regime, but also to the quality of river water.

The modelling tool is essential in the study of environmental systems, especially on wide river basins, whose quality must be managed according to an integrated approach grounded on the involvement of multiple parties with different responsibilities and skills. In the light of the current regulatory framework (Environment Code Legislative Decree 152/2006 and the previous Law 152/99) the water quality must take into account not only the natural waterways, but also the purification systems, under the perspective of an integrated management at the basin scale that could be done successfully only by using these tools for forecasting, planning and control. Thus, a mathematical model represents an analytical tool to evaluate the behavior of the ecosystem when subjected to an anthropogenic pressure. The mathematical model to be used must be translated into a computing code and solved numerically (simulation) to provide the evolution of the system once the inputs have been defined (scenarios).

The case of study required the environmental impact assessment of an industrial plant, which put into a river system partially purified wastewater and, in some documented incidents, a non-purified wastewater. In order to estimate the magnitude of the emissions of pollutants spilled into the river, to evaluate the factors responsible for degradation, pointing out the responsibility in proportion to their anthropogenic impact, a simplified model of the hydrological system of the main river and its tributaries has been constructed.

The data used for the study were chemical analysis of sewage and river water obtained from historical data of ARPA and the Department of Territory and Environment. The spatial analysis of the main basin of the water body and its tributaries has allowed to further define the

study area and to identify all the inputs that exerted anthropogenic pressure, spilling wastewater into the river system, particularly the wastewater and the industrial waste.

The interpretation of the results obtained by numerical modelling, has allowed us to evaluate the system from a purely theoretical point of view, and then to evaluate the effective impact of the industrial plant on the waterways, referring to the recorded incidents of release of non-purified wastewater by the plant. The use of the model allowed to simulate numerically these episodes, providing possible scenarios (scenario of minimum and maximum impact), which represent the effects of wastewater unpurified or inadequately purified into the hydrological system.

By definition, a model is a theoretical construct that seeks to represent a natural phenomenon or a system through a series of variables expressed in the mathematical language. Natural systems are dynamic systems particularly complex because of the large number of dependent and independent variables, and also their representation through models is very complex. However, a model can be simplified by considering only the essential variables that allow to reproduce the system with a good approximation to reality. By defining the hydraulic characteristics of the river system and inserting the experimental data (chemical analysis of sewage and river water) it will be possible to represent the system both under the hydraulic profile and from the point of view of the load of pollutants discharged. The need to use a theoretical model to approach the case of study derives from the small number of data available for the period of study. In general, the estimation of the load of the anthropogenic pollutants and the assessment of their impact on the quality status of waterbodies requires two perfectly complementary types of information: the first concerns the quality of wastewater spilled into the waterbody, and the second one is the amount of wastewater spilled. The quality of the wastewater can be evaluated through the concentration of the various substances dissolved in the sewage itself. The concentrations are obtained through the sampling and chemical and/or biological analysis of the properties of the wastewater and expressing the relationship between the amount of a given pollutant (substances dissolved in the solution) per unit volume of the wastewater discharged. The concentration of a given substance can be expressed by the mass concentration ie the ratio between the mass of solute compared to the volume of the solution (wastewater), expressed in mg/l. The quantity of the wastewater input is measured by the water flow rate (Q) which is the amount of fluid which passes through a section of a

given area in a unit of time. In the natural water courses, generally, is measured the volumetric flow rate that is the volume of water flowing through a particular section in the time unit and it can be expressed in cubic meters per second (m^3/s).

Through the product of the concentration of a substance (X) for its flow (Q) it is possible to know the absolute amount (X_{tot}) of the substance being introduced in a given time interval (s). Using the flow rates and the concentrations of waste placed in a given system, it is possible to calculate the percentage weight of each input that has exerted a certain pressure on the system considered. On the basis of these simple concepts a model of the river system has been built. The proposed approach is inspired by the Streeter & Phelps model (Streeter and Phelps, 1925) which is based on the simple balance of carbon-based biodegradable substances (BOD and COD).

This model incorporates a hydraulic and chemical model; through the analytical data (chemical analyzes of the waste), the model is able to define the system both under the hydraulic profile and in terms of the load percentage of the various pollutants discharged, creating the "scenarios" by simulation. The final result is a graphic and numeric representation of the possible scenarios of the river system studied.

In an aquatic ecosystem substances placed from outside are generally considered as pollutants. The release of polluting substances into a waterbody causes its alteration, with consequent alterations of the ecosystem and therefore of the animals and plants biocenosis; the biotic components of the system, as they are an essential part of the food chain, among other functions they also have that one to support the natural mechanisms of self-purification. In fact, the previous legislation (L.D. 152/99) have already placed environmental quality objectives, defined according to the capacity of waterbodies to maintain the natural processes of self-purification and to protect animal and plant communities. The alteration of a waterbody due to the anthropogenic pressure is highly dependent on the concentration of chemicals released and their time, then the total amount of substance introduced.

From the documents examined in this study, the effects of high and constant anthropogenic pressure exerted in the river system in question have severely compromised the degree of naturalness of the system, making it highly degraded. The recent legislation on the protection of surface water courses (L.D. 152/99 and L. 152/2006) provides the instruments to assess the status of a water body, and through a series of quality indicators (SECA, SACA, LIM, IBE) it is possible to obtain representative categories of the environmental status of a waterbody (high, good, fair, poor, bad). By calculating the level of pollution Macro-Descriptors (LIM) applied to chemical analysis of samples of water studied during the episodes

of illegal discharges, waterbodies would be in the worst conditions under the current legislation (level 5), equivalent to a bad state of the environment.

The inputs of pollutants into the river system and then in the estuary of the river basin were mainly attributable to the activities of the industrial production and their discharges. The pollution was attributed to industrial pollution since the nature of these pollutants is attributable to a non-purified wastewater (pollutant A) and to an insufficiently purified wastewater (pollutant B), both coming from the industrial activity. Such effluents were characterized, in different proportions, by high concentrations of organic substances which are directly proportional to the chemical parameters relating to the chemical (COD) and biological (BOD) oxygen demand.

The release of unpurified wastewater caused a surplus of 3100% of BOD than the allowed limit (77 kg/day); the impact on the entire system, through simulated scenarios, is variable between a minimum of 62% to a maximum of 81%, with a mean value equal to 73%. The wastewater not adequately purified shows a surplus of 588% over the allowed limit with an impact on the entire system, almost equal to 33%. From the results obtained by the numerical modeling it has been possible to assess that the degradation of the waterways system studied was mainly due to the industrial plant and for a less extent to the overall municipal treatment plants, but the increase of the degradation of the river system was mainly due to the spilling of non-purified sewage, with a surplus for BOD of about 3000% over the regulatory limit.

After having determined the responsibility of the enterprise about the deterioration of the entire waterbody, the evaluation of the damage has been carried out. Three fundamental aspects of the damage (and therefore three different hypothesis of compensation) have been considered.

The relevant terms for compensation are:

- the saving gained by the enterprise for failing to carry out the depuration;
- the cost of returning to the original conditions before the damage event has occurred;
- the disvalue of social use, that means the use value of the waterbody that has been denied to the community as a consequence of the pollution produced.

1. The saving gained by the enterprise for failing to depurate the wastewaters and their inflow into the nearby waterbody concerns three micro-economic aspects:

- the optimal combination in aggregated form of the production factors, the environmental factor and the enterprise factor; the former is meant as a positive externality, the latter is meant as a business capital whose value is to be preserved;

- the minimization of the cost per product unity (technical problem of the producer or of efficiency);
- the enlargement of the production scale (economic problem of the producer or of the maximization of the profit), as a consequence of the reduction of the marginal cost.

Therefore, the dis-value of damage is associated to the saving gained, according to some current socio-economic processes:

- the concept of communication between sub-systems, that means the sharing, by directly interested subjects, of the advantages of the utilization of the environmental resources; the illegitimate saving gained by the enterprise comes back to the settled community in the form of compensation. This principle is not related to the actual size of the damage, whose disvalue might be higher or lower than the actually gained advantage;
- the concept of environmental externalities; the enterprise is provided with an unpaid advantage if it spills not depurated substances in the water ecosystem. Internalizing this externality means making the enterprise pay for the gained advantage in order to compensate part of the community for the disadvantage born.

This measure of damage may be considered significant in the case advantage and disadvantage are equal; otherwise the following situations may occur:

- if the advantage of the enterprise turns out to be higher than the collective disadvantage, the economic value of the environmental resource will be higher than the social use value; this difference would encourage the environmental abuse, since, with the saving gained, the enterprise could compensate the community for the damage and furthermore could pay a "concession tax" to spill wastewaters, maintaining anyway a position of advantage in comparison to the cost of depurating the released wastewaters;
- if the advantage of the enterprise turns out to be lower than the collective disadvantage, the socio-economic value would get higher than the saving, to the extent to make the transfer of the latter not significant.

More generally, this fault of adherence between the individual advantage and the collective disadvantage creates the necessity to associate the value of the restoring measures (the so called restoring costs) to the damage.

The estimation of the savings is carried out according to the unit cost of depuration of the illegally spilled wastewaters.

The cost is referred to the two effluents which caused the environmental damage, released with different proportions and at different times. The first episodically,

the second continuously throughout the entire period studied.

The unit cost has been calculated referring to the depuration process carried out by the enterprise, taking into account the primary inputs (production factors) and the primary materials (intermediate goods and energy) used, referring to the unity of not depurated wastewater.

With reference to the polluting element A the following costs have been estimated:

- the industrial capital in terms of:
 - a. annual amortization quota referred to the wastewater unity;
 - b. maintenance quota;
- the energy necessary for the depuration process;
- the primary materials;
- the labour for the depuration of the row wastewater.

Referring to the polluting element B, the depuration cost has been estimated considering the necessity to entrust its depuration to an external service, as the enterprise is not provided with the necessary plants.

2. The restoring cost refers to the "polluter pays" principle of the environmental economy.

From a quantitative point of view - physic and economic-financial - the restoring cost compensates for the value of the damage regarding the natural consistency of the damaged environment. Now, if the restoring cost is a congruous measure proportional to the pollution, it does not necessarily turn out to be proportional to the damage. Pollution may or may not generate a damage, but the damage itself is not necessarily proportional to the level of pollution; moreover, the restoring cost is an only monetary measure of damage, and it is not actually compensatory. Even in this case, the value of damage might be significantly different (higher or lower) in comparison to the restoring cost.

If we also wish to consider the qualitative aspects of damage, it is necessary to keep into account the object of damage, the damaged individuals and their denied rights as well. Restoring in fact, especially if it occurs too late, has a reduced indemnifying effect, due to the irreversibility of the natural and artificial processes. The appraisal of the restoring cost has been carried out referring to the specification costs of a re-naturalization project of the damaged watercourses, designed and realized by the local administration. Among the specified works, only those concerning the damage caused by the wastewaters spilled have been taken into account.

3. The social use dis-value criterion intervenes just to supplement the quantitative-monetary measure of the restoring cost, with an evaluation that takes into account the social, ethic and economic consistency of the damage on juridical grounds and it is made operative in

the judicial context. Its reference is the social use value, considered as a combination of the practical and symbolic values. The environmental goods, as they support the socio-systemic communication, involve the natural and cultural dimension of the settled communities as well and therefore they have allowed several economic interpretations. The interpretation represented by the concept of "defensive expenses" is the most adequate to determine the compensation for the damage to a community caused by an enterprise. In fact, the environmental goods have a cultural value as well if the awareness of the importance of the environment stimulates the economic sacrifices that a community is available to make for the protection of the environment. This sacrifice, known in literature as "willingness to pay" (Wtp), is not an absolute value independent from the choices of the community, as the restoring cost or the saving gained. It is instead a relative value, because it combines different components: the components which refer to the income size and its social distribution, and those concerning the personal and collective sensitivity on the environmental issue: above them, the dominating factor is the way the political-administrative system translates these two elements in environmental policies, and therefore the size of the public expense destined to the environmental protection and to the landscape improvement.

The compensation has been estimated with the method of the defensive expenses, calculating through the analysis of the budget of the local administration the amount of the expenses destined to different sectors of the environmental hygiene and of the protection of the natural and hydrogeological structures. These expenses have been analysed in a ten years span starting from the occurring of the damage. Therefore a significant annual amount of the actual community expense has been calculated. This method is more effective (especially in the case of compensation) than the willingness to pay, which is generally hypothesised on the grounds of a direct survey on the intentions of a sample of citizens. The estimated annual amount has been reduced to take into account the actually polluted

quota of the waterbody, and capitalizing to obtain the compensation.

The same process has been utilized taking into account the expense for the environment at regional scale and analysing the budget of the "Assessorato Territorio e Ambiente della Regione Siciliana" (Territory and Environment Department of the Sicilian Regional Government), and the respective departments; in this case an annual expense for the considered span has been deduced as well, and its portion estimated as annual expense is proportional to the size of the waterbody out of the whole hydrographical regional system, and to the population of the local administration territory out of the whole regional population. Another measurement of compensation has been carried out applying a functionalist approach, and, consequently, the criteria of the substitution value of the naturalistic infrastructure illegally utilized to spill wastewater; the considered hypothesis concerns the realization of an adequate pipe to convey the wastewaters, that the local administration might entrust to the enterprise, in order to protect the naturalistic system from the illegal inflows. The total realization cost has been estimated as a quota of 3,3%/year, the amortization quote has been defined according to a 30 year span, considered as the compensation for the use of this pipe.

The ample range of measures (scenarios) and values (compensations) of damage here suggested are:

- in a restrictive sense useful evaluations of the impact of the industrial activities on the natural and anthropic systems involved;
- in a broad sense, important analyses of the system of values to which the balances between the social system and the environment and between the sub-systems of the social macro-systems represented by the territory are referred.

Key words: waterbodies, industrial wastewater, anthropic pressure, social macrosystem, defensive expenses

* Sergio Calabrese, Dipartimento di Scienze della Terra e del Mare (DiSTeM) - Università degli Studi di Palermo, sergio.calabrese@gmail.com.

** Salvatore Giuffrida, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale dell'Università di Catania, sgiuffrida@dica.unict.it.

Riconoscimenti

Sergio Calabrese ha curato il capitolo 2 "Dismisure del danno ambientale: il giudizio di fatto", Salvatore Giuffrida ha curato il capitolo 1 "Premessa. Giudizio e assiologia dell'ambiente" e il capitolo 3 "Dis-valori ambientali: il giudizio di valore".

Le elaborazioni in GIS necessarie a computare la quota delle spese per la tutela ambientale da riferire al bacino in esame sono state effettuate dall'ing. Filippo Gagliano. Si ringrazia il dott. Antonino Pumo, Dirigente responsabile della UOB II - Ufficio del Controllo interno di Gestione, per le informazioni e le indicazioni relative al bilancio dell'amministrazione regionale.

Bibliografia

- AGENZIA NAZIONALE PER LA PROTEZIONE DELL'AMBIENTE (ANPA), autori DE FRANCESCO E., ROSATO P., ROSSETTO L., SCHIERANO G. e TOGNI S., *Il danno ambientale ex art.18, Legge 349/86, Aspetti teorici e operativi della valutazione economica del risarcimento dei danni*, Manuali e linee guida 12/2002, Roma, 2002.
- ANPA - *I Macrodescrittori del d.lgs. 152-99. Rassegna dei metodi analitici e di campionamento.*
- ANPA - *Modellistica fluviale* - RTI CTN_AIM 2/2000.
- APAT - *Manuale per le indagini ambientali nei siti contaminati* - Manuali e linee guida 43/2006.
- ALIER, J.M., SCHUPMANN K., *Ecological Economics: Environment, and society*, Oxford, Basil Blackwell, 1987.
- ARROW K. et al., *Report of the NOAA Panel on Contingent Valuation*, 1993
- BONCINELLI, *La scienza non ha bisogno di Dio*, Milano, Rizzoli, 2012.
- BORGES J.L., "Il nostro povero individualismo", *Altre inquietudini*, Milano, Feltrinelli, 2005.
- BRESSO M., *Per un'economia ecologica*, La nuova Italia Scientifica, Roma, 1993.
- CONSIGLIO DELL'UNIONE EUROPEA, *Decisione*, 2005/370/CE.
- HANEMANN W.M., "Willingness to Pay and Willingness to Accept: How Much Can They Differ?", *The American Economic Review*, Vol. 81, No. 3. (Jun., 1991), pp. 635-647.
- HICKS J.R., "The Foundations of Welfare Economics", *The Economic Journal*, Vol. 49, No. 196. (Dec. 1939), pp. 896-712.
- LUHMANN N., *Comunicazione ecologica*, Milano, Franco Angeli, 1989.
- LUHMANN N., *Sistemi sociali. Fondamenti di una teoria generale*, Bologna, Il Mulino, 1990.
- MARSILI LIBELLI S., GIACOMELLI V., CAVALIERI S., MAZZONI M., *Modellistica Fluviale*, Agenzia Nazionale per la Protezione dell'Ambiente (ANPA), RTI CTN_AIM 2/2000.
- MATURANA H., VARELA F., *Autopoiesi e cognizione*, Padova, Marsilio, 1985.
- OCDE, *L'Evaluation monetaire des avantages des politique d'environnement*, Paris, 1989.
- PEARCE D., TURNER R.K., *Economia delle risorse naturali e dell'ambiente*, Bologna, Il Mulino, 1991.
- PEARCE D., TURNER R.K., BATEMAN I., *Economia ambientale*, Bologna, Il Mulino, 1996.
- PORTNEY P.R., "The Contingent Valuation Debate: Why Economists Should Care", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, No. 4. (Autumn, 1994), pp. 3-17.
- RIFKIN J., *Entropy: A New World View*, Viking Press, 1980.
- RIZZO F., "La questione ambientale: una sfida per ricomprendere e risignificare la scienza delle valutazioni", *Genio Rurale*, n. 12, 1991.
- RIZZO F., *Il valore dei valori*. Milano, FrancoAngeli, 1990.
- RIZZO F., *Economia dei beni culturali. Metodologia di stima del valore d'uso sociale dei beni culturali immobiliari*, Facoltà di Ingegneria dell'Università di Catania, 1983.
- RIZZO F., *Economia di patrimonio architettonico-ambientale*. Milano, FrancoAngeli, 1989.
- RIZZO F., *Valore e valutazioni. La scienza dell'economia o l'economia della scienza*, Milano, FrancoAngeli, 1999.
- RIZZO F., GIUFFRIDA S. (2005). "Il dis-valore ambientale: proposta di integrazione". *ESTIMO E TERRITORIO*, 6, 2005.
- SANNA M. "Antinquinamento nelle industrie alimentari". *AEB* - 1982.
- TIETENBERG T., *Economia dell'ambiente*, Milano, McGraw-Hill, 2006.
- VOLLI U., *Il libro della comunicazione*, Milano, Il saggiatore, 1994.

Riferimenti internet

- <http://finanzalocale.interno.it/>
<http://www.regione.sicilia.it/bilancio>