

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI TORINO
Dipartimento di Economia "S. Cogneetti de Martiis"
Via Po, 53 – 10124 Torino
Tel. 011.6704917 – Fax 011.6703895

Progetto pilota per contrastare fenomeni di siccità e desertificazione nel territorio della Regione Piemonte.

Accordo di collaborazione tra il Ministero dell'Ambiente, Tutela del Territorio e del Mare e Regione Piemonte Direzione Ambiente.

Rapporto di ricerca.

Proposta metodologica per l'integrazione di aspetti antropici ed economici nella metodologia MEDALUS, Mediterranean Desertification And Land Use, adottata per la valutazione dei rischi di desertificazione in aree mediterranee, UE Project ENV4 CT 95 0119.

Giugno 2010

di Gianni Bianco

Cartografia a cura del Dr. Ivan Bevilacqua *Dipartimento di Economia, Ingegneria Agraria Forestale e Ambientale*

Accordo di Collaborazione
tra
il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare
e
la Regione Piemonte

*“Progetto Pilota per contrastare
fenomeni di siccità e desertificazione
nel territorio della Regione Piemonte”*

(Giugno 2010)

Regione Piemonte

Direzione Ambiente

Aldo LEO

Università di Torino

Dipartimento di Economia, Ingegneria Agraria Forestale e Ambientale

Stefano FERRARIS

Ivan BEVILACQUA

Dipartimento di Economia “Salvatore Cagnetti De Martiis”

Gianni BIANCO

IPLA S.p.A.

Istituto per le Piante da Legno e l'Ambiente

Igor BONI



DIREZIONE AMBIENTE



*Ministero dell'Ambiente e
della Tutela del Territorio e del Mare*

DIREZIONE GENERALE DELLA DIFESA DEL SUOLO



ESTRATTO

In Piemonte la desertificazione, da non confondere con la desertizzazione, dal punto di vista economico ed ambientale, appare per ora un fenomeno meno significativo rispetto ad altre aree del territorio nazionale, si stima comunque che almeno il 19% del territorio regionale, prevalentemente zone montane e collinari, siano soggette a situazioni di degrado che, se non contrastate, possono innescare il fenomeno della desertificazione. Inoltre si registrano trends nella domanda ed offerta idriche che richiedono attenzione per le possibili ricadute future sul sistema economico, produttivo e sociale locale. La metodologia ESAs-Medalus propone una serie di indici che permettono di stimare i rischi derivanti da processi di desertificazione in aree mediterranee. Tale applicazione metodologica, che appare significativa, può essere adattata ad aree subalpine attraverso alcune integrazioni. Le note che seguono corrispondono alla scelta di integrare gli indici ESAI stimati per ogni porzione territoriale presa in considerazione, con l'assunzione di valutazioni circa l'impatto dell'azione antropica sull'ambiente, in particolare attraverso la valutazione delle variazioni intervenute negli ultimi anni nelle disponibilità idriche, irrigue, potabili, turistiche, ecc., nell'apparire o radicarsi di fenomeni di desertificazione o pre-desertificazione addebitabili all'evolversi dell'azione antropica, nel manifestarsi di nuove problematiche locali di degrado desertifico, nell'incrementarsi di fenomeni di dissesto causati dall'abbandono umano. Se il metodo ESAs valuta la situazione in atto sul piano fisico, geologico, pedologico ed ambientale, la proposta integrativa qui presentata tenta di stimare anche i trend, le evoluzioni intervenute negli ultimi anni come incidenza dell'agire antropico sul territorio. Si è fatto ricorso ad una raccolta diretta di dati presso operatori ed esperti di settori particolarmente incidenti sull'ambiente attraverso l'uso delle risorse idriche, quindi alle informazioni disponibili presso gli enti territoriali e strumentali regionali con competenze e poteri regolatori, allo scopo di tracciare un quadro delle azioni di sfruttamento e distruzione delle risorse disponibili ed accanto ad esse quelle di salvaguardia e tutela. Il risultato è consistito in indici di valutazione per porzioni di territorio regionale di diversa ampiezza utilizzati, oltre che per una migliore conoscenza delle tendenze in atto e dei rischi di vulnerabilità delle aree osservate, per tracciare mappe dell'indice ESAI relative alle problematiche connesse a processi di desertificazione.

ABSTRACT

In Piedmont the desertification (to not confuse with desertization) from the economic and environmental viewpoint, is for now an instance (phenomenon) less important in comparison with other areas of national territory. It is estimated that at least the 19% of regional territory, mostly in mountain and hills, are in decay situations, and they could degenerated in desertification instances.

To add also that there are trends on water supply and demand, that require (need) attention for the future implications on the economic, productive and social local system. The ESAs-Medalus methodology proposes a series of index that allow to estimate (value, rate) the risks derived from desertification processes in Mediterranean areas. This very explicative methodological application can be adapted to subalpine areas with some integrations. The following article shows the possibility to integrate the ESAI index, estimated for each portion of considered territory, with the assumption of evaluations about the impact of anthropical action on the ambient.

I.e.: - through the evaluations of variations of the last 5 years about availability of water, of irrigation water, of drinkable water, of tourist water..., about water, irrigation/drinkable/tourist water availability,

- through the apparition and the rooting of instances of desertification or pre-desertification caused by the anthropical action,

- through the manifestation of new local problems of desertification decay,

- through the increase of instances of disarrangement caused by the human abandonment.

If the ESAs method values the actual situation from a physic, geological, pedological and environmental point, the following integrative proposal tries to estimate also the trends and the evolutions of the last years as an incidence of human doing on the territory.

Thanks to a direct collection of dates near operators and experts of the sector and to the available information of territorial and regional competent offices (with normative powers), it was possible to draw a picture of the actions of exploitation and destruction of available resources, and of the actions of safeguard and protection. The result consists in valuation index for parts of regional territory of different width, used for a best knowledge of the actual trends and of the vulnerability risks of the observed areas, and to draw maps of ESAI index linked to the problems connected to the desertification processes.

Indice.

- 0. Considerazioni generali..... *Pag.5*
 - 0.1. La desertificazione, la carenza e la siccità
 - 0.2. La desertificazione umana ed economica.
 - 0.3. Le cause antropiche.
- 1. Aspetti economici..... *Pag. 10*
 - 1.1. Domanda ed offerta idrica. Equilibrio/squilibrio sul mercato.
 - 1.2. Il mercato delle risorse idriche.
- 2. Valutazione dei rischi di desertificazione..... *Pag. 14*
 - 2.1. ESAs ed ESAI secondo la proposta MEDALUS
 - 2.2. ESAI integrata ed arricchita da ulteriori variabili antropiche
 - 2.3. Una riflessione circa la modalità di integrazione dinamica di un indice.
 - 2.4. Proposta di un indice MQIi integrato da variabili antropiche.
 - 2.5. Le fonti utilizzate.
- 3. Scarsità irrigua.....*Pag.23*
 - 3.1. I risultati delle rilevazioni presso i Consorzi Irrigui. Alcune osservazioni economiche.
 - 3.2. La stima delle situazioni di Carenza e Deficit, indici Ic ed Id.
 - 3.3. Le criticità segnalate dal Piano di tutela delle acque della Regione Piemonte, PTA.
- 4. Scarsità generale.....*Pag. 41*
 - 4.1. Lo stato quali-quantitativo delle risorse idriche secondo le valutazioni ATO, indice It.
 - 4.2. La valutazione delle acque sotterranee secondo il PTA.
 - 4.3. Le criticità segnalate dalle province piemontesi.
- 5. Indice integrato complessivo Iui.....*Pag. 52*
- 6. Politiche contro la scarsità irrigua.....*Pag. 56*
 - 6.1. Le politiche verso gli usi irrigui, indice Pcd.
 - 6.2. Le politiche di salvaguardia territoriali, indice Pt.
- 7. Indice integrato Psi.....*Pag. 60*
- 8. La desertificazione umana.....*Pag. 64*
 - 8.1. Cause della desertificazione.
 - 8.2. Effetti ambientali nelle aree interessate dall'abbandono umano, indice Ia.
 - 8.3. Politiche di risistemazione delle aree abbandonate, indice Pa.
- 9. Calcolo nuovo indice MQIi.....*Pag. 72*
- 10. Ottimizzazione e regolazione dei prelievi.....*Pag. 79*
 - 10.1. Il modello quantitativo.
 - 10.2. Il modello comportamentale.
 - 10.3. Il comportamento economico.
 - 10.4. Risorse naturali e titoli d'uso e proprietà.
 - 10.5. La considerazione della variabile tempo.
 - 10.6 Le politiche di salvaguardia attivate.
- 11. Proposta di valutazione dell'azione antropica attraverso l'analisi costi benefici.....*Pag. 89*
- 12. Considerazioni conclusive.....*Pag. 96*
- Bibliografia minima.....*Pag. 99*

0. Considerazioni generali.

Il notevole incremento della domanda di acqua negli ultimi decenni, a fronte di una riduzione progressiva della sua disponibilità naturale, ne sta assegnando un valore destinato a continui incrementi nel prossimo futuro, tanto che molti osservatori vi assegnano un ruolo strategico che progressivamente sostituirà per importanza quello svolto dal petrolio nella crescita economica del ventesimo secolo. Occorre ricordare che le note che seguono riguardano il fenomeno della desertificazione come riduzione progressiva delle disponibilità idriche, da non confondere con la desertizzazione (espansione dei deserti), dal punto di vista economico ed ambientale. In Piemonte essa appare per ora un fenomeno meno significativo rispetto ad altre aree del territorio nazionale, tuttavia si stima che almeno il 19% del territorio regionale, prevalentemente zone montane e collinari, siano soggette a situazioni di degrado che, se non contrastate, possono innescare il fenomeno della desertificazione. In ogni caso si registrano trends nella domanda ed offerta idriche che richiedono attenzione per le possibili ricadute future negative, in termini di limitazioni, sul sistema economico, produttivo e sociale locale.

Un'ultima premessa risulta necessaria introducendo una analisi del ruolo antropico nei processi di desertificazione. In generale per gli economisti l'indicatore sintetico per eccellenza dell'azione umana è costituito dal prezzo di un bene o servizio, essendo espressione di tutti i concetti e comportamenti posti in essere intorno ad essi, quali i costi di produzione e di transazione, la scarsità relativa, il loro grado di sostituibilità, la loro corrispondenza ai bisogni dei cittadini e consumatori, le loro prospettive evolutive, le aspettative circa gli scenari futuri in cui essi si collocheranno, ecc. Non sempre tuttavia i prezzi esistono, o meglio non sempre esistono mercati in cui essi si possano formare, ed in tali casi si utilizzano alcuni escamotage che consentono comunque stime economiche di ciò che si sta analizzando. In questa ricerca si è preferito sperimentare una strada alternativa, utilizzando indicatori assunti direttamente dalla realtà, preferendo così stimare il grado di scarsità o le politiche poste in essere attraverso valori numerici rappresentativi dei valori relativi di tali grandezze o dei loro livelli di realizzazione. Questa scelta è apparsa una sperimentazione significativa in un contesto di lavoro interdisciplinare come quello realizzato e qui rendicontato.

0.1. La desertificazione, la carenza e la siccità idrica.

Il problema del degrado ambientale nella specifica caratteristica di perdita di qualità ambientale e produttività naturale, in particolare in termini di siccità e desertificazione progressiva di terreni e territori di zone temperate in precedenza non interessate da tale fenomeno, viene assegnato dalla letteratura scientifica a cause contestualmente di tipo naturale e di tipo antropico. Le origini dirette della siccità e della desertificazione, da intendersi come riduzione progressiva della disponibilità naturale di acqua e di umidità e fertilità dei terreni, sarebbero riconducibili da un lato a possibili mutazioni climatiche e trasformazioni spontanee dell'ambiente cosmico cui si somma un più generale degrado atmosferico ed ambientale per effetto dell'acidità delle precipitazioni meteoriche, dell'inquinamento delle fonti, delle falde, dei corpi idrici, e della pervasività delle polveri sottili e da un altro lato a comportamenti umani non informati a sufficienza o deliberatamente irrispettosi degli equilibri naturali ed ambientali, della insufficiente reattività nel lungo periodo dei terreni come della biosfera, degli accumuli di inquinanti comunque non in grado di tutelare i fragili equilibri ambientali. Accanto a ciò la concentrazione umana in molte zone e nelle aree metropolitane, per insediamenti abitativi e produttivi, accanto alla desertificazione umana delle aree marginali, gli ampi territori geograficamente aspri e difficili, pone crescenti problemi di sbilanciamenti territoriali, di trasferimenti di risorse, di recupero e tutela delle fonti originarie. Una tendenza mondiale che si evidenzia con sempre maggiore intensità, in molte aree europee e segnatamente nazionali, nelle aree di montagna ed alta collina, cui consegue un accentuarsi di fenomeni di dispersione di alcune risorse naturali, tra cui quelle idriche, di dissesto, erosione e degrado ambientale, prodromi di fenomeni di desertificazione.

Tuttavia l'aspetto che più tende ad affliggere in questo periodo storico le aree a clima temperato ed umido, tra cui certamente si colloca la regione Piemonte, risulta la siccità, intesa come progressiva riduzione delle fonti primarie disponibili in natura e perdita della storica regolarità stagionale delle precipitazioni meteoriche. Tale riduzione delle precipitazioni nevose determina una riduzione consistente dei ghiacciai perenni e la sparizione di quelli stagionali e minori, nonché una riduzione delle risorse sotterranee ed abbassamento delle falde idriche superficiali e profonde, fenomeni ampiamente registrati che in termini economici rendono le risorse idriche un bene sempre meno disponibile, non tanto in assoluto ed annualmente quanto stagionalmente e localmente, quindi di crescente valore in contesti sociali e produttivi ed intervalli temporali in cui i consumi tendono ad accrescersi. Si determina così una situazione di sbilanciamento tra una offerta naturale in contrazione ed una domanda antropica in crescita costante, che assume i caratteri di carenza geografica e/o temporale tra aree di acquisizione ed aree di consumo, tra periodi di disponibilità e periodi di consumo e necessità. La carenza idrica rappresenta nel suo progredire problemi economici rilevanti, dalla competizione tra usi alternativi, con conseguente razionamento o incremento dei prezzi relativi dei beni idrici (acqua potabile o acqua fattore produttivo), alle maggiori spese per investimenti in innovazioni e razionalizzazioni delle organizzazioni produttive, nelle infrastrutture necessarie per la gestione di nuove forme di riserva e di scorte, all'emergere di danni ambientali conseguenti la formazione di condizioni sufficienti per un degrado spesso irreversibile (desertificazione).

L'economista ovviamente non può offrire alcun contributo scientifico circa l'individuazione e la valutazione delle cause naturali fisiche che producono rischi di desertificazione, e sulla loro rilevanza relativa, ma può partecipare ad una valutazione economica dei danni che potrebbero derivare in assenza di interventi correttivi, quindi contribuire ad una segnalazione delle tendenze e dinamiche in atto e contribuire alla definizione delle migliori e necessarie politiche di programmazione e regolazione, locali e nazionali. Politiche sempre più urgenti per avviare una non più rinviabile riduzione dell'impatto di tale trasformazioni sull'ambiente ed indurre comportamenti collettivi ed individuali virtuosi sulla base di strumenti incentivanti (economici) e repressivi (normativi). Mentre si registra un accordo pressoché generale sull'esistenza di tali fenomeni, degrado ambientale e scarsità idrica, e sulle due classi di cause richiamate, naturali ed antropiche, basti considerare i numerosi documenti nazionali ed internazionali prodotti a partire dalla Conferenza di Rio del 1992 seguita dalla Convenzione del 1996 delle Nazioni Unite UNCCD sulla lotta alla siccità e desertificazione¹, e via via da numerosi contributi tra cui i lavori del World Water Council, sul peso specifico dei vari fattori e sulle relative responsabilità, non solo non si registra accordo sulle azioni da compiere e sulle regole da osservare, ma anzi scontro e profonde divergenze a livello internazionale e locale, politico e sociale, come evidenziatosi nelle Conferenza di Bali del 2007 e di Istanbul del 2009, tanto da determinare continui rinvii per ulteriori approfondimenti analitici circa le azioni e le regole da adottare per contrastare la carenza e siccità (desertificazione) emergenti. La vivacità del confronto deriva ovviamente dalla rilevanza degli interessi in gioco, dalle implicazioni sul piano finanziario, economico e sociale, dal potere derivante dal controllo delle risorse idriche, nella prospettiva di crescita dei livelli di consumi idrici futuri, e quindi dal controllo dell'organizzazione sociale ed in ultima istanza della distribuzione della ricchezza prodotta.

0.2. La desertificazione umana ed economica.

Il concetto di desertificazione da un punto di vista umano e più ancora economico, richiede una precisazione rispetto al concetto generale di desertificazione fisica e territoriale a causa della diversità di ottica funzionale assunta dal genere umano nella sua vicenda storica. La desertificazione umana ed economica, cioè l'abbandono di territori divenuti inospitali o mai utilizzati a scopo

¹ UNCCD acronimo di United Nations Convention to Combat Desertification, che ha elaborato la definizione universalmente accettata di "degrado delle terre nelle zone aride, semi-aride, secche e sub-umide a causa di vari fattori, comprese le variazioni climatiche e le attività antropiche")

residenziale, si realizza in condizioni di non possibilità produttive e/o di sopravvivenza, quindi di non mantenimento e non realizzazione delle condizioni necessarie alle attività umane. Ma più in particolare tale desertificazione si realizza quando i costi derivanti dalla permanenza territoriale superano i benefici ottenibili o quando non si possono ottenere i risultati progettati. Naturalmente si tratta di valutazioni soggettive e poi collettive di tipo comparato, rispetto ad alternative note e possibili, quindi a realtà accessibili con costi sostenibili. Lo scambio di informazioni risulta la leva per decidere se rimanere o abbandonare un luogo, se produrre o meno: se nel più duro deserto fisico si trova il petrolio o il metano non si abbandona il territorio, anzi lo si conforma artificialmente alle esigenze vitali, anche dipendendo da altri luoghi per l'alimentazione ed altre esigenze primarie; se nelle aree temperate ed umide si realizzano condizioni di vita estremamente difficili e costose nel vivere quotidiano e senza una opportuna compensazione reddituale, ad esempio nelle aree di montagna, sorge l'abbandono. La desertificazione umana risulterebbe rispondere quindi a suggestioni e scelte non così strettamente correlate alle condizioni ambientali, quanto piuttosto alla valutazione dei vantaggi comparati nella produzione e nelle condizioni residenziali. Fenomeni di ricorrente desertificazione umana si riscontrano nel passato quando nascevano e morivano città intere, ad esempio nel Nuovo Mondo, legate allo sfruttamento delle risorse locali ed al loro esaurimento, o prima ancora quando si verificavano grandi flussi migratori di popolazioni verso aree più accoglienti e ricche, o nel nomadismo di intere popolazioni legate agli andamenti stagionali nei territori disponibili. La società contrasta in parte tale desertificazione con interventi territoriali correttivi quali integrazioni nei redditi dei residenti, sostegno alla localizzazione produttiva (industriale), promozione territoriale e turistica, dotazione di reti infrastrutturali, di comunicazione, di trasporto, di servizi, la diffusione di informazioni, ma anche semplicemente attraverso il trasferimento di risorse idriche irrigue e la fertilizzazione artificiale dei terreni, ecc. I risultati sono comunque contrastanti: ad esempio nell'arco alpino sono risultati ad oggi efficaci nelle vallate montane svizzere ed austriache, nelle aree tirolesi, in parte in quelle francesi, mentre i risultati sono apparsi modesti in Piemonte dove si è realizzata una elevata desertificazione umana di molte aree di montagna ed alta collina. Sebbene si tratti di una desertificazione particolare se ne terrà conto nelle pagine successive.

0.3. Le cause antropiche.

Considerando le cause antropiche come variabili rilevanti per analisi economico-ambientali, può essere utile un richiamo sintetico ad alcune considerazioni generali di logica sociale che evidenziano le contraddizioni insite nell'attuale agire umano, in particolare occidentale, per le rilevanti ricadute negative da esso generate sull'ambiente, e nella duplice dimensione dell'operare individuale e collettivo. Alcuni semplici osservazioni sull'agire quotidiano individuale di un soggetto economico paradigmatico, (persona, impresa, organizzazione pubblica o privata), evidenziano le conseguenze ambientali derivanti da una inevitabile non coincidenza tra razionalità economica soggettiva e razionalità tecnico-scientifica oggettivamente nota e data. *A livello di consumo* la quasi totalità delle scelte vengono effettuate in condizioni di asimmetria informativa sia rispetto alla gran parte dei contenuti dei prodotti, di tipo complesso o prodotti da complesse tecnologie produttive, sia soprattutto rispetto ai problemi ambientali conseguenti le tecnologie produttive impiegate, le materie prime ed imballaggi utilizzati. In generale quasi tutti i comportamenti individuali riflettono una assenza nei criteri di scelta di considerazioni circa l'equilibrio ambientale quale elemento di assoluta priorità, quantomeno pariteticità rispetto all'edonismo soggettivo, nel caratterizzare il benessere individuale, collettivo ed ambientale. Piuttosto le scelte vengono fortemente condizionate, talvolta costrette, dal complesso e potente sistema commerciale e pubblicitario, in grado di annullare le possibili alternative merceologiche, quindi dal contesto sociale ed economico in cui si opera, che difficilmente tiene conto delle possibili rotture dell'equilibrio naturale del micro-ambiente in cui si vive e del macro-ambiente mondiale in cui si è inseriti. Il comportamento collettivo risulta inoltre fortemente condizionato nell'uso delle

risorse naturali ed ambientali da una insufficiente informazione e conoscenza dei problemi della loro tutela e conservazione, nonché da stereotipi culturali incuranti dell'ambiente come bene comune (commons) quindi delle regole di salvaguardia delle risorse non rinnovabili e rinnovabili, e di preservazione ambientale. *A livello produttivo* l'equilibrio economico ottimale delle imprese non coincide, nei mercati di concorrenza imperfetta, cioè la maggior parte dei mercati, con l'equilibrio tecnico ottimale degli impianti utilizzati, né vengono considerate nei costi tutte le diseconomie esterne create e raramente si considerano nella funzione aziendale le compatibilità ambientali, le sostenibilità delle tecniche produttive e dei prodotti realizzati. Le lavorazioni agricole corrispondono raramente alla conservazione ottimale del suolo e delle risorse naturali, (con la sola eccezione dell'agricoltura biodinamica), essendo guidate dalla competizione alla inevitabile ricerca di convenienza immediata di breve periodo, sia in termini di minor sforzo (costo) anche di tipo conoscitivo, che di massimo reddito e profitto. Le produzioni industriali, terziarie e quelle turistiche utilizzano tecniche non progettate quali risparmiatrici di risorse naturali, né di non contaminazioni ambientali, ma anzi generano scarti di lavorazione, scorie, diseconomie, sottoprodotti, rifiuti e distruzioni in quantità molto elevate e dannose per l'ambiente. Per quanto riguarda le risorse idriche in particolare il prelievo, troppo spesso incontrollato, superficiale e sotterraneo, e le contaminazioni conseguenti contribuiscono significativamente alla loro riduzione e carenza, causando locali fenomeni di impoverimento idrico, di siccità e desertificazione. D'altra parte la competizione tra imprese per quanto efficace sul piano delle riduzioni dei prezzi e/o della variazioni delle qualità offerte, non risulta sufficiente a generare innovazioni tecniche rivolte alla riduzione delle diseconomie esterne, alla razionalizzazione dei processi produttivi così da renderli sostenibili evitando un continuo e sostanziale deterioramento ambientale. La più efficace forma di incentivo alle imprese nell'adozione di tecniche risparmiatrici di risorse idriche e più in generale di rispetto ambientale, dovrebbe derivare soprattutto dalla ricerca di nuovi prodotti e nuove funzioni di produzione e tecniche innovatrici, rese economicamente convenienti dalla loro diffusione. Tra l'altro il trasferimento di tecniche obsolete, con riguardo alle loro conseguenti esternalità ambientali negative, presso paesi arretrati e PVS fa sì che aumenti la contaminazione mondiale. Ma la scarsità di risorse dedicate alla ricerca e sviluppo di progetti e programmi così finalizzati, non consente grandi investimenti né risultati immediati in tale direzione. Il ricorso a normative repressive, divieti e regolazioni, in realtà risulta poco efficace mentre genera costi di controllo sempre più insostenibili. *A livello territoriale e localizzativo* le dinamiche in atto nell'espansione degli insediamenti umani, civili, commerciali ed industriali, e delle relative infrastrutture, seguono criteri di interesse soggettivo, soprattutto di gruppi di pressione, e non criteri di rispetto ambientale e territoriale o di razionalità tecnico-scientifica nella determinazione delle destinazioni d'uso dei terreni e delle aree di espansione. Le scelte regolatrici degli insediamenti, quando esistono, sono condizionate da interessi soggettivi, individuali, quasi sempre incompetenti, o di grandi gruppi industriali-finanziari, legati alla proprietà dei terreni e dei fabbricati come diritto esclusivo ad operare senza limiti o comunque superando, di fatto impunemente, qualsiasi norma. La totale assenza di consuetudini e di forme giuridiche di possesso, riguardanti cioè il solo diritto d'uso del suolo o dei terreni, in alternativa alla loro proprietà, di fatto si traduce nei comportamenti più lontani da qualsiasi forma di programmazione del territorio e dei centri urbani. Inoltre in un contesto nazionale di crescente ed elevata pressione demografica, le normative non sono in grado di frenare le spinte all'abusivismo territoriale, alla distruzione degli equilibri ambientali, anche nell'ottica del reiterarsi di condoni edilizi tombali. L'espansione edilizia, abitativa ed industriale, e quella infrastrutturale non rispondono così a criteri di salvaguardia territoriale o di localizzazione razionale degli insediamenti ma solo a logiche di tipo strettamente speculative ed individuali. *A livello di Pubblica Amministrazione*, considerata nella sua complessità centrale e locale, a parte le realtà virtuose, si generano azioni di tutela del territorio che risultano insufficienti, spesso assenti o soffocate paradossalmente da una pletora di riferimenti legislativi inosservati. In molti casi la molteplicità di regole pianificatrici nazionali e locali richiedono tempi e costi elevati, cui si aggiungono fenomeni di corruzione, (cattura dei regolatori e controllori), ed ampi margini di

elusione delle concessioni nei limiti previsti. Se la Pubblica Amministrazione nella sua dimensione di tecnostuttura (funzionari) risulta in molte situazioni sempre più attenta e sensibile ai problemi ambientali, in grado di elaborare normative e piani di tutela di livello molto avanzato, nella dimensione di rappresentanza (eletti), opera scelte e pianifica risorse in termini di interessi particolari ed autoreferenziali, con sensibilità rivolta soprattutto al problema della raccolta del massimo consenso e del raggiungimento di nuovi incarichi. *A livello di ricerca*, attività necessaria per raggiungere livelli di conoscenza e di progettazione in linea con i problemi emergenti e comunque leva della crescita nazionale, la dimensione privata, la ricerca applicata, inevitabilmente, razionalmente, si rivolge a progetti che assicurino maggior profitto nel breve periodo, sviluppando innovazioni che in numero esiguo si pongono come priorità la conservazione ambientale e la tutela delle risorse, così come spesso cerca di aggirare i limiti normativi attraverso innovazioni che richiedono tempi lunghi prima di essere percepite nelle loro conseguenze negative e quindi regolate. La ricerca pubblica di base, (Università, CNR, ecc.), che si indirizza prevalentemente verso interessi teorici e metodologici, a beneficio collettivo producendo economie esterne positive, e che si pone in prevalenza l'obiettivo di incrementare il benessere collettivo ed ambientale, viene limitata e mortificata da una permanente carenza di risorse, umane e finanziarie, costretta a finanziamenti privati e dirottata verso la ricerca applicata che risente inevitabilmente degli interessi e della forza condizionante della committenza. Dunque la non coincidenza dell'equilibrio a livello consumistico, produttivo, territoriale e di ricerca, con l'equilibrio ottimo ambientale, ottimo in senso scientifico, genera squilibri complessivi in conseguenza di comportamenti soggettivamente razionali ma collettivamente distruttivi dell'ambiente e delle risorse naturali. Alla base di tali contraddizioni comportamentali non vi è sempre e solo un atteggiamento individualista e predatorio. Anche in una dimensione razionale e trasparente il comportamento umano individuale e collettivo divergono nel considerare il valore d'uso, assegnato individualmente ai vari beni e servizi disponibili, ed il valore di scambio, determinato collettivamente in base all'intensità delle domande espresse sui mercati. Le valutazioni dei valori di scambio si basano sulle informazioni disponibili, sulle conoscenze delle proprietà e caratteristiche merceologiche dei beni e servizi, e si valgono delle informazioni pubbliche, di quelle note per tradizione, per conoscenza diretta, per osservazione e misurazione, ecc. ma anche e soprattutto di informazioni emesse dagli offerenti, quindi della pubblicità, moda, attualità, novità, immagine, status simbol, ecc. elementi che non considerano o solo marginalmente l'impatto ambientale, la conservazione delle risorse e dell'habitat naturale come elementi costitutivi della vita collettiva, della produzione e dello scambio. Questa assenza di informazione e sensibilità è all'origine delle incongruenze comportamentali nelle società attuali.

L'attività antropica, così schematicamente richiamata, risulta quindi una componente determinante, accanto alle mutazioni naturali e climatiche autonome, dei fenomeni di siccità e desertificazione del territorio umanizzato, portando con sé un'intrinseca contraddizione di difficile correzione dal momento che si è in presenza di logiche consolidate, che individualmente risultano assolutamente razionali. La presenza di un orizzonte comune, di salvaguardia dell'ambiente e di tutela della comunità umana non appare ancora acquisito, mentre l'evoluzione culturale, specie a livello nazionale, non sembrerebbe aver ancora risolto efficacemente la contraddizione tra una dimensione umana predatrice, di massimizzazione immediata della propria utilità e benessere, ed una dimensione umana consapevole, rispettosa e preservatrice di una utilità e benessere generali e nel tempo. D'altra parte alcune correzioni offerte dal pensiero economico relative ai comportamenti socialmente dannosi rispetto ai beni collettivi e pubblici, a partire dai lavori pionieristici del premio nobel Coase R.H., (1960), "The Problem of Social Cost" in *Journal of Law and Economics* 3 p. 1, enfatizzate nei successivi anni '80, con contributi significativi di Dasgupta P.S. e Heal G. M., (1979) "Economic Theory And Exhaustible Resources, *Cambridge University Press*, quali l'esatta e totale definizione dei titoli di proprietà di tutto l'esistente, quindi anche dei beni ambientali e delle risorse naturali, o il ricorso a strumenti di eliminazione dell'inefficienza (creazione di un mercato delle esternalità *named goods*, suddivisione del bene collettivo o pubblico tra gli utilizzatori *the pure quota scheme*, l'introduzione di autorizzazioni per l'utilizzo della risorsa *the pure licensing*

scheme, la tassazione del fattore produttivo *the pure tax scheme*), quale antidoti al super sfruttamento delle risorse ed irresponsabilità collettiva nella loro gestione, o il superamento delle inefficienze legate a modalità gestionali tipiche e proprie dei beni pubblici e comuni, (tragedia dei Commons), o ancora l'internalizzazione delle esternalità negative prodotte dai vari soggetti nel loro operare, (inquinamento delle risorse), ed infine il conferimento del ruolo di sorvegliante sulle risorse libere, discusso da Buchanan J. M. (1980), "Rent-seeking Under External Diseconomies", in Buchanan J. M., Tollison R.D., Tullock G., (1980) "Towards A Theory Of The Rent-seeking Society" *College Statio. Texas A&M Press*, ammesse la praticabilità, non risultano sufficienti a risolvere tutti i problemi ambientali derivanti dalla attività antropica nel suo complesso. Il dibattito continua e nuovi modelli di valutazione e di proposte di politiche di tutela e conservazione si affacciano in una ricca produzione scientifica e numerosissimi contributi dei quali se ne possono richiamare solo alcuni, relativi alla salvaguardia e gestione razionale delle risorse ambientali: sulla loro salvaguardia Neher, P.A., (1990), "Natural Resource Economics: Conservation and Exploitation", NY *Cambridge University Press*; sulle valutazioni economiche Harris, JM. (2002), "Environmental and Natural Resource Economics: a contemporary approach", Boston, NY *Houghton Mifflin*. Una sintesi analitica sugli argomenti relativi all'analisi economica dell'ambiente ed all'analisi economica dell'inquinamento, nonché una bibliografia articolata si trova in Turner R. K., Pearce D. W., Bateman I., (2003), "Economia Ambientale", *Il Mulino*, Bologna. Naturalmente la letteratura, libri e riviste, si è ampliata enormemente così come i siti internet pertinenti, per cui la sola possibilità è un rinvio a questa importante dimensione cognitiva e scientifica.

1. Aspetti economici.

L'uso economico di risorse idriche attraverso lo scambio tra soggetti economici, pubblici e privati, tra territori confinanti o meno, è corrisposto ad una domanda crescente per dimensioni quantitative e territoriali, solo in parte controllabile a livello antropico, a fronte di una offerta in riduzione per cause poco o per nulla controllabili a livello antropico.

1.1. Domanda ed offerta idrica. Equilibrio/squilibrio sul mercato idrico.

La domanda e l'offerta di acqua, accanto a quelle di aria, corrispondono ad una dimensione vitale per l'umanità e per questo da un punto di vista quantitativo ed economico sono le più ampie ed insostituibili rispetto ad ogni altra risorsa naturale e bene disponibile. Per questo assumono caratteri particolari, di assoluta rigidità economica, in quanto non modificabili e comunque non nel breve periodo, di totale insostituibilità nelle dimensioni alimentari e produttive, di non producibilità da parte antropica. Queste caratteristiche particolari, in termini di tipologia merceologica e di soggetti fruitori, hanno saggiamente impedito che si formasse per le risorse idriche un mercato tradizionale, salvo che per acque particolari e per quelle imbottigliate, configurando nella realtà mercati amministrati con presenza di monopoli naturali locali gestiti dal settore pubblico, direttamente o indirettamente, ad esempio attraverso Consorzi ed Aziende di acquedotti. Il bene acqua è quindi da sempre considerato un "bene collettivo" insostituibile, per questo da rendere disponibile a prezzo sostanzialmente nullo, sia come bene di consumo sia come fattore produttivo, dalle tariffe (non prezzi) amministrati a livelli stabiliti sulla base di criteri sociali (bene necessario) e produttivi (costi di captazione ed erogazione). Se in tutti i mercati i prezzi regolano le quantità acquisite e determinano per questa via l'equilibrio tra domanda ed offerta, nel settore idrico un tale aggiustamento potrebbe avere effetti perversi. Le tariffe applicate sia per uso produttivo, irriguo soprattutto, sia potabile tengono conto delle caratteristiche economiche del bene in quanto fattore produttivo essenziale o bene insostituibile (fattore alimentare per la funzione produttiva corporea, fattore produttivo determinante nella produzione agricole ed in parte di quella industriale), e

debbono di conseguenza essere fissate ai livelli minimi possibili, comunque molto contenuti. La rigidità d'uso del bene acqua consentirebbe forti speculazioni sul suo prezzo per la sostanziale non sostituibilità e per la gestione dell'offerta attraverso monopoli locali (naturali), ma ciò comporterebbe inevitabili conseguenze negative, quali aumenti di costi agricoli ed industriali di produzione, dei costi famigliari di sussistenza, quindi di spiazzamento dei settori fortemente utilizzatori, settori agricolo, idroelettrico e laniero per primi, e consistenti limitazioni igienico sanitarie soggettive, determinando conseguenze economiche e sociali nefaste. Ad esempio una riduzione delle superfici agricole irrigue utilizzate o utilizzabili, potrebbe determinare una riduzione delle produzioni nazionali necessarie, una rinuncia ad espandere talune colture, una limitazione degli allevamenti animali, amplificando le tendenze all'abbandono nel settore agricolo e nelle aree di difficile residenza, determinando un peggioramento dell'ambiente, una maggior dipendenza dall'estero, una minor occupazione interna ed una riduzione del prodotto nazionale; a livello individuale e familiare un maggior costo dell'acqua produrrebbe una riduzione del tenore di vita raggiunto, un depauperamento secco dell'attuale benessere materiale e morale, ma anche un peggioramento del livello di salute della popolazione (con conseguenti costi sanitari). L'alternativa rappresentata dall'accentuazione della regolazione dei flussi disponibili, attraverso un semplice razionamento privato nella distribuzione delle risorse, potrebbe generare problemi della stessa natura, o addirittura un mercato nero dell'acqua, in ogni caso forme di competizione tra usi alternativi di difficile gestione sociale e non potrebbe costituire una soluzione stabile nel tempo. Occorre quindi esplorare altre soluzioni partendo dall'osservazione delle caratteristiche dei due lati dello scambio idrico, l'offerta e la domanda.

L'offerta idrica regionale dal punto di vista economico risulta essere soggetta ad una tendenziale riduzione, in particolare stagionale, a causa delle riduzioni progressive dei ghiacciai e riserve nevose, della parziale insufficienza nelle possibilità di prelievo sulla base delle concessioni storiche, ed in parte del trasferimento fisico territoriale delle risorse attraverso le reti di canalizzazioni, in molti casi non più adeguate all'assolvimento della loro storica ed insostituibile funzione strategica, mentre l'integrazione delle reti pur costituendo una prospettiva molto significativa risulta ancora lenta e difficoltosa, così come lo scambio attraverso il trasferimento tra sistemi (Consorzi) irrigui organizzati territorialmente, ad esempio utilizzando le sfasature nelle necessità periodiche di irrigazione, ed infine del ridursi delle riserve sotterranee agibili. L'accentuarsi dell'irregolarità nelle precipitazioni meteoriche, estive ed invernali, appare l'aspetto aggravante di una situazione in peggioramento, o quantomeno così vissuta dagli interessati sulla base delle ancora scarse valutazioni di medio e lungo periodo e la difficile possibilità di valutazioni contingenti comparate. Per quanto le valutazioni contenute nel Piano di tutela delle acque della Regione Piemonte risultino molto complete e precise, l'esatta dimensione quantitativa ed economica dell'offerta idrica locale risulta di difficile determinazione, così come le misurazioni delle variazioni stagionali (breve periodo) e di lungo periodo, mentre gli operatori interessati e coinvolti nella presente ricerca, hanno dichiarato una tendenza alla costante riduzione, certamente con riferimento stagionale e territoriale (locale), accanto ad un crescente esaurimento e dispersione di molte fonti naturali (nelle aree abbandonate), sebbene non precisamente rilevato. A ciò si somma una crescente e continua diffusione quantitativa e qualitativa di inquinamento delle risorse superficiali e sotterranee, secondo le osservazioni contenute nei Piani programmatici degli ATO ed ARPA regionali, che ne riduce la quantità e qualità disponibile, soprattutto per usi potabili, talvolta con episodi acuti, incrementando i costi necessari per la loro bonifica potabile. Analoga problematica si pone per usi produttivi, (industriali e turistici), con la riduzione del sistema di riserve (alpine), dighe, invasi, con l'esaurimento o impoverimento dei prelievi specifici dei pozzi (riserve sotterranee), l'abbassamento dei livelli di salvaguardia nei laghi, spesso la loro eutrofizzazione. In effetti i dati rilevati dalle istituzioni, Regione Piemonte Direzione Ambiente anzitutto, Province ed ARPA, confermano le tendenze rilevate e dichiarate dagli operatori economici ed istituzionali coinvolti ed intervistati.

La domanda idrica destinata ad usi alimentare, igienico sanitario, agricolo, industriale, energetico, turistico conosce alcuni momenti di carenza. L'alimentare potabile evidenzia un generale trend di

crescita, pur in presenza di un trasferimento del consumo dall'acqua di rete all'acqua imbottigliata, assunta come bene superiore (effetto reddito). La domanda per uso igienico sanitario, per usi civici e sportivi, la parte servita dalla rete potabile, risulta in crescita per effetto dell'espansione di taluni consumi tradizionali e nuovi, dal maggior uso di docce, saune, istituti di bellezza, alla maggior diffusione e frequentazione di palestre, impianti sportivi, piscine pubbliche e private, campi di golf, ecc. La domanda per usi produttivi evidenzia una considerevole presenza del settore agricolo irriguo, il maggior consumatore regionale di risorse idriche, che ha registrato una forte crescita sia nell'estensione delle aree irrigate e sia nell'incremento delle colture irrigue idroesigenti, soprattutto mais per allevamenti, in presenza di una certa lentezza nella diffusione di tecniche irrigue e processi produttivi risparmiatori di acqua. La domanda nei restanti settori produttivi, industriale, energetico e turistico registra un incremento nel tempo per l'ancora limitata capacità di recupero e riciclaggio, con punte di domanda stagionale, perlopiù invernale per il sempre più ampio numero di impianti sciistici con innevamento artificiale, superiori alle disponibilità correnti (ed in crescita in concomitanza alle recenti e prolungate condizioni di minor disponibilità nevosa meteorica).

Lo squilibrio sul mercato idrico regionale ha assunto periodicamente e più di recente ripetutamente (2000-2002-2005-2008) valori elevati, segnatamente per tre tipologie d'uso: innevamento invernale artificiale ad uso turistico, risultando insufficienti le precipitazioni nevose e quindi necessari invasi artificiali di accumulo; erogazione di acque potabili in alcune aree, per difficoltà stagionali e/o locali, quantitative e qualitative (Bardonecchia, Asti, Monferrato, Ivrea, Vercelli, Saluggia); irrigazione agricola, per riduzione delle possibilità di adduzioni da parte dei Consorzi irrigui, perlopiù per ragioni naturali cui si somma l'effetto del garantire un necessario MDV (Minimo Deflusso Vitale dei corsi d'acqua). In effetti l'equilibrio generale viene garantito dall'uso di risorse in precedenza meno utilizzate (pozzi e laghi), da un parziale incremento del tradizionale trasferimento territoriale delle risorse idriche, dalla realizzazione e progettazione di riserve artificiali (invasi), da un crescente razionamento pubblico nella distribuzione idrica (specie ai produttori agricoli). Nel complesso tutto ciò determina tendenzialmente tre tipi di stress: idrico per una tendenziale maggior utilizzazione delle fonti originarie, ambientale per carenza di irrigazione, economico per produzione non realizzata. In termini economici ciò si traduce nella necessità di maggiori investimenti di razionalizzazione dei consumi, di innovazione produttiva (migliori sistemi irrigui), di prodotto (minori idroesigenze) i cui oneri ricadranno parte sui produttori e parte sui consumatori e cittadini, distribuendosi, in termini di teoria economica, in ragione inversa alle elasticità delle rispettive curve di domanda ed offerta. Un ulteriore aspetto da valutare attentamente, relativamente all'aumento dei costi di produzione, riguarderà la riduzione di competitività delle produzioni locali sui mercati internazionali, considerando i notevoli flussi di export in atto. Molte aree piemontesi registrano flussi di esportazioni agricole ed industriali piuttosto rilevanti per merito della qualità elevata prodotta ma anche dei prezzi competitivi ancora in essere; un aumento dei costi potrebbe creare effetti di spiazzamento.

1.2. Il mercato delle risorse idriche.

In Piemonte la ripartizione nell'uso delle disponibilità idriche evidenzia un ruolo dominante del settore agricolo, con oltre l'85% dei prelievi, cui seguono il settore potabile con oltre il 7% ed il settore industriale con un prelievo analogo 7% ed il restante 1% per altri consumi.²

Il concetto economico di risorsa scarsa fa riferimento alla presenza di una domanda superiore all'offerta a prezzo nullo. Tale è anche la condizione perché si instauri uno scambio e quindi un mercato. Come ricordato l'uso e quindi lo scambio di risorse idriche, tra soggetti e tra territori, assume notoriamente dimensioni molto ampie, certamente le più ampie in assoluto a livello antropico, e caratteristiche particolari in termini di tipologia merceologica e soggetti coinvolti. Il contributo di un approccio economico alla carenza e scarsità idriche, come derivanti da

² Cfr. Le risorse idriche in Piemonte, (2006), Regione Piemonte Direzione pianificazione delle risorse idriche.

comportamenti squisitamente antropici, può essere incentrato principalmente sul lato della domanda, pur considerando il lato dell'offerta sulla base delle informazioni rese disponibili da altri contributi scientifici.

Offerta idrica.

L'offerta idrica evidenziata nei bilanci idrici per il Piemonte, redatti dalla Regione Piemonte Direzione Ambiente, (ex Pianificazione delle risorse idriche), viene stimata dalle valutazioni e misurazioni delle quantità naturali disponibili, nelle tipologie di risorse superficiali, sotterranee e meteoriche, alimentate dal ciclo (produttivo) naturale, (ciclo dell'acqua, evaporazione e precipitazione), ridotte per molti usi dai fenomeni di inquinamento, riduzione della captabilità e/o esaurimento locale. L'offerta idrica può essere approssimata dalle sommatoria delle quantità massime di risorse idriche superficiali e sotterranee prelevate, (fiumi, laghi, invasi naturali, sorgenti, falde sotterranee). Le prime prelevabili sulla base del criterio ambientale del minimo deflusso vitale, MDV, dei livelli necessari per la balneazione e navigazione nei laghi, e ridotta dall'abbandono di aree ricche di risorse con loro relativa dispersione, dalle temporanee scorte necessarie alle imprese idroelettriche e per taluni usi dalle crescenti ed ormai stabili contaminazioni. Le seconde, (offerta idrica sotterranea), corrispondono nei volumi alle quantità, autorizzate ed abusive, prelevate dalle falde, (pozzi, fontanili, sorgenti), ridotte dal loro progressivo esaurimento, inquinamento ed abbassamento, (specie come conseguenza dei prelievi non autorizzati). L'offerta meteorica corrisponde alla somma delle precipitazioni piovose e nevose, accumulate come risorse naturali di lunga durata (ghiacciai, laghi, falde), o come riserve artificiali (invasi), ed assume rilevanza anche nella sua regolarità stagionale o meno, e più di recente nella sua eventuale contaminazione (piogge acide). L'offerta idrica da un punto di vista strettamente economico comprende due dimensioni ulteriori, gli invasi ed i laghetti per uso irriguo, (risparmio stagionale), e le reti idriche corrispondenti al collegamento di fonti localizzate in vari punti, come strategia economica di trasferimento temporale e territoriale delle risorse stesse, generando così una espansione delle disponibilità locali.

L'esatta dimensione quantitativa, quindi economica, dell'offerta idrica è risultata di difficile determinazione, così come la sua variazione stagionale e di lungo periodo. Da parte degli operatori interessati si ritiene vi sia una tendenza costante alla riduzione, quantomeno con riferimento stagionale e territoriale (locale), accanto ad un crescente esaurimento e dispersione di molte fonti naturali (nelle aree abbandonate), sebbene non precisamente rilevate (accertate). Inoltre una crescente e continua diffusione quantitativa e qualitativa di inquinamento delle risorse superficiali e sotterranee ne ha ridotto la quantità e qualità disponibile sia per usi potabili, talvolta con episodi acuti, incrementando i costi necessari per la loro bonifica, sia per usi produttivi (industriali e turistici), incrementandone i costi d'uso o i danni da razionamento ed insufficienza. Tutte le cause di variazione e riduzione dell'offerta risultano essere state indagate da numerosi contributi scientifici a cui si farà implicitamente riferimento.

Domanda idrica.

La domanda idrica viene definita nelle sue tipologie merceologiche dai diversi sbocchi ed usi cui l'acqua viene destinata: alimentare, igienico sanitario, agricolo, industriale, energetico, turistico. La domanda alimentare potabile viene servita per una quota da acquedotti locali e per una quota in costante crescita da imprese di imbottigliamento concessionarie d'uso di fonti naturali, quella per uso igienico sanitario, per usi sportivi e civici viene servita dalle reti potabili salvo rare eccezioni; la domanda per usi produttivi viene servita in massima parte da Consorzi Irrigui, concessionari d'uso, ed in parte da risorse private perlopiù sotterranee; la domanda nei restanti settori produttivi, industriale, energetico e turistico, viene soddisfatta attraverso un sistema di riserve, dighe, invasi, prelievi specifici da pozzi (riserve sotterranee).

La proposta sviluppata nelle note che seguono è stata quella di giungere ad una valutazione più articolata degli stress idrici ed ambientali in termini economici, ricorrendo ad una formalizzazione e sintesi dei fenomeni osservati tradotti in indici da integrare con quelli considerati con il metodo Medalus-ESAS. Occorre naturalmente puntualizzare che la riduzione dei fenomeni umani ad indici

risulta sempre stimolante, spesso necessaria ed insostituibile, come nel caso di analisi di beni che non transitino su mercati o non siano oggetto di scambio pubblico, ma è evidente che il loro uso consente ampi spazi di discrezionalità, giustificata solo dal tentativo di assumere variabili che si ritiene ricoprano un ruolo rilevante nella valutazione delle problematiche ambientali con riferimento ai livelli di stress raggiunti.

2. Valutazione dei rischi di desertificazione.

Il problema della desertificazione e siccità sta assumendo nelle aree sud dell'Europa, segnatamente Spagna, Italia e Grecia una rilevanza mai osservata, né considerata, in precedenza. Per valutarne la progressione e pericolosità la Commissione Europea ha adottato una metodologia di valutazione che comprende l'analisi di numerose variabili ambientali ed in parte antropiche.

Una valutazione degli effetti economici della desertificazione in Piemonte non è risultata significativa con riferimento ad aree con tali caratteristiche o con rischi immediati e tendenziali di desertificazione, a meno di considerare le aree di alta montagna. E' risultato più significativo focalizzare l'attenzione sugli effetti che possono derivare dalla riduzione di risorse idriche, dalla scarsità come premessa di crescenti e tendenziali rischi di siccità, quali prodromi di stadi che potranno condurre ad una predesertificazione di molte aree.

2.1. ESAs ed ESAI secondo la proposta MEDALUS

Il metodo MEDALUS³, acronimo di Mediterranean Desertification And Land Use, individua il rischio o il divenire di fenomeni di desertificazione sulla base di indicatori fisici, podologici e geologici, cui si sommano indicatori sul ruolo antropico, che nel loro insieme consentono di determinare i caratteri ed il livello di stress raggiunto dai suoli e dai territori. L'applicazione di tale metodologia, condotta considerando le peculiarità ambientali e territoriali locali, porta ad individuare le aree sensibili alla desertificazione ed alla siccità classificandole come: Aree critiche; Aree fragili; Aree potenzialmente fragili; Aree non soggette a rischi.

Le informazioni, disponibili presso banche dati, istituzioni ed esperti, a livello nazionale e regionale, normalizzate e sistematizzate dovrebbero consentire di stimare a livello macro, *per le unità territoriali scelte* (individuate con criteri di omogeneità endogena), gli indici corrispondenti, così come previsti dalla metodologia **ESA's (Environmentally Sensitive Areas) ed ESAI (ESA's Index)**⁴:

- l'indice di **Qualità del Suolo** (SQI - Soil Quality Index), prende in considerazione sei Parametri, il substrato geologico, la tessitura, la pietrosità, lo strato di suolo utile per lo sviluppo delle piante, il drenaggio, la pendenza, ciascuno articolato in tre/quattro Classi di qualità, a cui corrispondono diversi pesi o Index. Su questo indice l'incidenza dell'azione umana appare trascurabile in riferimento alla composizione dei terreni ma rilevante rispetto ai criteri di scelta degli insediamenti che determinano dissesti e problematiche idrogeologiche frequenti. Inoltre l'azione antropica incide attraverso l'inquinamento e la trasformazione dei terreni come conseguenza dell'industrializzazione

³ UE Project ENV4 CT 95 0119

⁴ Nota. Il termine "indice" e più ancora "numero indice" nelle discipline economiche viene utilizzato per esprimere la variazione d'intensità di un dato fenomeno osservato in diverse circostanze. Nelle discipline statistiche ed economiche si utilizza perlopiù per variazioni quantitative, qualitative e temporali delle grandezze in osservazione. Nella metodologia MEDALUS viene utilizzato dai ricercatori come valore assoluto e potrebbe generare qualche incomprensione; apparirebbe più corretto l'uso del termine "indicatori". Tuttavia a scopo di omogeneità con i lavori svolti o in fase di svolgimento dai vari gruppi MEDALUS, nelle considerazioni che seguono si mantiene il termine "Indice" o meglio Index.

dell'agricoltura, cioè dell'uso massiccio di prodotti chimici, biologici e meccanici fortemente impattanti.

- l'indice di **Qualità del Clima** (CQI - Climate Quality Index), considera tre Parametri, il cumulo medio climatico di precipitazione, l'aridità, l'esposizione dei versanti, articolati in tre/sei Classi di qualità, a cui corrispondono diversi pesi o Index. L'azione antropica incide certamente sui cambiamenti climatici ma risulta difficile e controverso valutarne il peso effettivo a livello regionale, per quanto il Piemonte sia una realtà molto industrializzata.

- l'indice di **Qualità della Vegetazione** (VQI - Vegetation Quality Index), considera quattro Parametri, il rischio d'incendio, la protezione dall'erosione, la resistenza alla siccità, la copertura del terreno da parte della vegetazione, ciascuno articolato in tre/quattro/cinque Classi di qualità a cui corrispondono diversi pesi o Index. L'azione antropica incide evidentemente sia intermini distruttivi, dissesti, disboscamenti ed incendi, sia in termini costruttivi attraverso le attività di prevenzione, forestazione e salvaguardia.

- l'indice di **Qualità di Gestione del Territorio** (MQI - Management Quality Index), considera **due** Parametri: 1. Intensità d'uso del territorio, corrispondente a cinque possibilità (terreni coltivati, terreni a pascolo, aree naturali, aree estrattive e minerarie, aree ricreative); 2. Politiche di salvaguardia del territorio. Ciascun parametro è articolato in tre Classi di qualità, a cui si fanno corrispondere diversi pesi o Index. Per coerenza con il metodo Medalus, per necessità operativa e per disponibilità di dati le integrazioni individuate come valutazione dell'azione antropica si sono concentrate su questo indice.

Per tutti gli indici stimati il criterio di valutazione scelto è quello di far corrispondere la maggiore qualità riscontrata al minore valore dell'Index.

Individuata la Classificazione (di primo livello) si procede al calcolo degli Index (di secondo livello) per concludere con l'Indice Sintetico di Sensibilità Ambientale ed alla Desertificazione (di terzo livello) ottenuto come media geometrica degli indici parziali $ESAI = (SQI \cdot CQI \cdot VQI \cdot MQI)^{1/4}$ e naturalmente calcolato relativamente ad ogni porzione territoriale prescelta. Tale porzione territoriale viene scelta discrezionalmente ma con il vincolo fondamentale di omogeneità geografica, ambientale, territoriale, economica ed alla disponibilità di informazioni.

In particolare l'indice di **Qualità di Gestione del Territorio MQI (Management Quality Index)**, risulta articolato su due Parametri:

a) Intensità d'uso del territorio: *per ogni unità territoriale presa in considerazione per l'analisi si valuta la destinazione specifica o prevalente in atto tra quelle sotto indicate (una sola destinazione), attribuendole una Classe e quindi un Index , (1/1,5/2) ricordando che *minore* il valore dell'Index migliore (maggiore) la qualità individuata:*

1. Territorio ad uso agricolo la cui intensità d'uso viene classificata su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in base alla frequenza e necessità di irrigazione, al grado di meccanizzazione delle coltivazioni, all'applicazione di fertilizzanti e prodotti agrochimici, alla tipologia e varietà delle piante e specie coltivate; 2. Terreni a pascolo la cui intensità d'uso viene classificata su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in base al rapporto ASR/SSR, dove ASR risulta il tasso di carico (di uso) in atto ed SSR il tasso di carico sostenibile; 3. Aree naturali come foreste, boschi, ecc. la cui intensità d'uso viene classificata su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in base al rapporto A/S, dove A risulta la produzione (raccolto) attuale ed S quella sostenibile; 4. Aree estrattive e minerarie (cave) la cui intensità d'uso viene classificata su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in base alla valutazione del grado di protezione del suolo dall'erosione del suolo, (terrazzamenti, riforestazione); 5. Aree ricreative (attività sciistica, aree rallies, parchi, turismo organizzato, campeggi, ecc.) la cui intensità d'uso viene classificata su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in

base al rapporto A/P, dove A risulta il numero di visitatori attuali e P quello massimo consentito nell'anno⁵.

b) Politiche di salvaguardia: per ogni unità territoriale presa in considerazione (le stesse precedenti) dall'analisi si valutano le Politiche di protezione ambientale e territoriale poste in essere attraverso la loro classificazione su tre livelli, quindi tradotta in un Index, in relazione al loro grado di implementazione e realizzazione. Minore il valore dell'Index migliore la salvaguardia e maggiore l'efficacia.

Indice sintetico di qualità di Gestione del Territorio.

I due parametri stimati (Intensità d'uso del territorio e Politiche di salvaguardia) riferiti ad ogni porzione territoriale considerata, assegnano, in base alla Classe individuata, un valore di Index (1/1,5/2): *minore* il valore dell'Index, migliore (maggiore) la qualità individuata. Infine l'Indice sintetico di Qualità di Gestione del Territorio viene calcolato come media geometrica dei due Index stimati: $MQI = [\text{Intensità d'uso del territorio} \cdot \text{Politiche di salvaguardia}]^{1/2} = [Iu \cdot Ps]^{1/2}$.

I prodotti possibili dei due Index danno luogo alla matrice

	1	1,5	2
1	1	1,5	2
1,5	1,5	2,25	3
2	2	3	4

che riordinata offre i valori [1/1,5/2/2,25/3/4] cui corrispondono le $\sqrt{[1/1,22/1,41/1,5/1,73/2]}$ cioè i valori possibili di MQI che vengono ancora raggruppati per una valutazione qualitativa:

Qualità = Alta (1-1,25) Moderata (1,26-1,5) Bassa (>1,51).

2.2. ESAI integrata ed arricchita di nuove variabili antropiche.

La metodologia MEDALUS appare in grado di realizzare una macro valutazione effettiva ed efficace delle situazioni e delle aree a rischio, soprattutto per quelle aree dalle caratteristiche territoriali omogenee per sufficienti estensioni e/o soggette a comuni processi di predesertificazione o ad elevato rischio di trasformazioni verso situazioni di stress idrico o scarsità idrica. In questo senso il metodo Medalus appare molto appropriato per aree prevalentemente agricole e turistiche (Grecia, Albania, Serbia, Spagna del sud, Portogallo, Italia del sud), meno per aree dell'Italia e Spagna del nord e per nazioni nordiche dal clima più umido e temperato. Una considerazione generale sul metodo non può che evidenziare la completezza delle variabili considerate, su cui intervengono tuttavia, e necessariamente nelle aree densamente popolate, limiti nella determinazione della "dimensione omogenea e/o con caratteristiche prevalente". L'individuazione del rischio desertificazione viene inoltre assegnata prevalentemente a cause di tipo climatologico, pedologico ed ambientale, e più limitatamente a cause antropiche in senso stretto, riflettendo in ciò la sua vocazione a valutazioni di aree con maggiori problemi di erosione fisica e minor pressione antropica, benché implicitamente tutti gli indici considerati contemplino gli effetti dell'impatto operativo umano sul territorio. Si è già segnalato come ogni indice Medalus di secondo livello (SQI, CQI, VQI, MQI) contempli implicitamente una valutazione dell'azione antropica sia in termini di intensità d'uso del territorio, quindi dei danni provocati, sia degli interventi di salvaguardia attuati, quindi di recupero e tutela.

In una realtà come quella regionale piemontese, ad elevata densità demografica e produttiva, agricola ed industriale, la componente antropica, intesa nei suoi comportamenti complessi e dinamici, assume una rilevanza molto elevata, tale da consigliare un arricchimento degli indici

⁵ Una necessaria osservazione riguarda una piccola contraddizione relativa al punto 4 dell'Index Intensità d'uso, dove l'intensità d'uso appunto viene classificata in base al grado di protezione, cioè in base ad una politica di salvaguardia, anziché più correttamente in base al grado di dissesto e danni ambientali in atto.

previsti con Medalus, integrando in essi ulteriori variabili considerabili significative. In questo contributo si è scelto di valutare l'incidenza dell'azione antropica attraverso un arricchimento dell'indice **MQI** (Management Quality or degree of human Indiced stress), riguardante la gestione qualitativa ed il grado di stress ambientale indotto dall'azione umana. Quindi attraverso l'integrazione di ulteriori informazioni nei due sottoindici utilizzati, Intensità d'uso del territorio **Iu** e Politiche di salvaguardia **Ps**. Si è ipotizzato cioè che tale indice MQI possa essere arricchito e migliorato valutando le dinamiche dell'impatto ambientale e delle politiche di salvaguardia più recenti, degli ultimi cinque anni, incidenti sulle situazioni ambientali locali.

In particolare si è ritenuto costituisca segnalazione di una tendenza e di una prospettiva negative la riduzione delle disponibilità idriche in relazione agli usi antropici produttivi e di consumo, a causa di riduzioni meteoriche e/o loro irregolarità, di un emergente riduzione ed esaurimento delle risorse originarie, ed infine della crescita di inquinamento ambientale ed idrico. Contestualmente si è ritenuto costituiscano un contrasto efficace ed una prospettiva positiva la progettazione e l'implementazione di politiche di salvaguardia generali o locali, da intendersi quindi come produzione normativa, attività di controllo, regolazione e repressione degli abusi, ma anche azioni dirette per interventi infrastrutturali di salvaguardia e di protezione ambientale. Le integrazioni proposte agli Index stimati con il metodo Medalus sono risultate in parte vincolate alla disponibilità di dati, tuttavia necessarie per delineare un quadro corretto e completo delle modalità e variazioni nei prelievi idrici da fonti superficiali e sotterranee, delle successive modalità di uso produttivo e di consumo, delle parallele azioni di tutela territoriale ed idrica.

Nella fase successiva, di derivazione di mappe territoriali dagli indici Medalus, le integrazioni individuate hanno potuto essere utilizzate come informazioni aggiuntive e correttive di quanto individuato con le sole indicazioni Medalus.

Per le aree montane ed alto collinari, che in Piemonte hanno registrato e registrano un progressivo spopolamento umano, sono stati considerati due indici specifici, uno relativo all'intensità dei micro dissesti, conseguenti l'abbandono residenziale e produttivo dei territori, ed uno relativo alle politiche ed attività promosse per ridurre i dissesti e tutelare l'ambiente, sempre nell'ottica di coglierne la dinamica più recente ma senza perdere di vista lo stato d'uso raggiunto in precedenza ed il lavoro di salvaguardia già realizzato.

In sostanza dopo aver individuato gli Indici relativi allo stato in essere, secondo i criteri Medalus, si sono stimate le variazioni o tendenze più recenti da integrare negli Indici stessi.

Infine occorre ricordare che i prelievi ed i consumi idrici regionali si possono suddividere in due grandi aggregati: consumi agricoli Irrigui, corrispondenti a circa l'80% dei prelievi totali, ed i rimanenti prelievi Industriali, Potabili, Ambientali, corrispondenti al restante 20% del totale. L'attenzione della ricerca è stata quindi focalizzata sul principale attore nei prelievi ed uso di risorse idriche, il settore agricolo, anche in considerazione della sua maggior dinamica (incremento) nella domanda negli ultimi lustri, riservando ai restanti attori dei prelievi una valutazione complessiva, anche in considerazione della sostanziale staticità della loro domanda.

2.3. Una riflessione circa la modalità di integrazione dinamica di un indice.

Teoricamente l'algoritmo di calcolo più semplice di un indice, pur nella sua raffinatezza per la ponderazione e simultanea integrazione di aspetti statici e dinamici, può essere considerato del tipo: $[a \cdot I_u + (1-a) \cdot I_i]$ essendo **Iu** l'Index stimato attraverso la relativa Classe Medalus di appartenenza ed **Ii** l'integrazione stimata, in positivo o negativo, dell'Index stesso, quindi $[a \cdot P_s + (1-a) \cdot P_i]$ essendo **Ps** l'Index stimato attraverso la relativa Classe Medalus di appartenenza, e **Pi** l'integrazione stimata, in positivo o negativo, dell'Index stesso. Questo tipo di algoritmo consentirebbe di pesare la dinamica dei valori assunti dagli Index attraverso un coefficiente stabilito esogenamente, tecnicamente o economicamente, compreso fra 0 ed 1: con **a=1** peserà solo il dato attuale e con **a=0** peserà solo la sua variazione ed integrazione, con valori intermedi di **a** si integreranno tra loro i due valori, statico e dinamico. Due difficoltà sono emerse tuttavia nell'eventuale uso di tale algoritmo e tali da

suggerire la ricerca di un diverso metodo di calcolo: 1) la scelta del valore del coefficiente **a**, cioè la stima del peso da attribuire alle stime Medalus ed alle sue integrazioni, ai valori statici ed a quelli dinamici, può divenire troppo arbitraria per scarsità di informazione; inoltre: se definita in modo generale, per ampie aree territoriali, risulterebbe approssimativa, trascurando le diversità puntuali territoriali esistenti e le rilevanti differenze politiche locali; se stimato puntualmente assumerebbe una enorme variabilità in ambito regionale, di difficile utilizzazione; in altri termini non potrebbe essere utilizzato un solo valore di **a** su tutto il territorio regionale e neppure su porzioni di territorio in scala ridotta, dovendosi stimare la dinamica territoriale locale, come riflesso sia dello stato di progresso o arretratezza economica e produttiva locale, del livello e caratteristiche della situazioni produttive in atto e delle politiche territoriali in atto, ecc., sia delle politiche di ambito maggiore (regionale, provinciale, comunitario montano, ecc.); 2) l'introduzione di **a** disarticolando la valutazione in due distinti aspetti (statico e dinamico) comporterebbe un insieme di Index, di matrici di numero e dimensioni molto ampie e di difficile sintesi secondo quanto previsto dal metodo Medalus, soprattutto in termini di valutazione quantitativa e qualitativa delle situazione osservata. Ad esempio usando l'algoritmo di calcolo $[a \cdot Iu + (1-a) \cdot Ii]$ con $a=0,5$ cioè assegnando un peso del 50% allo stato attuale e del 50% alla dinamica in atto, gli Index iniziali **Iu** (1/1,5/2) ed integrativi **Ii** (1/1,5/2), diverrebbero indici parziali **Iu** (0,5/0,75/1) ed **Ii** (0,5/0,75/1) che porterebbero a nuovi Index Intensità d'uso, come combinazioni dei precedenti indici intermedi secondo la matrice seguente, per ogni porzione di area considerata, ed altrettanto per l'Index Politiche di salvaguardia (e ciò si replicherebbe per ogni valore di coefficiente adottato):

	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
0,5	0,25	0,375	0,5	0,626	0,75	0,875	1
0,75	0,375	0,563	0,75	0,938	1,125	1,313	1,5
1	0,5	0,75	1	1,25	1,5	1,75	2
1,25	0,626	0,938	1,25	1,563	1,875	2,188	2,5
1,5	0,75	1,125	1,5	1,875	2,25	2,625	3
1,75	0,875	1,313	1,75	2,188	2,625	3,063	3,5
2	1	1,5	2	2,5	3	3,5	4

rispetto alla matrice iniziale:

	0,5	0,75	1
0,5	1	1,25	1,5
0,75	1,25	1,5	1,75
1	1,5	1,75	2

2.4. Proposta di un indice MQIi integrato da variabili antropiche.

L'alternativa individuata ed utilizzata è consistita in una integrazione, più agibile in termini di informazioni ed egualmente efficace in termini di arricchimento metodologico, del seguente tipo $MQIi = [(Intensità\ d'uso + Integrazioni) \cdot (Politiche\ di\ salvaguardia + Integrazioni)]^{1/2}$ $MQIi = [(Iu + Ii) \cdot (Ps + Pi)]^{1/2}$ mantenendo quindi l'algoritmo di calcolo proposto dal metodo Medalus.

L'Index di variazione nell'Intensità d'uso, **Ii**, è stato stimato come sommatoria di indici relativi a variazioni nelle disponibilità idriche locali o emergenza per situazioni di scarsità permanente, quindi come segnalazione di precondizioni alla desertificazione. L'indice di variazione delle politiche di salvaguardia, **Pi**, è stato stimato come sommatoria di indici relativi a variazioni intervenute nelle politiche regionali e locali di protezione delle risorse idriche ed ambientali, e delle azioni contrastanti la desertificazione. Le integrazioni assunte sono corrisposte quindi all'obiettivo di una valutazione delle dinamiche intervenute negli ultimi anni (cinque) nelle attività antropiche locali, nelle loro duplici dimensioni: di carattere produttivo e consumo, di tutela ambientale e territoriale. Il criterio di valutazione assunto è stato quello di appesantire l'indice **Iu** sommandovi

decimali in base al peso della tendenza negativa, da un valore massimo ad un valore nullo nei casi di assenza di tali tendenze; allo stesso modo è stato alleggerito l'indice Ps sottraendovi decimali in base al peso della tendenza riequilibratrice individuata. Trattandosi di pesare le dinamiche più recenti si sono considerate e valorizzate soprattutto le evoluzioni in atto, utilizzando le integrazioni per evidenziare le dinamiche rispetto ai livelli di problematicità e di salvaguardia valutati attraverso le iniziali Classi Medalus. Essendo le integrazioni proposte correttivi dai valori decimali, si è garantita la non penalizzazione delle aree già virtuose ed in buone condizioni territoriali ed ambientali, ma più di recente statiche, e la premiazione delle aree arretrate ma impegnate nell'implementare azioni e politiche di salvaguardia.

Il principale problema incontrato nella conduzione delle ricerche è stata la disomogeneità statistica ed informativa circa le aree ed i territori considerati, nel senso di non corrispondenza ad identiche unità territoriali dei vari dati disponibili o rilevati per ogni integrazione proposta. Le informazioni a disposizione o raccolte hanno riguardato infatti dimensioni territoriali ed amministrative diverse, essendo fornite rispettivamente da Regione, Province, Comuni, Consorzi irrigui, ATO, Bacini idrografici, Aree Montane, Comunità Montane, Comprensori, ecc. Istituzioni ed Enti con diversi ruoli e finalizzazioni delle informazioni disponibili, sempre riferite alle proprie aree di competenza ciascuna delle quali con diverse caratteristiche antropiche, territoriali, ambientali, fisiche. Occorre osservare inoltre che le dimensioni territoriali su cui insistono fenomeni antropici e comportamentali considerabili di tipo omogeneo sono assolutamente variabili nel tempo e dipendenti da percorsi storici complessi in senso economico e politico. Se si fossero assunti i bacini idrografici come aree di osservazione delle disponibilità idriche (quantitative e qualitative), per valutare le tendenze economiche in atto e previste, non sarebbe risultato utile, per quanto ragionevole e significativo, poiché i fenomeni antropici, economici e produttivi, i criteri del loro insediamento, le conseguenti incidenze territoriali, rispondono a logiche non razionali in senso ambientale ma solo economico. D'altra parte l'individuazione di aree di osservazione omogenee da un punto di vista antropico e programmatico per gli interventi necessari nell'ambito del problema scarsità idrica, avrebbe richiesto una quantità di osservazioni puntuali eccessiva, praticabile solo in tempi lunghi e con grandi difficoltà. Questo limite della disomogeneità delle osservazioni ha generato in questa ricerca la produzione di valutazioni e tabelle, con relativi Index, su basi territoriali non sempre comuni e talvolta poco omogenee secondo taluni criteri di aggregazione. L'unica aggregazione operativa di dati possibile è risultata quella geografica e mappale, dove per sovrapposizione sulle dimensioni territoriali prescelte, si sono fatte confluire le differenti informazioni e conoscenze.

Un secondo problema ha riguardato il problema della valutazione dell'inquinamento idrico, nel senso che risulta evidente come esso determini una riduzione di risorse direttamente utilizzabili, richiedendo un più o meno ampio intervento di recupero o disinquinamento, dai costi significativi nella prospettiva d'uso potabile ma anche in quella d'uso produttivo, industriale, turistico, ecc. venendo a determinare contingenti riduzioni nelle disponibilità (ad esempio con sospensioni nei consumi, divieti di balneazione fluviale e lacustre). Tuttavia si è scelto di considerare solo il tema della riduzione quantitativa e non quello della perdita di qualità idrica considerando quest'ultimo un aspetto riguardante essenzialmente i costi economici necessari per gli interventi di depurazione, senza una conseguenza immediata in termini di riduzione assoluta delle disponibilità, pur riconoscendo che l'inquinamento e la contaminazione delle risorse generano di fatto un tendenziale processo di desertificazione, (al limite con tutte le risorse inquinate si rimane senza acqua).

Un terzo problema di fondo ha riguardato le aree colpite da abbandono umano in relazione alla conseguente dispersione di risorse idriche o la loro riduzione in termini di disponibilità produttiva immediata, perdita o inaridimento delle sorgenti. Tuttavia è risultato difficile stimarne l'entità per assenza di rilevazioni ma anche per la consapevolezza si sia trattato e si tratti perlopiù di una loro minor disponibilità locale, non necessariamente generale potendo tali risorse idriche alimentare, per trasferimenti sotterranei, altre disponibilità locali.

Indice **Iui**.

Le integrazioni **Ii** relative al metodo Medalus sono state stimate nelle varie porzioni di territorio regionale su cui sono risultati disponibili dati o la raccolta di nuove informazioni. Relativamente agli usi produttivi agricoli considerati con il metodo Medalus, si sono individuati due indici di variazione delle disponibilità idriche con riferimento agli ultimi cinque anni, **Ic Carenza idrica**, intesa come variazione nelle disponibilità irrigue in atto, contingenti, **Id Deficit idrico**, inteso come limite alle espansioni produttive o territoriali pur richieste, per mancanza di risorse idriche. Per le altre criticità idrico-ambientali, (quindi non irrigue e non idropotabili), si è stimato un indice di criticità idrica e territoriale, (siccità e desertificazione), presente nei vari territori osservati, **It Criticità territoriale** di desertificazione.

I valori previsti possono assumere i valori: $Ic=[0/0,1/0,15/0,2]$ $Id=[0/0,1/0,15]$ $It=[0/0,1/0,15]$ dove il valore [0] indica una dinamica in assenza di peggioramenti o di scarsità progressiva, mentre i valori [0,1/0,15/0,2] segnalano dinamiche negative crescenti, incidendo infatti in modo progressivamente peggiorativo sugli Index Medalus (sono stati esclusi valori negativi, che avrebbero migliorato gli Index non essendo stati individuati casi o territori di incremento naturale delle risorse idriche o recupero di aree desertiche). Tali indici integrativi **Ii** sono stati “sommati” agli Index Medalus in quanto hanno rappresentato loro correzioni o integrazioni in base al peso attribuito agli effetti dell’azione antropica in quel determinato territorio, ed hanno modificato, migliorandole, le attribuzioni iniziali delle Classi di appartenenza Medalus. Per ogni porzione territoriale sono intervenuti uno o più indici, pur riguardando ciascuno problematiche diverse, per la possibilità di coesistenza territoriale, (ad esempio nel caso in cui nelle aree operative dei consorzi irrigui sono emerse eventuali problematiche di ulteriori situazioni di siccità locale); più raramente si è verificato il caso di un’incidenza dell’insieme di tutti gli indici. Questo ha significato che le integrazioni agli indici Medalus hanno agito in un intervallo massimo di valori [0-0,45].

Per le aree montane ed alto collinari si è stimato un indice relativo ad uno specifico fenomeno di desertificazione, quello umano o antropico, **Ia Abbandono umano**, valutato attraverso la problematica posta dalla diffusione di microdissesti idrogeologici, causati anche dall’assenza di manutenzione continua conseguente l’abbandono produttivo e residenziale. I valori previsti per l’indice integrativo abbandono montano sono stati $Ia=[0/0,1/0,15]$ sempre segnalando dinamiche negative crescenti.

Indice **Psi**.

Gli indici integrativi delle Politiche di salvaguardia, **Psi**, sono stati stimati, per quanto possibile, con riferimento alle stesse porzioni di territorio considerate per gli indici **Ii**.

L’indice **Pcd Politiche irrigue** è stato stimato relativamente alle risorse irrigue e alle politiche di salvaguardia realizzate negli ultimi cinque anni, con valori compresi nell’intervallo $Pcd=[-0,3/-0,2/-0,1/0]$. Per le criticità idriche generali si è stimato l’indice **Pt Politiche territoriali** per desertificazione, $Pt=[-0,1/0]$. I segni negativi nei valori degli indici hanno migliorato l’indice complessivo, stimando gli incrementi positivi nelle politiche di protezione delle risorse, dal maggiore incremento [-0,3], al medio [-0,1], alla presenza di attività ordinarie, valore [0]. Non si è considerata la possibilità di arretramento nella protezione ambientale, cioè valori positivi di **Pcd**, perché nella realtà regionale piemontese non sono apparsi peggioramenti o riduzioni nell’attività pubblica di tutela ambientale, dato il livello di attenzione e sensibilità sociale raggiunta.

Per le aree montane ed alto collinari colpite da abbandono umano, l’indice di variazione delle politiche di salvaguardia **Pa Politiche abbandono umano**, è stato stimato attraverso la valutazione delle azioni di tutela ambientale, (interventi previsti e finanziati), poste in essere negli ultimi cinque anni, con valori dal significato identico ai precedenti, dall’intensità massima dell’intervento di salvaguardia a quella minima $Pa=[-0,15/-0,1/0]$.

La Tabella 1 riassume le integrazioni dinamiche proposte e pertinenti agli Index Medalus relativi all’Intensità d’uso del suolo ed alle Politiche di salvaguardia.

Tabella 1. Integrazioni proposte agli Index Medalus.

Parametri MEDALUS	Index Iu (1/1,5/2)	Integrazioni proposte Ii
Iu Intensità d'uso del suolo	1. Territorio ad uso agricolo 2. Terreni a pascolo 3. Aree naturali 4. Aree estrattive minerarie 5. Aree ricreative	Ic Carenza idrica, irrigua [0/0,1/0,15/0,2] Id Deficit idrico, irriguo [0/0,1/0,15] It Criticità territoriale [0/0,1] Ia Abbandono umano [0/0,1/0,15]
Parametri MEDALUS	Index Ps (1/1,5/2)	Integrazioni proposte Pi
Ps Politiche salvaguardia	Protezione ambientale e territoriale	Pcd Variazioni politiche irrigue (-0,3/-0,2/-0,1/0) Pt Variazioni politiche territoriali (-0,1/0) Pa Variazioni politiche abbandono(-0,15/-0,1/0)

L'indice Medalus arricchito delle integrazioni è divenuto $MQIi=[(Iu + Ii)-(Ps + Pi)]^{1/2}=[Iui \cdot Psi]^{1/2}$ e rimanendo invariato nel metodo di valutazione, e quindi nel significato predittivo assunto, ha migliorato la conoscenza delle problematiche in atto in ogni porzione di territorio considerata ed in ogni destinazione d'uso prevalente considerata. (Da notare che Ii ha un segno positivo e peggiora l'indice Iu, ottenendo Iui, mentre Pi ha un segno negativo e migliora Ps, ottenendo Psi).

Gli Index Ic, Id, It ed Ia hanno contribuito all'individuazione dei processi di desertificazione determinati dalla riduzione di risorse idriche tradizionali o da nuove emergenze, quindi dei danni potenziali espressi dai soggetti direttamente coinvolti dalle conseguenze delle tendenze in atto, e dei benefici apportati dalle azioni e dai soggetti impegnati a correggerle.

2.5. Le fonti utilizzate.

Sul lato della domanda, per la determinazione degli indici Ic ed Id sono stati contattati come principali utilizzatori regionali di risorse idriche gli operatori agricoli in quanto maggiori consumatori in termini di "consumo effettivo" di acqua, nel senso di uso con restituzione ridotta a causa dell'evotraspirazione e dell'infiltrazione sotterranea, sempre al netto delle restituzioni nei corsi idrici superficiali. La ricerca si è realizzata richiedendo quindi informazioni in parte ex novo, interessando per le aree irrigue organizzate, i Consorzi irrigui di II grado, e per le aree non consorziate istituzioni competenti ed associazioni professionali, ed in parte assumendo le valutazioni già realizzate dalle istituzioni regionali e dalle comunità interessate. I Consorzi irrigui di II grado, come coordinatori dei Consorzi di I grado, hanno aderito ad una impegnativa raccolta di dati attraverso una inchiesta diretta con questionari ed interviste, offrendo informazioni relative alle variazioni osservate nelle disponibilità di ciascuna delle diverse risorse originarie utilizzate, valutando anche le variazioni nella loro incidenza percentuale sul prelievo totale realizzato. Il riferimento richiesto non ha riguardato la quantità di prelievo potenziale, relativa alle rispettive Concessioni storiche di prelievo, ma gli andamenti effettivi dei prelievi negli ultimi anni. In particolare ai Consorzi sono state richieste informazioni relative alle variazioni nelle disponibilità delle risorse per uso irriguo, individuate sia in quelle proprie localizzate sui propri territori, (fontanili, pozzi, invasi, sorgenti), sia quelle pubbliche in concessione in quanto demaniali (laghi, fiumi, torrenti, sorgenti), economicamente assimilabili ai beni collettivi, commons. In aggiunta si è richiesta una valutazione, basata solo sulle loro osservazioni, circa l'andamento delle fonti originarie (ghiacciai, riserve nevose), quindi informazioni sulle loro reti idriche, sulle produzioni realizzate nel loro ambito, ecc. Occorre notare che se l'assenza di una precisa misurazione quantitativa dei flussi idraulici prelevati, (ad esempio attraverso contatori), non consente una stima aritmetica delle variazioni intervenute, pur tuttavia nei Consorzi esse risultano precisamente percepite trattandosi di variazioni di un fattore produttivo essenziale, non sostituibile, che richiede il ricorso o a costose alternative (quando agibili) o a riduzioni e danni produttivi evidenti, sebbene il ruolo della risorsa idrica assuma una rilevanza assoluta in un breve intervallo stagionale. E' utile

ricordare che solo due piccoli Consorzi di II grado non hanno fornito tutti i dati richiesti, e si è dovuto raccogliarli tramite esperti esterni, mentre alcuni hanno girato le richieste ai Consorzi di I grado i cui dati sono stati poi assemblati, ottenendo nel complesso un efficiente e lusinghiero risultato conoscitivo, una informazione pressoché completa. Per alcune situazioni di particolare importanza o di scarsità di dati si è fatto ricorso ad integrazioni di esperti locali o regionali, ad istituzioni informate dalla loro attività regolatrice ed alle associazioni di rappresentanza dei produttori. Per le aree non consorziate, in Piemonte di non rilevanti estensioni ed in talune zone del tutto marginali nella loro incidenza, si sono intervistate persone esperte sia di istituzioni che di associazioni professionali locali. In sostanza, per quanto non siano mancate le difficoltà presso i Consorzi di II grado per effetto del loro ridotto avviamento temporale e della non perfetta e puntuale disponibilità dei dati richiesti, (in tal senso si è fornito un forte stimolo all'assunzione delle informazioni necessarie), e di una certa difficoltà dei Consorzi di I grado nel fornire dati, (anche nel timore di stimolare la percezione di una eccessiva dotazione idrica in base alle concessioni di prelievo storiche), la raccolta delle informazioni riflette con molto realismo e precisione le tendenze registrate negli ultimi cinque anni, il periodo preso in considerazione. Ad integrazione dei dati raccolti presso i Consorzi si sono contattati esperti e consulenti professionali, nonché centri di ricerca universitari, istituti specialistici, ed infine le rappresentanze degli utilizzatori, quali l'ANBI Piemonte (Associazione Nazionale Bonifiche Irrigazione), l'URBIP (Unione Regionale Bonifiche Irrigazioni Piemonte), e le Associazioni dei produttori agricoli.

Per la stima dell'indice **It** le fonti utilizzate sono state numerose e di difficile assemblaggio: a livello regionale il Piano Tutela delle Acque ed altri documenti della Regione Piemonte Direzione Ambiente, le Province, per le conoscenze raccolte dai servizi competenti, gli ATO, con i loro Piani di Ambito generati da ricerche abbastanza recenti, e tutte le analisi e ricerche realizzate per programmare e regolare correttamente la loro attività, ed infine le numerose conoscenze esistenti presso le rappresentanze degli operatori produttivi regionali.

Le fonti necessarie per la valutazione dell'indice relativo alle conseguenze dell'abbandono umano e della desertificazione umana, **Ia**, sono state le banche dati sui micro dissesti dichiarati dalle Comunità Montane, verificati e censiti dalla Regione Piemonte Assessorato alla Montagna, nell'ambito dell'attività del Coordinamento regionale delle politiche per la montagna e dell'attività delle Comunità Montane, ed anche in questo caso le competenze professionali presenti sul territorio.

Sul lato della offerta si è ritenuto che per la determinazione degli indici **Pcd** e **Pt** la miglior proxy fosse rappresentata dalle politiche del settore pubblico, inteso come regolatore e tutore delle risorse e delle disponibilità esistenti. Per questo le fonti prescelte sono state le raccolte dati in possesso degli Assessorati competenti della Regione Piemonte, nonché dei servizi operanti presso le istituzioni pubbliche preposte al controllo e governo del territorio, ARPA, Province, Enti locali, ATO. Tali fonti hanno consentito di raggiungere un elevato livello di completezza e precisione nelle informazioni riguardanti le porzioni di territorio interessate dalle rispettive politiche di salvaguardia. Per le aree interessate dall'abbandono umano le fonti utilizzate per la valutazione dell'indice relativo alle politiche di salvaguardia ambientale, **Pa**, sono state ancora le analisi dei progetti ed interventi di risistemazione dei micro dissesti redatte dal Coordinamento regionale delle politiche per la montagna e le aree forestali.

I valori degli Index **Pcd**, **Pt** e **Pa** hanno riflesso ovviamente l'azione antropica positiva, costruttiva, nel senso di azione pubblica come espressione delle preferenze sociali rivolte alla salvaguardia, che si realizza ed articola su due linee, la dimensione regolatrice e normativa e la dimensione operativa e realizzatrice. Per un necessario atteggiamento prudentiale, più che per altre stime è risultato difficile tradurre in indici tali politiche ed azioni, dovendone considerare sia la dimensione temporale, la tempestività, sia quella territoriale, l'estensione dell'intervento; ciò ha suggerito elevata prudenza nell'assegnare i punteggi ed ha consigliato l'assunzione di valori degli indici integrativi quali correzioni delle valutazioni territoriali iniziali.

3. Scarsità irrigua.

Considerando che la maggior domanda di risorse idriche in Piemonte viene generata dal settore agricolo per uso irriguo, ad essa è stata dedicata una attenzione maggiore, un capitolo specifico. I valori degli Index relativamente alle integrazioni proposte sono stati stimati assumendo come periodo di osservazione l'ultimo quinquennio nelle rispettive aree di competenza e/o rilevanza. I due indici integrativi, Ic ed Id, hanno raggiunto un notevole livello di completezza riguardando di fatto la quasi totalità della superficie agricola regionale e quindi dei prelievi superficiali e sotterranei. Sulla qualità della valutazione sintetica richiesta nei questionari inviati ai Consorzi sono necessarie comunque alcune considerazioni critiche che non ne riducono il valore ma evidenziano la complessità delle stime fornite: le valutazioni espresse hanno fatto riferimento all'intervallo temporale critico nella produzione agricola, cioè al periodo temporale estivo nel quale il fattore produttivo acqua diviene da necessario insostituibile, (con domanda perfettamente rigida), in grado di determinare l'esito del raccolto, (compresa la perdita totale), ed ha escluso quindi valutazioni extraprodottrive, di carattere ambientale, esaltando la specifica percezione locale della disponibilità idrica effettiva; la stima delle risorse idriche utilizzate, superficiali e sotterranee, è risultata problematica in conseguenza del fatto che per le prime non sono richieste misurazioni precise e per le seconde sono poco note le connessioni sotterranee, i collegamenti e le integrazioni tra le varie falde e riserve; l'operare progressivo del DMV, (deflusso minimo vitale), necessario per la salvaguardia ambientale, risulta essere vissuto dai Consorzi concessionari come ulteriore riduzione delle risorse disponibili, come domanda particolarmente competitiva nelle stagioni critiche per le produzioni agricole, e si ritiene sia determinato in termini troppo rigidi; la diffusione progressiva di riserve artificiali, soprattutto invasi, laghetti e pozze, i collegamenti idrici (canalizzazioni) tra bacini idrografici per conseguenti trasferimenti idrici, la messa in produzione di nuove riserve sotterranee (pozzi a notevoli profondità), non è risultata sempre percepita come scarsità progressiva ma specificità locale.

Per le aree agricole irrigue non consorziate, non molto rilevanti nel contesto regionale, le problematiche non sono risultate molto diverse rispetto a quelle delle aree in cui sono inserite, mentre le relative valutazioni si può ritenere siano state complete ed attendibili pur nella loro difficile sintesi, sia per la loro esiguità sia per l'assenza di valutazioni statistiche.

Pur con gli aspetti critici segnalati ed i rischi interpretativi conseguenti, proprio l'ampliamento della metodologia Medalus ha consentito di individuare e soppesare criticità produttive, causate dalla domanda antropica irrigua ed il suo ruolo nei processi di potenziale desertificazione, soprattutto ha evidenziando la dipendenza delle valutazioni della scarsità dagli aspetti economici correlati e quindi anche dai livelli di innovazioni adottati nei metodi irrigui e produttivi, confermando la necessità di una ricerca di contenimento dei consumi e di razionalizzazione nell'uso delle risorse, accanto ad una attenta ed articolata regolazione e conservazione ambientale. Una validazione indiretta della correttezza dei dati raccolti si è avuta osservando come le riduzioni dichiarate nei questionari dai Consorzi e le riduzioni segnalate nelle informazioni raccolte, abbiano trovato conferma e validazione nella loro sostanziale coincidenza con i dati ufficiali delle istituzioni regionali di controllo e con i dati relativi alle aree dei rispettivi bacini idrografici e comprensori irrigui. In sintesi le integrazioni degli indici Ic ed Id si possono considerare fondate e corrette, pur riflettendo valutazioni di parte. Esse hanno consentito di realizzare una prima stima dell'impatto dell'azione antropica relativamente alla riduzione risorse idriche irrigue e quindi dell'ampliamento del rischio di desertificazione territoriale.

3.1. I risultati delle rilevazioni presso i Consorzi Irrigui. Alcune osservazioni di carattere economico.

La Tabella 2 ha sintetizzato i dati rilevati dai Consorzi relativi alle loro fonti utilizzate ed alla loro riduzione nell'ultimo quinquennio, così come da essi registrata, al lordo quindi delle dispersioni o da altre particolari ragioni tecniche riduttive non segnalate, la cui incidenza tuttavia si è verificato

non essere significativa dal punto di vista statistico e dinamico trattandosi di una caratteristica costante e reiterata nel tempo. Le segnalazioni dei Consorzi hanno riguardato le criticità legate alle riduzioni nei prelievi stabilizzatisi negli ultimi anni, perlopiù inferiori alle concessioni storiche, ed evidentemente i periodi irrigui stagionali e non le problematiche annuali. Con le informazioni ottenute sono state realizzate mappe che hanno evidenziato graficamente, in dimensione regionale e locale, la situazione osservata, mentre le integrazioni con gli indici MQI Medalus si è risolta utilizzando come territori di riferimento le aree regionali individuate in precedenza nell'applicazione del metodo. Sempre la Tabella 2 ha raccolto una parte delle informazioni richieste ai Consorzi, che hanno incluso anche aspetti di tipo strutturale quali le reti di canalizzazione, i sistemi di prelievo, l'innovazione e l'efficienza nei sistemi irrigui, e di funzionamento quali la dimensione sociale, le prospettive di sviluppo e gli investimenti necessari, ed alcune osservazioni generali sul funzionamento del consorzio stesso.

Nelle aree consortili in dettaglio si è osservato come la riduzione dei contributi dei fontanili sia stata piuttosto significativa, mentre il ruolo dei pozzi, sebbene molto variabile, da fonte fondamentale a più di frequente semplice riserva, risulterebbe in crescita rispetto ad un precedente ruolo meno significativo, un probabile effetto delle progressive riduzioni delle risorse superficiali. Le risorse sotterranee hanno assunto un ruolo di maggior integrazione di prelievi e non solo nelle fasi stagionali critiche, pur comportando maggiori costi per le crescenti profondità delle falde, pur senza perdere in molte aree la precedente funzione di ultima opportunità nei casi di particolare siccità estiva. Sono sfuggiti necessariamente alle rilevazioni molti pozzi non di proprietà o non affittati dai Consorzi stessi, ma di proprietà privata extra consortile o di singoli produttori, pur soci consortili, e quelli abusivi nonostante l'obbligo della loro denuncia ed il loro censimento.

I prelievi dai laghi ed invasi richiedono alcune precisazioni, trattandosi di diversi tipi di utilizzazione: dai grandi laghi naturali si preleva perlopiù nei periodi di criticità delle fonti primarie routinarie, in situazioni di emergenza e tenendo conto della competitività con altri usi (turistico e di navigazione sui laghi maggiori, di pesca e ruolo ambientale nei minori); dagli invasi alpini si preleva compatibilmente con la produzione idroelettrica, quindi con forti e note problematiche stagionali estive, coincidenti con minori consumi energetici, o nei periodi di scarse precipitazioni meteoriche; dagli invasi realizzati al preciso scopo irriguo, per quanto i più recenti circondati di aree attrezzate per usi turistici, sportivi, ambientali, si preleva stagionalmente risolvendo così la maggior criticità locale, ma trovano un limite rilevante alla loro diffusione implicando notevoli investimenti iniziali e costi di manutenzione relativamente elevati; dalle riserve minime o dagli stagni realizzati localmente, individualmente, si preleva essenzialmente nei casi di estrema necessità, risultando alternative all'escavazione di pozzi, nelle aree in cui la impermeabilità del terreno lo consente; dagli invasi per usi diversi, quali per innevamento artificiale, non risulta sempre possibile il prelievo irriguo trattandosi spesso di acqua additivata di componenti chimiche favorevoli la glaciazione.

Gli invasi realizzati per scopo irriguo risultano porsi come soluzione di prospettiva molto desiderata dai Consorzi, ed in effetti risultano destinati ad una progressiva realizzazione e diffusione nelle aree pedemontane e della pianura (cuneese, astigiana, alessandrina), per fronteggiare, attraverso l'accumulo invernale, l'irregolarità e scarsità meteorica primaverile ed estiva.

I fiumi e torrenti sono rimasti la maggior fonte di approvvigionamento dei Consorzi irrigui, soprattutto sulla base delle storiche realizzazioni infrastrutturali (canalizzazioni) e delle concessioni d'uso. Per queste fonti e prelievi le riduzioni di disponibilità sono apparse assai rilevanti, sia per riduzioni nelle portate (dei fiumi e torrenti), sia per effetto dell'introduzione del criterio di salvaguardia del DMV, sebbene si debba ricordare che tali riduzioni sono vissute e segnalate dai Consorzi in base al loro uso stagionale e non al loro andamento annuale. Ma questo aspetto, occorre ribadirlo, è stato esattamente quello ricercato, quello effettivamente significativo come misura del rischio sia di riduzioni produttive e di reddito, sia di pre desertificazione, quantomeno stagionale.

Tab. 2. Fonti di approvvigionamento, loro incidenza e riduzione nelle disponibilità. Superficie irrigua, colture. Carenza idrica e deficit domanda offerta idrica.

CONSORZIO DI II° GRADO N =numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria).	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza dichiarata (stimata) Deficit
ASSOCIAZIONE IRRIGAZIONE EST SEZIA 1201	N=487 I=25% R=15% (dai fiumi)		La. Maggiore N=1 I=variabile (6%) R=10% Co= T M E	N=4 I=68% R=20% Co=M	G.Monte Rosa R=20%	ST= SI=	60%Riso 40%Mais	C=20% (20%) D= 20%
ASSOCIAZIONE D'IRRIGAZIONE OVEST SESIA 1202	N=250* I=30% R=10% E	N=5 I=1% Emergenza	La. Maggiore N=1 I=variabile (5%) R=10% Co= T M E	N=2* I=70% R=20% Co=M	G. Sella R=20%	ST=100000 SI=90000	70% riso 30% mais e ortofrutta	C=20% (17%) D=20%
CONSORZIO IRRIGUO MI MIGLIORAMENTO FONDIARIO ANGIONO FOGLIETTI 1203				N=1 I=100% R=25%	G. Va. Aosta R=25%	ST=3500 SI=3200	70%cereali 20%frutteti 10% altro	C=25% (25%) D=5%
CONSORZIO OSSOLANO IRRIGAZIONE 1204				N=4 I=100% R=20%	RN Alpi Ossolane R=20%	ST=150 SI=150	50% prato 25% ortaggi 25% frutteti	C=20% (20%) D=0%

CONSORZIO DI II° GRADO CONSORZIO DI II° GRADO N =numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria).	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza Deficit
COMPRESORIO IRRIGUO DEL CANAVESE 1205		N=1 I=5% riserva	In N=1 I=28% R=0 Co= E	N=1 I=67% R=25%	So Orco e Soana R=30%	ST=8000 SI=8000	45% mais 45% prato 10 % pioppeti	C=25% (17,5%) D=10%
CONSORZIO DEI COMUNI ED UTENTI INDUSTRIALI SULLA RIVA SINISTRA DELLA STURA 1206				N=2 I=100% R=30%	G. Va. Lanzo R=15%	ST=15000 SI=12000	Mais Grano Prato	C=30% (30%) D=20%
CONSORZIO IRRIGUO DELLE VALLI DI SUSA E CENISCHIA 1207				N=2 I=100% R=30%	G. Val Susa R=40%	ST=4462 SI=3446	Prato Ortofrutta	C=30% (30%) D=0%
CONSORZIO UNIONE BEALERE DERIVATE DALLA DORA RIPARIA 1208				N=1 Dora Riparia I=100% R=40%			Prato Cereali	C=40% (40%) D=5%
CONSORZIO VALSANGONE 1209		N=3 I=4,8% R=0%	N=1 I=21,2% R=10% Co=T A	N=1 I=73,9% R=10% Co=T	RN Val Sangone R=10%	ST=2648 SI=2648	Prato Mais Soia Ortaggi	C=10% (9,6%) D=10%
CONSORZIO CHISOLA – LEMINA 1210	N=20 I=10% R=75%	N=30 I=65% R= 0% con abbassamento falda		N=2 I=25% R=30%-100% C=M I	So. Risorgive R=20%	ST=3600 SI=3600	70% Mais 30% Prato	C=20% (22,5%) D=0%

CONSORZIO DI II° GRADO CONSORZIO DI II° GRADO N =numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria).	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza Deficit
CONSORZIO IRRIGUO VAL CHISONE - PINEROLESE 1211	N=2 I=1% R=30%	N=22 I=30% R=30% Co= MDV		N=2 (83) I=69% R=40% e qualità	RN V. Chisone V. Germanasca R=60%		Mais Prato Ortofrutta	C= 35% (37%) D= 10%
CONSORZIO IRRIGUO VAL PELLICE - CAVOURESE 1212	N=2 I=1% R=50%	N=20 I=33% R=30% CO=A. P.		N=3 I=66% R=50% CO= M. T. P. I.	RN V. Pellice R=60%		Ortofrutta Mais	C=35% (44,5%) D= 10%
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE CHIERESE ASTIGIANO 1213		N=20 I=87% R=10% Co=P. A.	La N=1 I=7% R=100% In N=5 I=6% R=50%			ST=1725 SI=1725	Mais Prato Ortofrutta	C=12% (18,7%) D=30%
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO SINISTRA PO - VALLE PO 1214		N=18 I=36% R=30%	La N=1 I=4% R=20%	N=1 I=60% R=30%		ST=8500 SI=7900	Frutta Prato Mais	C=20% (29,6%) D=20%
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO SALUZZESE - VARAITA 1215		N=20 I=40% R=5%		N=6 I=60% R=10%		ST=21.500 SI= 15.000	Ortofrutta Mais	C=10% D=5%
CONSORZIO IRRIGUO DI SECONDO GRADO DELLA PIANURA CUNEESE – TORINESE 1216		N=45 I=50% R=15%		N=5 I=50% R=20%	So Maira R=20%	ST=3500 SI=3500	Mais Frutta	C=15% D=30%

CONSORZIO DI II° GRADO N =numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria).	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza Deficit
COMPENSORIO IRRIGUO AREA SAVIGLIANESE 1217		N=20 I=50% R=5%		N=3 I=50% R=10%		ST=1000 SI= 900	Mais Frutta	C=10% D=5%
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO MAIRA BUSCHESE VILLAFALLETTESE 1218		N=35 I=50% R=30%		N=1 I=50% R=30%	So Maira R=30%	ST=7000 SI=6896	Frutta Mais	C= 30% (30%) D= 30%
ASSOCIAZIONE IRRIGUA VALLE MAIRA 1219				N=3 I=100% R=50%	RN R=50%	ST=6348 SI=6348	Frutta Mais Ortaggi	C= 50% (50%) D= 10%
AGGREGAZIONI CONSORZI IRRIGUI RISORGIVE MELLEA CENTALLESE 1220	N=4 I=10% R=75%	N=18 I=60% R=10%		N=1 I=30% R=35% Co=M.	So Grana Mellea R=50%	ST=5500 SI=5500	Mais Prato	C= 25% (24%) D= 20%
AGGREGAZIONE CONSORZI D'IRRIGAZIONE SINISTRA STURA DI DEMONTE siglabile "A.C.I.S.S." 1221		N=13 I=30% R=10% magg. profond.		N=1 I=70% R=35% Co=M			Mais Frutta	C= 30% (28%) D= 0%
AGGREGAZIONE CONSORZI D'IRRIGAZIONE VALLE GRANA – CARAGLIESE 1222		N=3 I=10% R= 0% magg. prof. (180mt)		N=1 I=90% R=40%	So Grana R=40%	ST=2168 SI=2168	40% prato 30% mais 30%ortofrutta	C= 30% (40%) D= 5%
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE COMPENSORIALE DI II GRADO FOSSANESE BRAIDESE 1223		N=15 I=9% R=20%		N=2 I=91% R=40%	So Stura e Gione R=70%	ST=8300 SI=8300	Mais Frutta ortaggi	C=35% (37,8%) D=20%

CONSORZIO DI II° GRADO N =numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria).	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza Deficit
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO BEALERA MAESTRA - DESTRA STURA 1224	N=5 I=8% R=90%	N=7 I=42% R=20%		N=3 I=50% R=20%	So V. Stura R= 20%	ST=11496 SI=10400	Mais Prato Cereali Ortofrutta	C= 20% (26,6%) D=60%
VALLE GESSO - VALLE VERMENAGNA - CUNESE- BOVESANO siglabile "CVGVCB" 1225		N=2 I=50% R= maggior profondità		N=2 I=50% R=50% Co=P	G. Monte Gelas R=60-70%		Prato Mais Ortaggi Nocciole	C=35% (25%) D=20%
CONSORZIO DEL PESIO 1226	N=19 I=20% R=13%	N=4 I=7% R=30% Co= A.	N=2 L Pianfei I Prà I=18% R=30% Co= T. A.	N=9 (5+4) I=55% R=30%	RN V. Ellero V. Pesio Monte Bisalta Pogliola R=40%	ST=9100 SI=4500	Mais Prato Ortaggi Nocciole	C=25% (25,3%) D=15%
CONSORZIO IRRIGUO COMPENSORIO VALLI ELLERO, CORSAGLIA, CASOTTO 1227				N=3 I=100% R= 40% Co=P		ST=2000 SI=1168	Prato Mais	C=40% (40%) D=70%
ASSOCIAZIONE CONSORZI DI IRRIGAZIONE ALTA VALLE TANARO CEBANO DELLA PROVINCIA DI CUNEO 1228				N=6 I=100% R=20% Co=E		ST=1433 SI=1433	Prato Cereali Ortofrutta	C=20% (20%) D= 5%
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE COMPENSORIALE DI II GRADO TANARO ALBESE - LANGHE ALBESI 1229				N=1 I=100% R=20%		ST=3750 SI=3.079	40% mais grano 25% prato 25% ortofrutta 10% legnose	C=20% (20%) D=22%

CONSORZIO DI II° GRADO CONSORZIO DI II° GRADO N=numero I=incidenza R=riduzione Co=competizione (T turismo E energia M minimo deflusso vitale A ambiente P potabile I industria)	Fontanili	Pozzi	La=Laghi In=Invasi	Fiumi Torrenti	G ghiacciai perenni RN riserve nevose So sorgenti	Superficie Irrigua ST totale SI irrigata	Colture prevalenti	Carenza Deficit
CONSORZIO IRRIGUO ROERO 1230		N=8 I=95% R=0% Maggior prof.	N=1 I=5% R=0% Co=T				Legnose Frutta	C=10% D=5%
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO ALTA LANGA-BORMIDA E UZZONE 1231		N=1 I=20% R=0%	In N=7 I=50% R=0%	N=1 I=30% R=70%		ST=2000 SI=500	Mais Prato Frutta	C=20% (21%) D=50%
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE DI SECONDO GRADO DESTRA PO - AGRO CASALESE 1232			In N=1 I=50% R=30%	N=1 I=50% R=30%		ST=12800 SI=6000	Mais Prato	C=30% (30%) D=50%
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE CANALE DE FERRARI 1233				N=1 I=100% R=10%		ST=2250 SI=1200	Mais Grano Prato	C=10% (10%) D=20%
CONSORZIO IRRIGUO DESTRA BORMIDA 1234	N=1 I= riserva	N=3 I=3% R=10%	In N=2 I=7% R=0%	N=3 I=90% R=10% Co=P.		ST=8735 SI=4258	Mais Pomodoro Ortofrutta	C=9% (9,3%) D=30%
CONSORZIO ALESSANDRINO ORIENTALE SCRIVIA 1235		N=7 I=21,3% R=0% Co=0%		N=2 I=78,7% R=24% Co=M.		ST=3435 SI=3260	Mais Ortaggi	C=20% (19,4%) D=20% (+10%)
CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE 1236		N=10 I=5% R=10%	In N=3 I=25% R=15% Co= E. P.	N=1 I=70% R=15%	G. Sella R=20%	ST=17000 SI=14430	Riso Mais	C=15% (14,3%) D=15%

Fonte. Rilevazione diretta presso i Consorzi.

Fig. 1. Carenza idrica in atto nei comprensori irrigui di II° grado

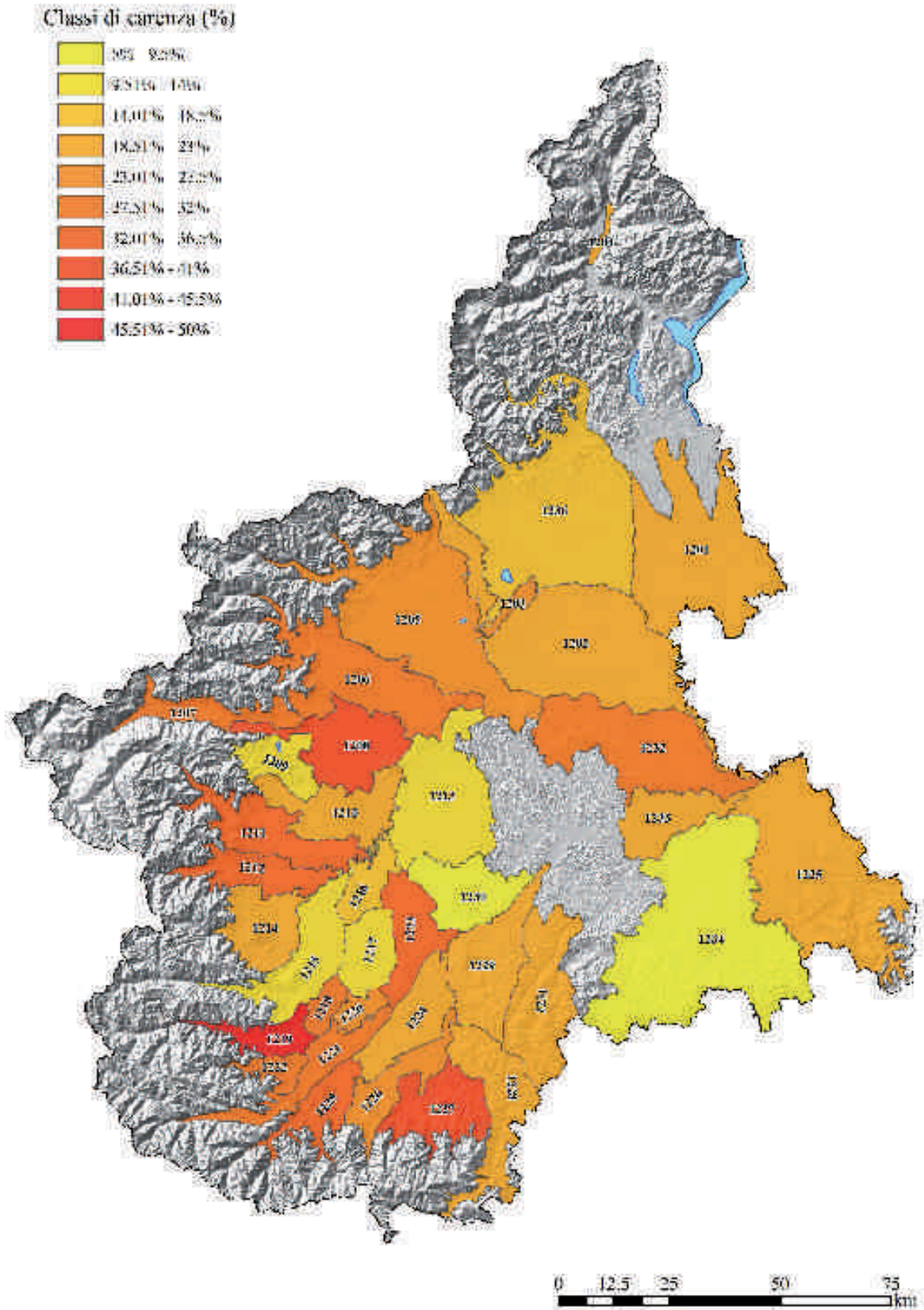
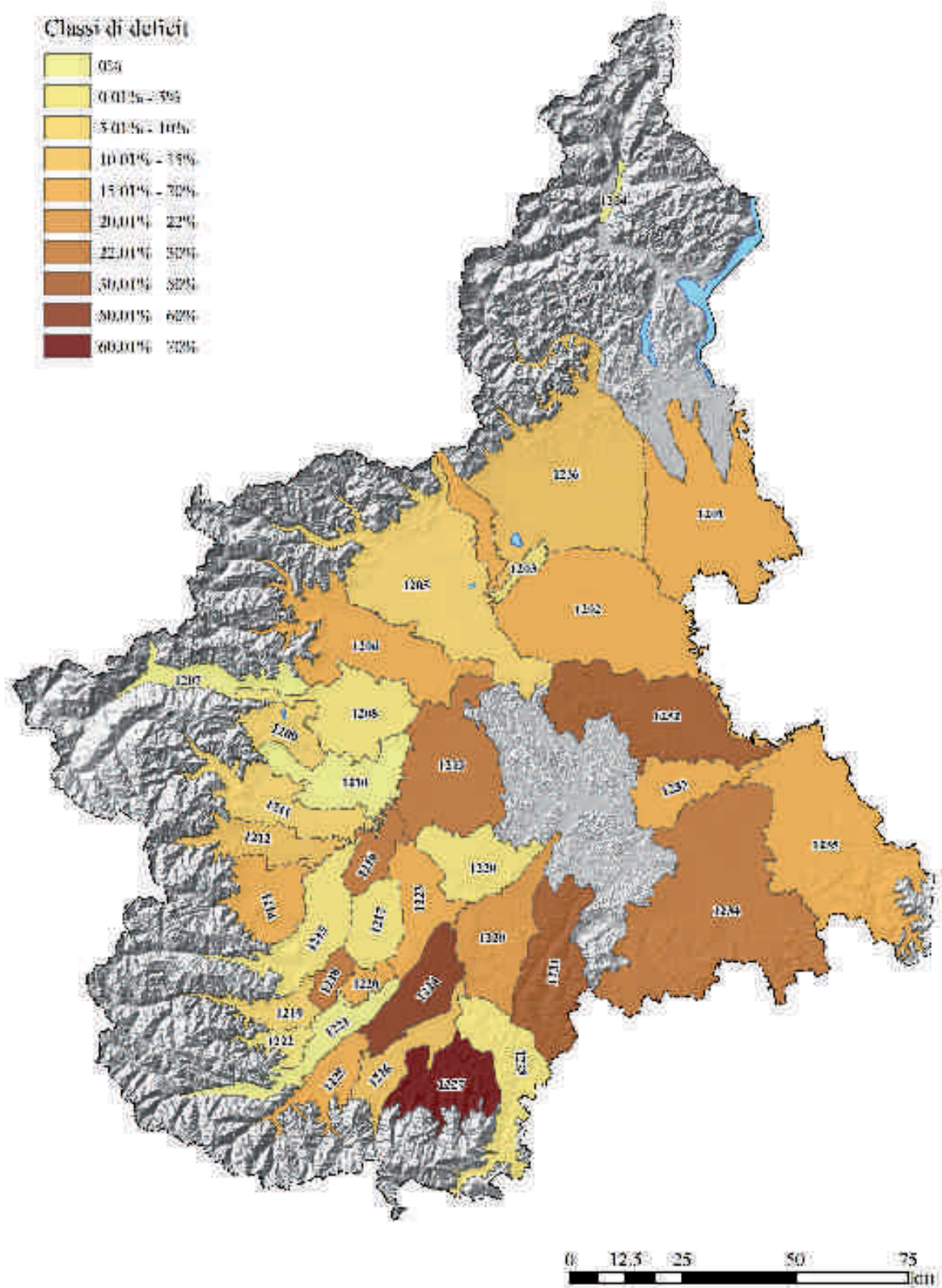


Fig. 2. Deficit idrica rispetto alla domanda emergente nei comprensori irrigui di II° grado



Le risorse originarie, Ghiacciai e Riserve nevose, sono state indicate solo per una verifica dello stretto ed ovvio legame di causazione tra le Carenze ed i Deficit dichiarati e le variazioni nelle grandi riserve naturali superficiali, in quanto volani idrici in grado di alimentare i flussi superficiali ed in modo non ancora sufficientemente noto, quelli sotterranei. Il dato esprime nel contempo la piena consapevolezza dei gestori dei Consorzi, ma di tutti gli esperti ambientalisti, della gravità delle riduzioni in atto e della necessità di interventi di breve e lungo periodo che possano porvi rimedio.

Le superfici utilizzanti le risorse idriche evidenziano due aspetti significativi dell'azione antropica riguardanti sia le situazioni in atto che le tendenze di prospettiva: da un lato in quasi tutti i Consorzi la superficie irrigata effettivamente, e negli ultimi anni, risulta inferiore a quella totale irrigabile, rimasta l'area dichiarata per definire la dimensione delle concessioni di prelievo; da un altro lato si segnala frequentemente una impossibilità di espansione delle superfici servite. La riduzione risulta dipendere da un non rilevante ma crescente abbandono agricolo, da una riduzione delle superfici produttive agricole per espansione delle aree urbanizzate, abitazioni ed infrastrutture, infine da parziale riduzione delle coltivazioni maggiormente idroesigenti. Contestualmente si segnala con molta frequenza l'impossibilità di espandere le superfici servite o le colture con maggior idroesigenze (mais), ma anche nuove superfici non servite ma consorziate, ed infine e soprattutto per espansione di nuove aree irrigue e nuovi potenziali soci utilizzatori. Molti Consorzi non sono nelle condizioni di servire i propri soci se essi decidessero di sostituire le attuali produzioni con altre dalle maggiori esigenze idriche. Un disequilibrio che rischia di sclerotizzarsi, piuttosto che un equilibrio precario risolto con più o meno fortuna nelle ricorrenti situazioni di difficoltà, i cui costi individuali sono rappresentati dalle perdite reddituali ed i costi sociali dalle perdite nel PIL regionale, oltre che nell'impoverimento dei terreni e territori, nel degrado ambientale.

I dati relativi alle colture prevalenti sono stati richiesti unicamente con l'intenzione di tentare la valutazione di una dimensione economica dei danni derivanti dalla riduzione produttiva in atto e dalla mancanza di possibilità espansive per i produttori, salvo verificare successivamente il fatto che le indicazioni fornite non possono risultare sufficienti alla definizione esatta di tale dimensione, semmai solo del suo ordine di grandezza dei danni.

L'ultima colonna raccoglie i dati di Carenza e Deficit i cui valori attestano la presenza di difficoltà sia nello stato attuale, sia nelle prospettive di crescita. Pur con la prudenza necessaria nel considerare le risposte fornite dai Consorzi irrigui, in quanto soggetti rappresentanti gli interessi delle imprese fruttrici, spesso eccessivamente insoddisfatte per un tipico atteggiamento umano, è risultata evidente una significativa limitazione delle risorse, in particolare sotto forma di Carenza (scarsità per riduzione in atto). Infatti si osserva che: 7 Consorzi hanno dichiarato una carenza di oltre il 30%; 10 Consorzi una riduzione fino al 30%; 10 Consorzi una riduzione fino al 20%; 8 Consorzi una riduzione fino al 15%, e solo 1 Consorzio ha dichiarato assenza di riduzioni in atto. Uno scenario preoccupante sebbene riferito limitatamente al periodo irriguo estivo, occorre ribadirlo, che tuttavia può indurre limitazioni nelle scelte colturali e penalizzazioni nei redditi conseguiti nel settore. La Carenza idrica individuata non dovrebbe rappresentare un elemento determinante e condizionante la permanenza dei giovani agricoltori nel settore, tuttavia potrebbe risultare, se progressiva, elemento di riduzione della competitività delle imprese attraverso i maggiori costi del fattore produttivo idrico, specie in una prospettiva di medio e lungo periodo. L'Index Ic ha contribuito quindi all'esame dei processi di desertificazione con il metodo Medalus attraverso la valutazione dell'impoverimento idrico territoriale, attraverso la registrazione della percezione delle comunità produttive locali.

Per quanto concerne il Deficit (mancanza di risorse per espansione) si è osservato che: 4 Consorzi hanno dichiarato una mancanza oltre il 30%; 5 Consorzi una mancanza fino al 30%; 11 Consorzi una mancanza fino al 20%; 11 Consorzi una mancanza fino al 10% e solo 5 Consorzi non denunciano limitazioni ad eventuali espansioni delle superfici, di nuove colture idroesigenti o di nuovi soci. I valori dei Deficit segnalati nei questionari distribuiti, cioè i valori delle contrazioni nelle possibilità di espansione territoriale e produttiva, hanno riflesso vincoli assai rilevanti e

sembrerebbero pregiudicare o limitare vistosamente le prospettive di crescita produttiva locale nell'autosufficienza idrica, richiedendo o imponendo interventi di regolazione, adeguamento delle risorse, quindi di innovazione produttiva verso il risparmio idrico che possano consentire la crescita produttiva del settore agricolo in equilibrio con le restanti crescite economiche settoriali, così come del territorio e dell'ambiente. Questa appare una condizione essenziale affinché vengano evitati l'abbandono progressivo e/o la riduzione dei redditi realizzati nel settore agricolo, tanto da pregiudicare la conservazione produttiva dei territori regionali accanto alla bellezza del paesaggio storico autoctono. L'Index Id ha contribuito quindi all'esame dei processi di desertificazione, (come impoverimenti idrico), attraverso la registrazione della percezione delle comunità produttive locali circa l'evoluzione delle risorse nel futuro prossimo. Le valutazioni dei Deficit hanno incluso sia le previsioni circa l'attuarsi di elementi esogeni, sulla base di progetti di innovazioni razionalizzanti i consumi, le colture agrarie, le innovazioni colturali, le competizioni con usi ulteriori ed alternativi, sia le previsioni circa l'attuarsi di elementi endogeni riferibili agli andamenti nelle disponibilità originarie, che includono aspettative adattive (del tipo "ciò che è stato nel recente passato si replica nei cicli e trend futuri").

Alcune osservazioni di carattere economico.

Una prima osservazione riguarda il fatto che le valutazioni in senso economico delle consistenze delle disponibilità di risorse primarie considerate e delle loro variazioni, sono dipese anche da alcuni parametri del sistema idrico locale e regionale, da un lato di tipo territoriale e comportamentale (parametri endogeni), quali la configurazione del territorio, l'ubicazione in esso del fruitore, l'efficienza della rete distributiva, l'efficienza nelle tecniche irrigue utilizzate, e da un altro lato da parametri di tipo normativo ed ambientale (parametri esogeni) quale la regolazione d'uso delle risorse (concessioni, misurazioni, tariffe), l'intensità delle precipitazioni meteoriche. I parametri di tipo comportamentale e territoriale hanno riflesso l'organizzazione dei sistemi irrigui nel loro carattere di uso temporale, stagionale e contestuale, da parte di tutti i soci, con una organizzazione assimilabile a quella di una filiera orizzontale, ma allo stesso tempo di uso in successione, con una organizzazione assimilabile ad una filiera verticale (tutti dipendono dalle risorse generali ed ognuno dal collega produttore confinante).

I primi parametri (endogeni) hanno riflesso il comportamento antropico attraverso le tecniche utilizzate nei sistemi irrigui, la razionalità e correttezza d'uso delle risorse disponibili, la congruità delle scelte colturali e produttive rispetto al territorio utilizzato. Un sistema di canali, una rete idrica, può essere considerato secondo la teoria economica caratterizzato da rendimenti crescenti, come in genere le reti distributive, almeno sino al punto di saturazione. Tuttavia accanto a tali rendimenti da rete nel caso idrico, di uso in successione (in cascata) e ripetuto (multiplo) delle stesse risorse da parte di soggetti ed aree irrigue collocate con le superfici servite in successione tra loro, occorre considerare in negativo un ulteriore aspetto. Le reti per il trasporto idrico, intese come impianti e tecniche produttive, (distributive di fattore produttivo), risulterebbero caratterizzate da funzioni produttive a rendimenti decrescenti per effetto del consumo della risorsa, sia per un coefficiente di dispersione ambientale e perdite nel trasporto, sia per un coefficiente relativo all'evotraspirazione sui terreni irrigati con riduzione delle restituzioni. Tali coefficienti risultano ambedue e ciascuno funzione dell'ampiezza delle superfici servite e delle distanze di trasferimento, della manutenzione ed investimenti nelle reti distributive.

I secondi parametri, di tipo normativo ed ambientale (esogeni), sono risultati poter modificare l'efficienza dei sistemi irrigui, quindi i rendimenti della funzioni produttive, incidendo sulle disponibilità di risorse, in base al grado di regolazione regionale e consortile dei prelievi, al regime di proprietà privata o pubblica delle fonti originarie, alle politiche di incentivazione o costrizione all'ammodernamento degli impianti, alla loro efficienza e razionalità, al sistema di tariffazione utilizzato, ai criteri di concessione d'uso, al livello di tutela territoriale ed ambientale.

Con riguardo alla valutazione economica del settore ed in esso della consistenza delle risorse disponibili e della loro variazione in riduzione o incremento, si sono considerati anche lo sviluppo di forme di integrazione delle diverse risorse originarie, di collegamento ed interdipendenza delle

reti idriche (in situazioni di scarsità), ma anche il crescente prelievo sotterraneo, da pozzi e fontanili, che è apparso porre crescenti difficoltà e costi di estrazione, i cui effetti appaiono nelle riduzioni delle portate dei fontanili, nell'abbassamento delle falde superficiali, nelle crescenti profondità di estrazione idrica da pozzi, nei maggiori costi di salvaguardia da rischi di contaminazione delle riserve profonde. Tutto ciò si è riverberato in maggiori e crescenti costi d'uso della risorsa stessa in quanto fattore produttivo ed alimento insostituibile (acqua potabile) per consumo umano.

In sintesi la scarsità delle risorse, come specifico contributo dell'azione antropica, appare definirsi attraverso i criteri di distribuzione, di tariffazione e d'uso delle stesse. Inevitabilmente ciò comporta che in una prospettiva di carenza idrica naturale, quindi di competizione tra vari usi alternativi, verranno ad assumere progressiva rilevanza i criteri di concessione e di distribuzione. Da un lato i criteri di utilizzo e regolazione delle risorse con riguardo alla collocazione dei soggetti lungo le filiere irrigue, a monte ed a valle, da un altro lato i criteri di ripartizione ad esempio con i settori concorrenti, turismo invernale ed estivo, produzione energetica, acqua potabile, usi industriali.

3.2. La stima delle situazioni di Carenza e Deficit, indici Ic Id.

Ic. Dalla Tabella 2 precedente si è derivata la Tabella 3 in cui sono riportati i valori definiti di **Carenza** idrica in atto ed i corrispondenti Index, cioè l'indicazione della mancanza attuale, (stimata come valore medio degli ultimi cinque anni), di risorse idriche sufficienti a soddisfare la domanda dei soci coltivatori. I valori di Carenza vengono presentati sia come valutazione della riduzione *complessiva* di risorse idriche registrata da parte (degli utenti) dei Consorzi, sia come media ponderata delle riduzioni di *ciascuna fonte* utilizzata, sempre come registrata da parte (degli utenti) del Consorzio, (dato indicato in parentesi): i lievi scostamenti in detrazione o incremento, sono da attribuire essenzialmente alle sovra e sottostime delle riduzioni parziali, di ciascuna fonte utilizzata. I dati indicati, occorre ribadirlo, sono corrisposti ai prelievi effettivi (ed effettuati) inferiori rispetto ai prelievi potenziali, cioè ai diritti di prelievo derivanti da abbondanti concessioni storiche, ora di competenza regionale, e legati alle superfici irrigate storicamente; quindi la stima della Carenza ha riguardato le riduzioni in atto nei prelievi conseguenti soprattutto le minori disponibilità fisiche e le variazioni colturali intervenute negli ultimi anni, caratterizzate da maggiori idroesigenze (mais), e marginalmente gli ampliamenti delle aree irrigue. I dati sulla Carenza sono stati riferiti necessariamente all'emergere di problematiche solamente stagionali, ma di assoluto rilievo, poiché l'uso irriguo pur riguardando un intervallo temporale limitato, i tre mesi estivi, risulta determinante per l'esito produttivo, fino al suo annullamento, oltre che essere significativo sul piano ambientale. I dati sulla Carenza sono stati trasformati in Index dai seguenti valori: 0 per assenza di variazioni (la realtà migliore); 0,1 per decrementi fino al 15% (la realtà media inferiore); 0,15 per decrementi fino al 30% (la realtà media superiore); 0,2 per decrementi maggiori (la realtà peggiore). L'Index individuato ha assunto quindi i valori $Ic=[0/0,1/0,15/0,2]$ per gli intervalli relativi alle riduzioni percentuali di risorse idriche [(0%)(1-15%)(16-30%)(>30%)].

Id. Questo secondo Index definito sinteticamente **Deficit** idrico, è stato stimato in relazione alle variazioni previste dai Consorzi nelle future disponibilità di risorse e nella futura domanda degli utilizzatori sulla base delle conoscenze attuali e del trend registrato negli ultimi (cinque) anni. Tale Index, riportato in Tabella 4 ricavandolo sempre dalla precedente Tabella 2, ha voluto stimare la percezione di future difficoltà, attraverso la previsione delle tendenze nelle disponibilità di risorse idriche future a fronte di richieste di ampliamenti delle superfici irrigue. In altri termini le difficoltà previste nel garantire prevedibili incrementi di necessità irrigue per ampliamenti delle superfici o per ulteriori cambiamenti produttivi. Tale Deficit è stato rilevato attraverso la presenza di domande insoddisfatte di maggiori risorse o per colture maggiormente idroesigenti, o per nuove superfici irrigue degli attuali soci, o per nuove adesioni di produttori e per espansione delle aree servite. Si è trattato quindi delle valutazioni espresse in termini più di impossibilità, che di difficoltà, a soddisfare nel futuro immediato le richieste già esistenti ed in attesa di accettazione, ed ha segnalato

le difficoltà relative ad una eventuale espansione delle produzioni agrarie locali, spesso necessaria o insostituibile in termini di ricavi per gli agricoltori; ha quindi segnalato indirettamente anche la crescita dei rischi di desertificazione e di necessaria salvaguardia ambientale. Questo dato ha rivelato quindi le previsioni e le aspettative formulate dai gestori e dai soci fruitori con riferimento al proprio territorio e sulla base delle conoscenze disponibili, (aspettative adattive basate su un trend lineare nei macro andamenti economici e produttivi).

I valori assunti dall'Index hanno riguardato le dinamiche registrate negli ultimi cinque anni sempre dai Consorzi irrigui di II grado con i seguenti significati: 0 per assenza di deficit (la realtà migliore, quella che consente espansioni ulteriori) e per deficit rispetto alle richieste esistenti fino al 10%; 0,1 per deficit rispetto alle richieste esistenti fino al 20% (la realtà media); 0,15 per deficit maggiori (la realtà peggiore). L'Index individuato diviene quindi $I_d = [0/0,1/0,15]$ per $[(0-10\%)(11-20\%)(>20\%)]$. Come già segnalato per le aree extra consortili ma appartenenti ai comprensori irrigui regionali, i due indici sono stati individuati facendo ricorso alle competenze di esperti delle istituzioni e delle associazioni di categoria, nonché a professionisti ed operatori di settore.

Tabella 3. Carenza idrica per uso irriguo indice $I_c = [0/0,1/0,15/0,2]$. Deficit idrico per uso irriguo indice $I_d = [0/0,1/0,15]$. Indice I_{cd} somma dei due indici precedenti. Tutti indici numerici positivi con valori assoluti maggiori per condizioni peggiori. Carenza e Deficit in valori %.

CONSORZIO IRRIGUO DI II° GRADO	Index I_c	Carenza (%)	Index I_d	Deficit (%)	Index I_{cd}
EST SESIA 1201	0,15	20%(20%)	0,1	20%	0,25
OVEST SESIA 1202	0,15	20%(17%)	0,1	20%	0,25
ANGIONO FOGLIETTI 1203	0,15	25%(25%)	0	5%	0,15
OSSOLANO 1204	0,15	20%(20%)	0	0%	0,15
DEL CANAVESE 1205	0,15	25%(17,5%)	0	10%	0,15
SINISTRA DELLA STURA 1206	0,15	30%(30%)	0,1	20%	0,25
VALLI DI SUSÀ E CENISCHIA 1207	0,15	30%(30%)	0	0%	0,15
BEALERE DORA RIPARIA 1208	0,2	40%(40%)	0	5%	0,2
VALSANGONE 1209	0,1	10%(9,6%)	0	10%	0,1
CHISOLA – LEMINA 1210	0,15	20%(20%)	0	0%	0,15
VAL CHISONE – PINEROLESE 1211	0,2	35%(37%)	0	10%	0,2
VAL PELLICE – CAVOURESE 1212	0,2	35%(44,5%)	0,1	15%	0,3
CHIERESE ASTIGIANO 1213	0,1	12%(18,7%)	0,15	30%	0,25
SINISTRA PO - VALLE PO 1214	0,15	20%(29,6)	0,1	20%	0,25
SALUZZESE – VARAITA 1215	0,1	10%	0	5%	0,1
PIANURA CUNESE – TORINESE 1216	0,1	15%(17,5%)	0,15	30%	0,25
AREA SAVIGLIANESE 1217	0,1	10%	0	5%	0,1
MAIRA-BUSCHESE-VILLAFALLETTESSE 1218	0,15	30%(30%)	0,15	30%	0,3
VALLE MAIRA 1219	0,2	50%(50%)	0	10%	0,2
RISORGIVE MELLEA CENTALLESE 1220	0,15	25%(24%)	0,1	20%	0,25
SINISTRA STURA DI DEMONTE 1221	0,15	30%(28%)	0	0%	0,15

VALLE GRANA – CARAGLIESE 1222	0,15	30%(40%)	0	5%	0,15
FOSSANESE BRAIDEESE 1223	0,2	35%(37,8%)	0,1	20%	0,3
BEALERA MAESTRA-DESTRA STURA 1224	0,15	20%(25,6%)	0,15	60%	0,3
VALLE GESSO E VERMENAGNA – CUNEESE- BOVESANO 1225	0,2	35%(25%)	0,1	20%	0,3
CONSORZIO DEL PESIO 1226	0,15	25%(30%)	0,1	15%	0,25
ELLERO, CORSAGLIA, CASOTTO 1227	0,2	40%(40%)	0,15	70%	0,35
ALTA VALLE TANARO CEBANO CN 1228	0,2	20%(20%)	0	5%	0,2
TANARO ALBESE - LANGHE ALBESI 1229	0,15	20%(20%)	0,15	22%	0,3
CONSORZIO IRRIGUO ROERO 1230	0	0%	0	5%	0
ALTA LANGA-BORMIDA E UZZONE 1231	0,15	20%(21%)	0,15	50%	0,3
DESTRA PO - AGRO CASALESE 1232	0,15	30%(30%)	0,15	50%	0,3
CONSORZIO CANALE DE FERRARI 1233	0	0%(0%)	0,1	20%	0,1
CONSORZIO DESTRA BORMIDA 1234	0,1	10%(9,3%)	0,15	30%	0,25
ALESSANDRINO ORIENTALE SCRIVIA 1235	0,15	20%(19,4%)	0,1	20%	0,25
BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE 1236	0,15	15%(14,3%)	0,1	15%	0,25

Fonte. Rilevazione diretta presso i Consorzi.

Gli Index **Ic** stimati hanno segnalato nella loro sinteticità un dato comune risultante da quasi tutte le dichiarazioni: una sostanziale riduzione delle risorse disponibili e quindi indirettamente un incremento del rischio di situazioni tendenzialmente desertiche. Gli Index **Id** a loro volta hanno segnalato una previsione, ampiamente diffusa, circa la tendenza verso ulteriori riduzioni di risorse e quindi l'attuale difficoltà, quasi impossibilità, ad espandere le aree irrigue e/o la crescita produttiva di colture idroesigenti. Implicitamente ciò significa aver accettato l'idea ed anche la necessità di dover progettare ed acquisire innovazioni razionalizzanti i consumi, le colture agrarie, anche per scongiurare eventuali competizioni con usi locali alternativi che virtualmente già si è affacciata. Gli stessi Consorzi hanno preso atto, come si osserverà successivamente, della necessità di maggior regolazione e di conseguenti più efficaci politiche di salvaguardia.

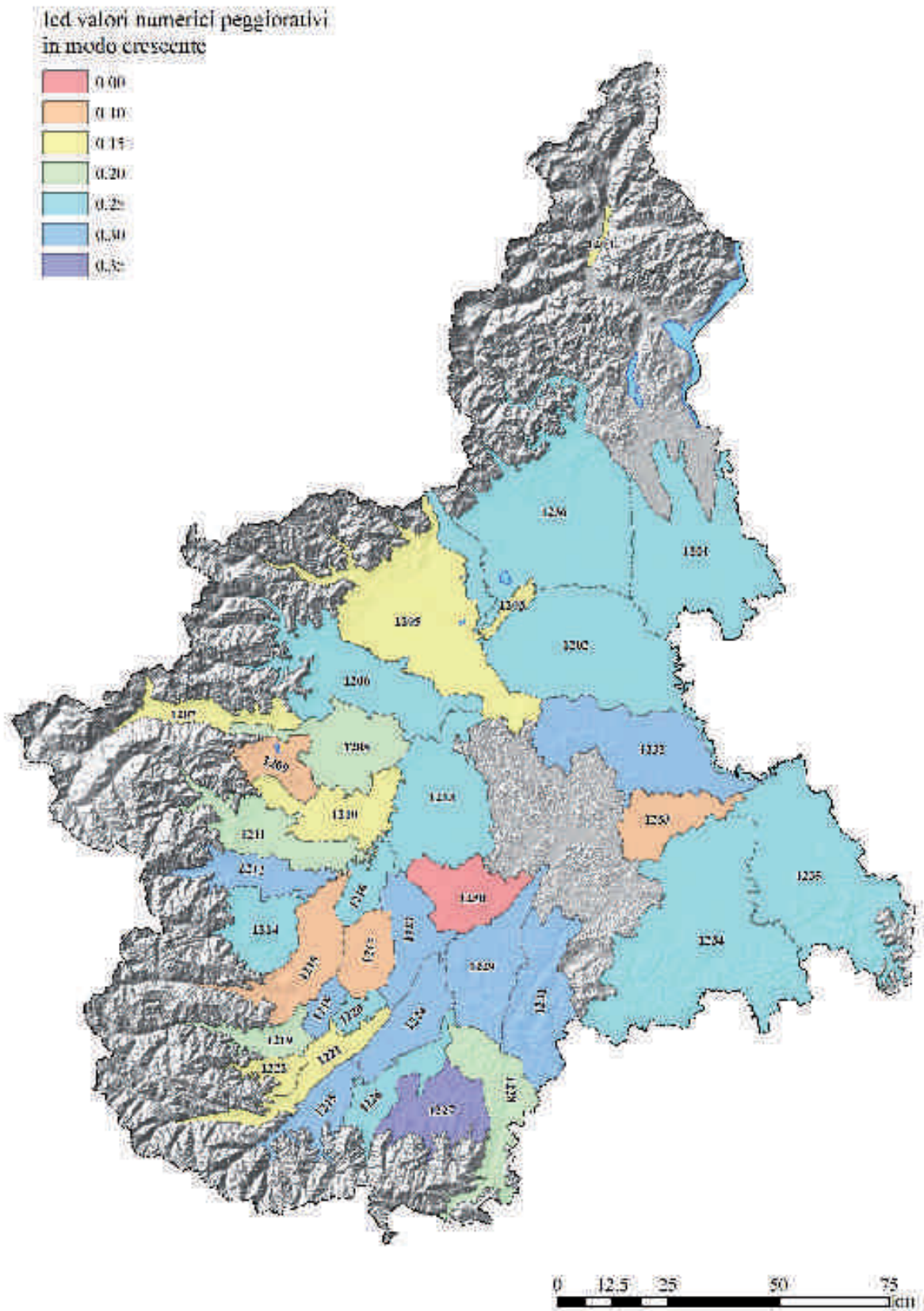
L'indice complessivo **Icd** somma dei due singoli indici ha segnalato per ogni area consortile l'effetto combinato e cumulato della carenza e dei deficit idrici stimati. I valori sono risultati variare, ovviamente, da 0 a 0,35, esattamente [n°1=0 n°4=0,1 n°7=0,15 n°4=0,2 n°11=0,25 n°8=0,3 n°1=0,35], con un accumulo nei valori superiori, il cui significato sembra poter essere quello di scarsità diffusa, non più trascurabile o comunque ad un livello di rischio che richiede maggior attenzione e ricerca di soluzioni nuove. I Consorzi irrigui hanno segnalato quindi, aldilà delle specifiche situazioni, l'esistenza più che l'emergenza, per quanto da loro osservato e vissuto, di una problematicità idrica anche di una certa gravità, sebbene consapevolmente circoscritta alla stagione irrigua. Può colpire i non addetti ai lavori il fatto che siano i Consorzi montani e pedemontani ad aver segnalato i maggiori livelli di carenza e deficit; tuttavia a ben vedere ciò può esser corrisposto ad una sostanziale riduzione dei ghiacciai permanenti e delle riserve nevose, oltre che ad un elevato imbrigliamento idroelettrico.

Un dato ulteriore, inevitabile nell'attuale trend dei consumi e delle disponibilità, sebbene ancora contenuto, riguarda la potenziale competizione, oltreché tra settori produttivi locali, soprattutto irriguo e potabile, tra diverse aree geografiche di utilizzo delle acque superficiali. Da molto tempo si è registrata una correlazione stretta tra l'espansione della domanda regionale piemontese, a monte, e l'equilibrio idrico generale padano, a valle (extra regionale). Cioè la disponibilità a valle, quindi la soddisfazione delle esigenze dei produttori padani risente delle restituzioni idriche e del

periodo temporale di utilizzo delle stesse a monte, così come la realizzazione degli equilibri tra domanda ed offerta in quelle aree (in cui anche le risorse sotterranee possono dipendere dalle restituzioni a monte).

In una dimensione geografica più ampia, quella della Pianura Padana (quale area intensamente produttiva, agricola ed industriale), appare quindi sempre più evidente che l'incremento di uso e consumo a monte, (Piemonte), condiziona (nella stagionalità e nella quantità) le possibilità irrigue, ma anche turistiche, alimentari, ambientali, energetiche, ecc., delle regioni a valle.

Fig. 3. Indice led (carenza e deficit) nei comprensori irrigui di II° grado



3.3. Le criticità segnalate dal Piano di tutela delle acque della Regione Piemonte, PTA.

Per completezza può essere utile riportare una Tabella tratta dal PTA relativamente alle Acque Superficiali per utilizzazione irrigua. La presentazione in corsivo del PTA recita “...*Fra gli indicatori di deficit sul comparto delle utenze si riportano nella tabella seguente, aggregati a scala di bacino, le stime dei volumi di deficit idrico che si producono sul trimestre estivo giugno-agosto, individuato come il più critico rispetto ai fabbisogni irrigui, rispetto al prelievo concesso, con riferimento alle sole utenze dissipative. ...*”

Tabella 4 - Volumi di deficit stimati per le utenze principali a scopo irriguo presenti sulle aree idrografiche, valutati rispetto ai valori di concessione, con riferimento al trimestre irriguo nelle condizioni più critiche (anno scarso).

AREE IDROGRAFICHE	Deficit massimo alle utenze simulate nel trimestre giu-ago riferito all'anno scarso (Mm ³ /trim)	Volume prelievo concesso nel trimestre giu-ago (Mm ³ /trim)	% Deficit nel trimestre giu-ago rispetto al volume di prelievo concesso
AGOGNA	28.3	46.9	60%
ALTO PO	19.8	28.1	71%
ALTO TANARO	92.2	115.0	80%
BASSO BORMIDA	16.4	35.8	46%
BASSO PO	560.1	1073.1	52%
BASSO SESIA	133.4	417.3	32%
BASSO TANARO	(0.0)	43.7	(0%)
BELBO	4.2	5.2	81%
CERVO	46.5	87.2	53%
CHISOLA	9.2	38.2	24%
CHISONE	(0.0)	71.5	(0%)
CURONE	4.2	6.4	66%
DORA BALTEA	183.8	991.8	19%
DORA RIPARIA	(0.0)	145.7	(0%)
GESSO	37.8	125.8	30%
GRANA-MELLEA	1.1	10.5	11%
MAIRA	21.7	71.0	31%
ORBA	9.7	23.1	42%
ORCO	55.4	187.9	30%
PELLICE	4.7	47.2	10%
SANGONE	(0.0)	4.8	(0%)
SCRIVIA	16.2	23.3	70%
STURA DI DEMONTE	22.3	159.2	14%
STURA DI LANZO	66.8	202.4	33%
TERDOPPIO	(0.0)	4.0	(0%)
TICINO	415.5	2074.6	20%
VARAITA	1.2	36.6	3%

Fonte. Piano Tutela delle Acque Regione Piemonte. Direzione Pianificazione delle risorse idriche

I dati regionali evidenziati nella Tabella 4 sono stati calcolati⁶ con un metodo di stima assolutamente corretto ed efficiente sulla base delle concessioni storiche dei volumi di prelievo.

⁶ Nella Tabella 4 non compaiono le seguenti Aree Idrografiche: Alto Sesia, Banna-Tepice, Bobore, Bormida di Millesimo, Bormida di Spigno, Malone, Toce, non essendovi nelle stesse prelievi idrici irrigui significativi, né derivazioni o canalizzazioni di portata considerata di qualche rilevanza.

Sono cioè stati calcolati i deficit nell'ipotesi di massimi prelievi volumetrici coincidenti con i volumi concessi e non superabili. L'ipotesi coincide con l'assunzione di una utilizzazione di tutti i volumi prelevabili da parte degli utenti, mancando il dato sul prelievo effettivo (che può solo essere inferiore). Ciò significa sottovalutare la possibilità che l'utente non possa prelevare tutto il volume previsto e quindi soffra di un deficit rispetto a quanto richiesto e concesso. I dati in Tabella 4 confermano una situazione di diffusa riduzione delle disponibilità e delle possibilità di prelievo superficiale rispetto ai valori delle concessioni storiche, determinate in base alle passate maggiori disponibilità idriche e potenziali utilizzazioni, evidenziando anche una mancata irrigazione di aree produttive e quindi una mancata produzione agricola regionale e minor contributo al PIL. I valori di deficit nei trimestri estivi, quelli con maggiori necessità produttive, confermano sostanzialmente le dichiarazioni dei Consorzi, sebbene non fosse ad essi richiesto un riferimento ai valori delle concessioni in atto. La distribuzione del deficit individuati nelle aree idrografiche non consente la determinazione di una causa comune, verificandosi in modo assolutamente differenziato nelle diverse aree montane, pedemontane e di pianura. In sintesi i dati confermano la problematicità idrica regionale estiva ed i tendenziali rischi di scarsità dal punto di vista delle risorse produttive, ma anche un conseguente potenziale orizzonte di pre desertificazione ambientale.

4. Scarsità generale.

La valutazione della scarsità idrica generale come segnale di rischio desertificazione, si è ritenuto potesse essere rinvenuta in documenti redatti a livello regionale, quali documenti preliminari ad azioni di governo e come assolvimento di obblighi legislativi e corretta gestione territoriale. Le Tabelle allegate sono tratte dai Piani di Ambito degli ATO regionali, dal Piano Tutela delle Acque Regione Piemonte, e contengono informazioni utili alla comprensione dello stato di scarsità generale e delle problematiche conseguenti. Il richiamo a tali documenti corrisponde al duplice scopo, di opportuna considerazione delle informazioni in essi contenute e di invito alla loro consultazione.

4.1. Lo stato quali-quantitativo delle risorse idriche secondo le valutazioni ATO, indice It.

Le valutazioni dello stato quantitativo e qualitativo delle risorse idriche vengono effettuate periodicamente dagli Ambiti Territoriali Ottimali (ATO), cui sono delegate le competenze di regolazione e salvaguardia, e per la componente potabile ed ambientale costantemente dalle ARPA. I Piani di Ambito ATO e gli Studi propedeutici allo loro redazione (Fase II), rappresentano uno strumento fondamentale di programmazione dell'attività e degli investimenti necessari alla gestione delle risorse idriche in rapporto alla loro utilizzazione. Tali documenti contengono dati e informazioni utili per una valutazione dello stato delle acque nei punti di monitoraggio di quelle superficiali, con riferimento alle aree idrografiche o ai corpi idrici superficiali, ed alle falde sotterranee.

Anche in questo caso si è attribuito un Index integrativo sintetico sulla base delle indicazioni contenute nei documenti citati relativamente agli aspetti quantitativi, mentre le valutazioni qualitative non sono state considerate ai fini dell'Index, ritenendole responsabili piuttosto di maggiori costi nei necessari trattamenti di disinquinamento e potabilizzazione, anche se l'aspetto qualitativo incide indirettamente sulla minor disponibilità di risorse idriche ad uso antropico e produttivo. Occorre osservare che le valutazioni quantitative nei documenti utilizzati sono espresse secondo due criteri: la Criticità quantitativa o la Disponibilità quantitativa, con giudizi sintetici non numerici. Nella stima dell'Index si è tenuto conto di ciò omogeneizzando il più possibile le diverse definizioni.

I valori individuati rientrano nell'intervallo $It=[0/0,1/0,15]$, corrispondente a: [0= Criticità minima e medio/bassa o Disponibilità: Abbondante, Buona, Buona/sufficiente, Sufficiente/Modesta] [0,1= Criticità media bassa, media, media/alta o Disponibilità: Buona/scarsa, Sufficiente/critica e criticità media e criticità media/bassa] [0,15= Criticità alta o Disponibilità: Critica e Criticità medio/alta e alta].

Tabella 5. Stato quantitativo (e qualitativo) delle risorse idriche negli ATO regionali. $It=[0/0,1/0,15]$ indice numerico positivo con valore assoluto maggiore per condizioni peggiori.

Ambito Territoriale Omogeneo	Valutazione quantitativa*	Valutazione qualitativa	Index It
ATO 1	ATO 1	ATO 1	ATO 1
<i>Aree Idrografiche</i>	<i>Analisi quantitativa: Criticità *</i>	<i>Analisi qualitativa: Compromissione</i>	<i>Index Ip</i>
Agogna	Medio/alta	Elevata	0,15
Asta Ticino	Medio/alta	Media	0,15
Bacino Toce	Medio/bassa	Media/elevata	0,10
Asta Terdoppio	Medio/bassa	Elevata	0,10
Asta Basso Sesia	Alta	Media/minima	0,15
L.Maggiore	Media	Elevata/media	0,10
L. Orta	Media	Elevata	0,10
L. Mergozza	Minima	Minima/media	0
ATO 2	ATO 2	ATO 2	ATO 2
<i>Corpi idrici superficiali</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitative: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Alto Sesia	Abbondante	Buono/elevato	0
Basso Sesia	Critica	Sufficiente/scadente	0,15
Cervo Elvo	Abbondante/media	Sufficiente/buono	0
Basso Po (casalese)	Critica	Buono/sufficiente	0,15
<i>Falda superficiale</i>	<i>Analisi quantitativa Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa livello</i>	<i>Index Ip</i>
Pianura biellese	Buona/sufficiente	Buona/sufficiente	0
Pianura vercellese	Buona/porzione sud suff.	Scadente/sufficiente	0
Pianura casalese	Buona/sufficiente	Buona/sufficiente	0
Anfiteatro morenico	Buona/sufficiente	Scadente/ sufficiente	0
<i>Falda profonda</i>	<i>Analisi quantitativa Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa livello</i>	<i>Index Ip</i>
Pianurabiellese vercellese	Buona/sufficiente	Buona/ sufficiente	0
Pianura casalese	Media/scarsa	Sufficiente	0,10
ATO 3	ATO 3	ATO 3	ATO 3
<i>Prelievi superficiali</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Torrente Banna	Sufficiente/modesta	Sufficiente/scarsa	0
Torrente Tepice	Sufficiente/modesta	Sufficiente/scarsa	0
Torrente Chisola	Media/bassa	Sufficiente/scarsa	0,10
Torrente Sangone	Media/critica	Sufficiente/scarsa	0,15
Dora Riparia	Media/bassa	Buona	0,10
Stura di Lanzo	Media/critica	Buona	0,15
Po (ante area torinese)	Buona	Buona	0
Po (area torinese e dopo)	Sufficiente/critica	Sufficiente/scarsa	0,10
Dora Baltea	Buona	Buona	0
Chisone	Media/bassa	Buona	0,10
Orco	Critica	Buona	0,15
Malone	Buona	Buona	0
Pellice	Media/bassa	Scarsa	0,10
reticolo minore	Critica	Scarsa/sufficiente	0,15

<i>Prelievi sotterranei. Pozzi.</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	
uso potabile n. 457 (43.8%)	Abbondante/buona	Buona/vulnerabile	0
uso irriguo n. 2356 (33.2%)	Buona/abbondante	Buona/vulnerabile	0
uso industriale (22.4%)	Abbondante	Buona/sufficiente	0
<i>Prelievi da sorgenti</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>		
Sorgenti ad uso potabile n. 832	Buona	Buona	0
ATO 4	ATO 4	ATO 4	ATO 4
<i>Prelievi sotterranei</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Fossanese	Critica	Scadente/ sufficiente	0,15
Saviglianese	Critica	Scadente/ sufficiente	0,15
<i>Prelievo superficiale</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Alto Po	Media/critica	Sufficiente	
alto Tanaro	Buona/media	Sufficiente/scadente	0
Tinella	Critica	Sufficiente/scadente	0,15
Borbore	Media/bassa	Sufficiente/scadente	0,10
Varaita	Media/critica (estiva)	Sufficiente/scadente	0,15
Grana Mellea	Critica (estiva)	Sufficiente/scadente	0,15
Stura Demonte	Media/bassa	Sufficiente/scadente	0,10
Gesso	Media/critica (estiva)	Sufficiente/scadente	0,15
Pesio	Critica (estiva)	Sufficiente/scadente	0,15
Maira	Media/bassa	Sufficiente	0,10
<i>Prelievi da sorgenti</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>		
Sorgenti ad uso potabile n. 885	Abbondante	Ottima	0
ATO 5	ATO 5	ATO 5	ATO 5
<i>Campi pozzi</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Cascina Giarrea (VC)	Buona	Buona/ sufficiente	0
Valle Maggiore (AT)	Critica (abbassamento)	Buona/ sufficiente	0,15
ATO 6	ATO 6	ATO 6	ATO 6
<i>Prelievi falda superficiale</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Pianura alessandrina oc.	Sufficiente/ critica (abbassamento)	Sufficiente	0,10
Pianura alessandrina or.	Sufficiente/ critica (abbassamento)	Sufficiente	0,10
Pianura alessandrina	Sufficiente/ critica (abbassamento)	Sufficiente	0,10
Pianura tortonese	Sufficiente/ critica (abbassamento)	Sufficiente	0,10
<i>Prelievi falda profonda</i>	<i>Analisi quantitativa: Disponibilità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Pianura alessandrina oc.	Critica	Sufficiente	0,15
Pianura alessandrina or.	Critica	Sufficiente	0,15
Pianura alessandrina	Critica	Sufficiente	0,15
Pianura tortonese	Critica	Sufficiente	0,15
Pianura casalese	Critica	Sufficiente	0,15
<i>Prelievo superficiale</i>	<i>Analisi quantitativa: Criticità</i>	<i>Analisi qualitativa: livello</i>	<i>Index Ip</i>
Bormida di Spigno	Media	Sufficiente/ scadente	0,10
Basso Bormida	Bassa/media	Sufficiente	0
Orba	Media	Sufficiente/ buona	0,10
Scrvia	Media	Scadente/ sufficiente	0,10

Curone	Media/ bassa	Sufficiente	0
basso Po	Media	Sufficiente	0,10
basso Tanaro	Bassa	Sufficiente	0
Belbo	Bassa/media	Scadente/sufficiente	0
Bormida di Millesimo	Media/alta	Sufficiente/ buona	0,15

Fonti: PTA, Piano tutela delle acque Regione Piemonte Direzione Pianificazione delle risorse idriche.

* In mancanza nel D.Lgs. 152/99 di un indicatore descrittivo dello stato quantitativo delle acque superficiali che permetta una classificazione in base alle condizioni di bilancio, nel PTA si è voluto indicare, per ciascuna aree idrografica, un livello di criticità quantitativa, indotta prevalentemente dai prelievi dissipativi senza trascurare le caratteristiche specifiche di disponibilità teorica naturale, secondo le seguenti classi:

- **criticità alta:** l'impatto dei prelievi è alto e il corso d'acqua soffre (in riferimento all'anno medio) sia in termini di volumi defluenti deficitari, sia in termini di lunghezza del periodo critico. Le condizioni di crisi idrica che si producono sull'asta o si verificano per un numero di mesi all'anno superiore ai 4 mesi (medi o concentrati nel periodo più siccitoso) e/o i deficit idrici ammontano ad oltre la metà del volume necessario per il rilascio del minimo ambientale. Tali condizioni di alta criticità sono collegate a problematiche di asciutta dell'alveo anche persistente, con conseguente perdita di funzionalità dell'habitat fluviale, di scadimento delle caratteristiche qualitative delle acque ecc.. Sono situazioni che necessitano di azioni di riequilibrio e risanamento;

- **criticità media:** l'impatto dei prelievi è medio, ma il corso d'acqua ne risente in maniera ancora significativa, specialmente nelle condizioni di anno scarso, sia per i termini volumetrici (deficit sull'asta inferiori al 50% del volume teoricamente necessario per il rilascio del minimo ambientale) sia per i termini di persistenza (portate inferiori al DMV per non più di 4 mesi all'anno medi o concentrati nel periodo più siccitoso). Sono situazioni che necessitano di azioni di riequilibrio e controllo;

- **criticità bassa:** i prelievi, ancora significativi per le analisi di bilancio, non risultano particolarmente penalizzanti per le disponibilità idriche del corso d'acqua (deficit inferiore al 20% del volume necessario per il rilascio del minimo ambientale, persistenza minore di 2 mesi); i deficit idrici sull'asta sono localizzati su brevi tratti, oppure risultano di entità contenuta e si producono per periodi limitati, più frequenti nell'anno scarso; sono necessarie azioni di controllo;

- **impatto dei prelievi trascurabile:** il corso d'acqua, seppur soggetto a prelievi, mantiene generalmente una disponibilità di risorsa utile a garantire un volume minimo ambientale e quindi non evidenzia condizioni di criticità né nell'anno medio, né nell'anno scarso.

1) L. 36/94 - L.R. 13/97 Ambito Territoriale Ottimale n. 1 "Verbano Cusio Ossola e Pianura Novarese" (ATO/1) PIANO D'AMBITO. Punto 2.3 Stato quali-quantitativo delle risorse idriche.

2) Ambito Territoriale Ottimale n.2 "Biellese, Vercellese, Casalese" (ATO 2). PIANO D'AMBITO dicembre 2006 Punto 4.1 La risorsa idrica potenzialmente e realmente disponibile. Punto 4.2 La qualità delle risorse idriche dell'ATO 2 in rapporto all'evoluzione della normativa e delle esigenze sanitarie. (La classificazione qualitativa prevede cinque classi di riferimento: elevato, buono, sufficiente, scadente, pessimo).

3) Ambito Territoriale Ottimale n.3 "Torinese" (ATO/3) Studi Propedeutici Regione Piemonte Fase II punto e.

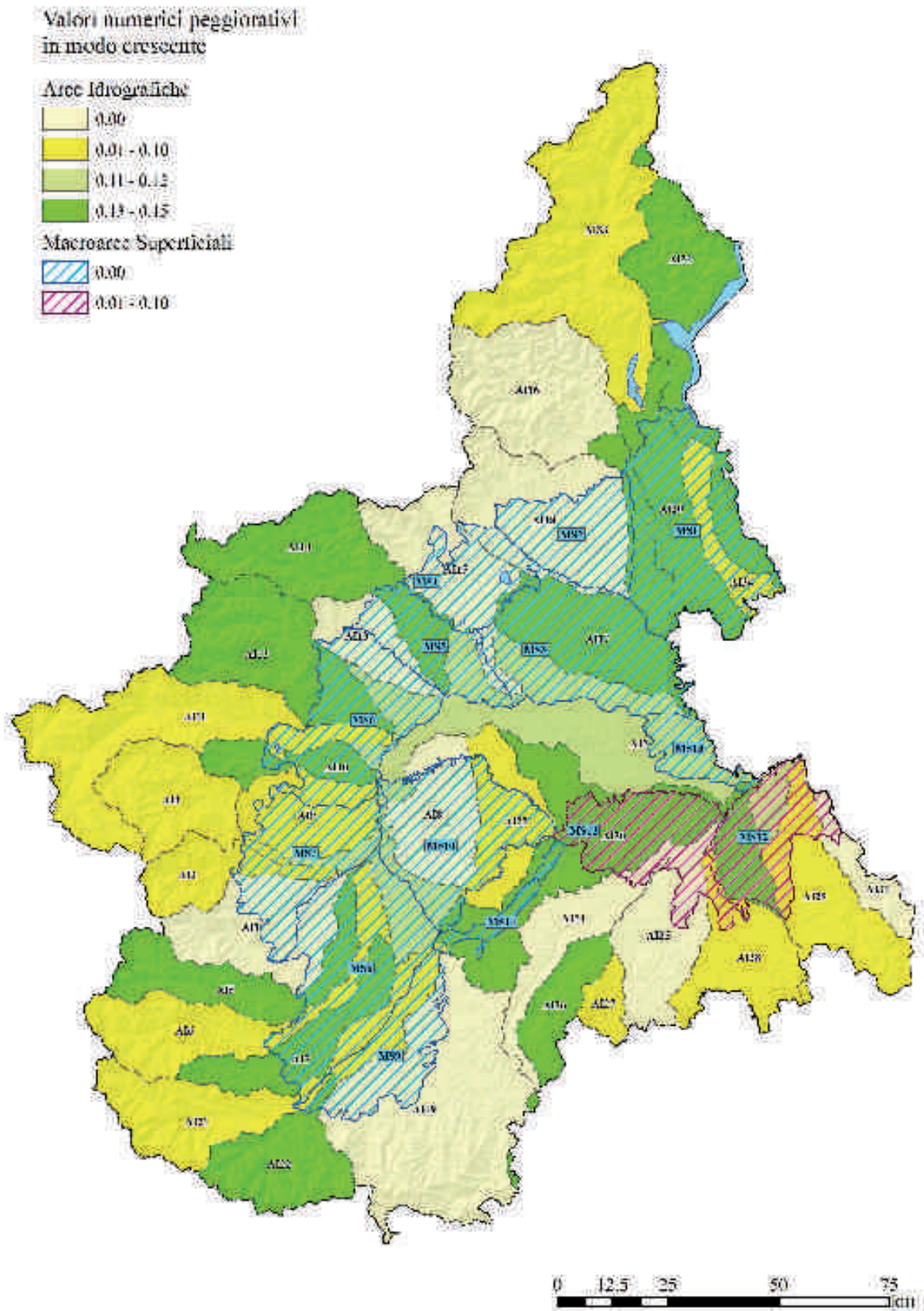
4) ATO 4 Indagini e studi finalizzati alla produzione dei programmi di intervento e dei relativi piani finanziari...Rapporto di Sintesi e Quadro di prospettiva, ottobre 2002 Punto 3.3 Stato della risorsa idrica

5) ATO 5 Ambito Territoriale Ottimale n. 5 Astigiano e Monferrato. Punto 5.1.3 Disponibilità idriche dell'ATO

6) L. 36/94 - L.R. 13/97 Ambito Territoriale Ottimale n. 6 "Alessandrino" (ATO/6) PIANO D'AMBITO aprile 2007 Punto 2.2 Stato quali-quantitativo della risorsa idrica

La situazione che è emersa sul piano quantitativo, sempre nell'ottica di una valutazione della disponibilità in relazione agli usi antropici ed economici, ha confermato la presenza di numerose situazioni di criticità o di disponibilità limitata (primaverile ed estiva), per una realtà regionale non facilmente sintetizzabile essendo i dati disponibili riferiti sia alle aree idrografiche che ai corpi idrici superficiali e sotterranei: delle 60 situazioni considerate, (27 aree idrografiche e 22 corpi idrici), ne risultano 22 con indice 0, quindi 17 con indice 0,1 e ben 25 con indice 0,15. La problematicità riguarda soprattutto per i corpi idrici superficiali, ma anche per i prelievi sotterranei si segnalano numerose situazioni di vulnerabilità o difficoltà. Un quadro che risulta peraltro confermato costantemente nel corso delle rilevazioni presso tutti i soggetti e le diverse fonti contattate. Se si dovesse considerare anche l'aspetto qualitativo la dimensione problematica apparirebbe ancora più preoccupante. Anche questa valutazione dell'offerta idrica nelle varie aree idrografiche regionali prospetta una tendenza comune alla divaricazione tra la riduzione quantitativa nelle disponibilità e la crescita dei prelievi e dei consumi.

Fig. 4. Stato quantitativo delle risorse idriche negli ATC regionali (indice I)



4.2. La valutazione delle acque sotterranee secondo il Piano Tutela delle Acque.

Per le acque sotterranee (bilancio idrogeologico) può essere utile riportare in corsivo brani tratti dal PTA: “... *L’analisi della distribuzione areale del parametro suddetto consente di ricavare le seguenti indicazioni:*

- *il tasso di ricarica più elevato contraddistingue le macro-aree del vercellese-novarese, connotate da prevalenti coltivazioni risicole con irrigazione a sommersione; ...*
- *il tasso di ricarica minimo a scala regionale contraddistingue le macro-aree comprese tra l’Altopiano di Poirino, il bacino collinare astigiano e la piana alessandrina, ... , in rapporto alla moderata pluviometria della zona e soprattutto ad apporti irrigui particolarmente ridotti;*
- *condizioni di ricarica intermedie sono riscontrabili nelle macro-aree della pianura torinese-cuneese e casalese, con significative differenze tra il settore settentrionale (provincia di Torino) ..., e il settore meridionale (provincia di Cuneo),...; nella provincia di Torino, la macro-area corrispondente alla pianura torinese si connota per un tasso di ricarica inferiore rispetto alle zone adiacenti ..., dovuto all’elevata incidenza di aree urbane ad infiltrabilità fortemente ridotta;*
- *la pianura casalese in destra F.Po presenta caratteristiche di ricarica moderate, comparabili con quelle della provincia di Cuneo.*

L’entità del tasso di ricarica dell’acquifero superficiale risulta fortemente dipendente dagli apporti irrigui, la cui incidenza rispetto all’infiltrazione degli apporti meteorici è sintetizzabile come segue:

- *nei grandi distretti irrigui nel comprensorio Baltea-Sesia-Ticino gli apporti irrigui alla falda rappresentano una percentuale dell’infiltrazione meteorica compresa tra un minimo di circa il 40% nel biellese e valori massimi del 65-100% nel novarese e vercellese;*
- *nella pianura torinese meridionale e nella pianura cuneese l’entità degli apporti irrigui in falda è compresa tra il 10 e il 20% dell’infiltrazione meteorica;*
- *nelle restanti macro-aree della provincia di Torino, nell’Altopiano di Poirino, nel settore collinare astigiano e nella pianura alessandrina, gli apporti irrigui alla falda risultano inferiori al 10% dell’infiltrazione meteorica;*
- *nella pianura casalese in destra F.Po il contributo dell’irrigazione alla ricarica della falda è prossimo al 35% dell’infiltrazione meteorica. “...*

.. Il rapporto tra volume di infiltrazione efficace e riserva idrica sotterranea indica il tasso di rinnovamento (medio teorico), espresso in percentuale per ciascuna macro-area idrogeologica.

Il tasso di rinnovamento risulta quindi condizionato sia dall’entità della ricarica (meteorica ed irrigua), sia dalla geometria dell’acquifero e dalle condizioni di deflusso idrico sotterraneo”. ...

Tabella 6 - Sintesi delle principali condizioni di bilancio idrogeologico del sistema acquifero sotterraneo.

Area idrografica	Vol. ricarica ₃ Mm /y	Vol. Prelievi ₃ Mm /y	Vol. acquifero ₃ Mm /y	Tasso infiltrazione ₃ ² Mm /y/km	Tasso prelievi ₃ ² Mm /y/km	Rapporto Prelievi/Ricarica (%)	Tasso rinnovamento (%)	Tempi teorici di rinnovamento (y)
DORA BALTEA	245	16	873	0.61	0.041	7%	28%	4
CERVO	478	16	2127	0.78	0.026	3%	22%	4
AGOGNA	491	39	2524	0.97	0.076	8%	19%	5
SEZIA	997	43	5151	1.07	0.046	4%	19%	5
TERDOPPIO	187	16	1041	0.90	0.076	8%	18%	6
TICINO	218	19	1216	0.89	0.076	9%	18%	6
ORCO	100	12	737	0.49	0.058	12%	14%	7
BANNA	106	42	792	0.23	0.092	39%	13%	7
BELBO	12	3	94	0.28	0.080	29%	13%	8
ALTO TANARO	119	16	919	0.37	0.050	13%	13%	8

GISSO	8	1	60	0.37	0.050	13%	13%	8
BORMIDA	36	10	294	0.28	0.080	29%	12%	8
MALONE	115	44	993	0.45	0.173	38%	12%	9
BORBORE	54	25	473	0.20	0.092	46%	11%	9
STURA DI LANZO	77	45	744	0.42	0.244	59%	10%	10
PO	647	155	6588	0.48	0.115	24%	10%	10
DORA RIPARIA	51	33	548	0.38	0.244	65%	9%	11
ORBA	20	6	217	0.28	0.081	29%	9%	11
SANGONE	49	33	552	0.36	0.244	69%	9%	11
TANARO	166	56	2098	0.24	0.082	34%	8%	13
CHISOLA	182	104	2489	0.44	0.254	57%	7%	14
CHISONE	12	6	165	0.48	0.258	54%	7%	14
PELLICE	39	21	555	0.48	0.258	54%	7%	14
STURA DI DEMONTE	117	32	1682	0.36	0.099	28%	7%	14
ALTO PO	164	79	2678	0.45	0.218	48%	6%	16
CURONE	11	3	185	0.29	0.083	29%	6%	17
SCRIVIA	53	16	937	0.28	0.083	30%	6%	18
VARAITA	64	25	1261	0.41	0.163	39%	5%	20
MAIRA	74	32	1579	0.38	0.163	43%	5%	21
GRANA MELLEA	100	48	2402	0.34	0.163	48%	4%	24

Fonte: Piano Tutela delle Acque Regione Piemonte. Direzione Pianificazione delle risorse idriche

La Tabella 6, pur con tutte le cautele necessarie per tali tipi di stime, si è ritenuto potesse essere significativa, per quanto attiene la problematica della scarsità e della riduzione nelle disponibilità idriche naturali, considerando i dati relativi ai tempi di rinnovamento e ricarica (y) delle falde, misurati in numero di anni. Si tratta di tempi piuttosto lunghi che evidenziano il rischio di una loro ulteriore dilatazione per effetto di un uso sempre maggiore di tali risorse, rispetto a quelle superficiali, cioè il rischio che possa essere superata la soglia del prelievo massimo sostenibile, (PMS), necessario affinché una risorsa rinnovabile non si riduca progressivamente nel proprio stock originario o si deteriori. Dalla Tabella 6 è emerso come la tendenza ad un uso eccessivo delle risorse sotterranee contrasti con le necessità ambientali di salvaguardia e conservazione delle risorse e dell'ambiente naturale, se non altro in base al principio di massima precauzione in caso di scarse conoscenze sui cambiamenti di lungo periodo.

4.3. Le criticità segnalate dalle Province piemontesi.

Per completare il quadro delle informazioni necessarie per una valutazione complessiva, accanto alle osservazioni relative alle disponibilità idriche per consumi irrigui, sono state raccolte opinioni di esperti presso le Province piemontesi, cui sono stati delegati i poteri di concessione e regolazione d'uso delle risorse idriche, e presso gli ATO e le Associazioni professionali competenti circa l'emergere di problematiche di scarsità specifiche o di carattere ambientale, legate alla riduzione o scarsità di risorse idriche utilizzate in altri settori produttivi e per uso potabile. I quesiti posti hanno riguardato la presenza negli ultimi cinque anni di situazioni di carenza idrica contingente e le prospettive di deficit futuro stanti gli attuali andamenti nei consumi. Le osservazioni che sono emerse con riferimento alle aree montane e pedemontane hanno evidenziato una riduzione di disponibilità, un po' paradossale considerando la storica abbondanza di risorse idriche, a causa dei

Fig. 5. Tempo di rinnovamento del sistema acquifero sotterraneo delle Aree Idrografiche

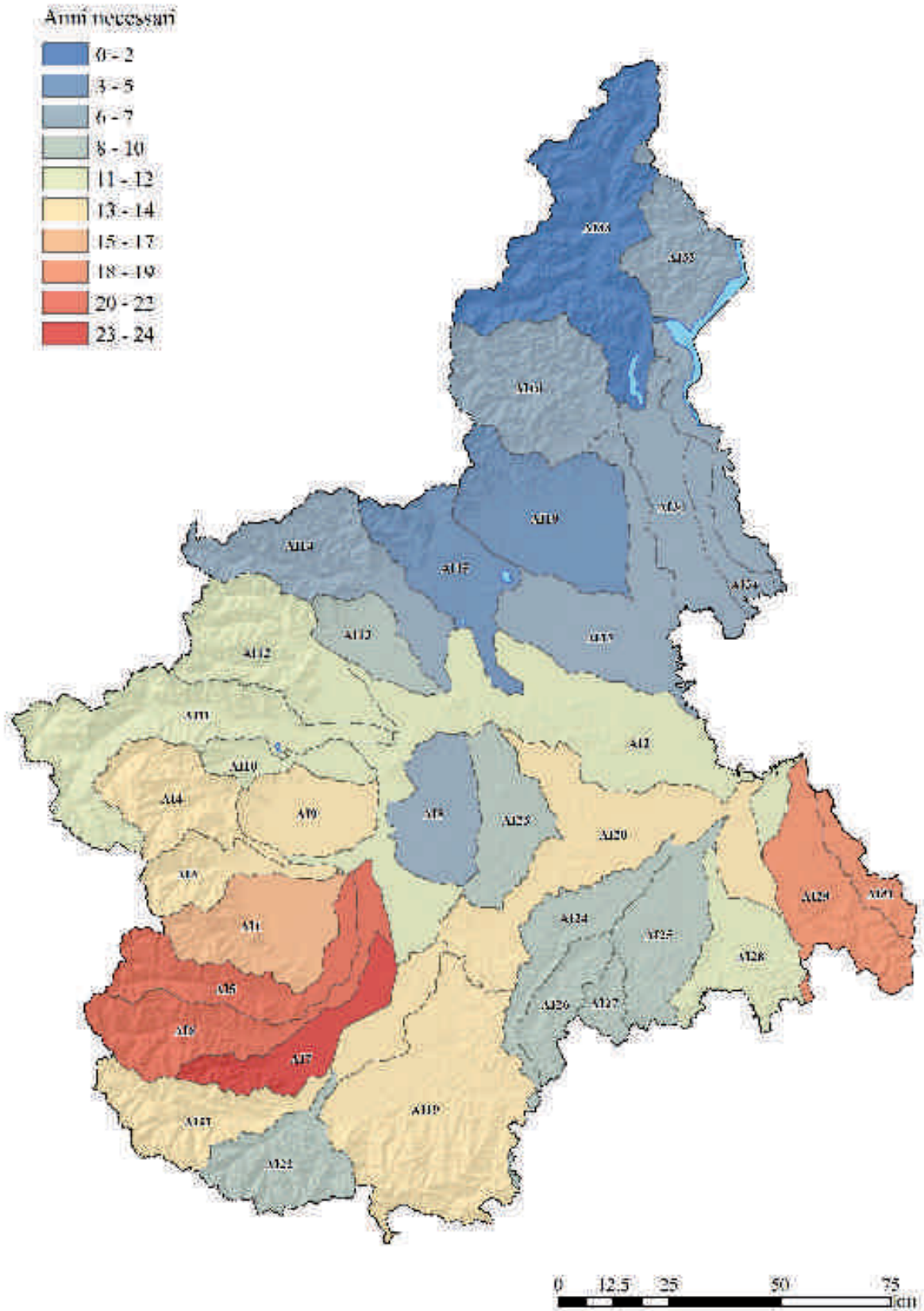
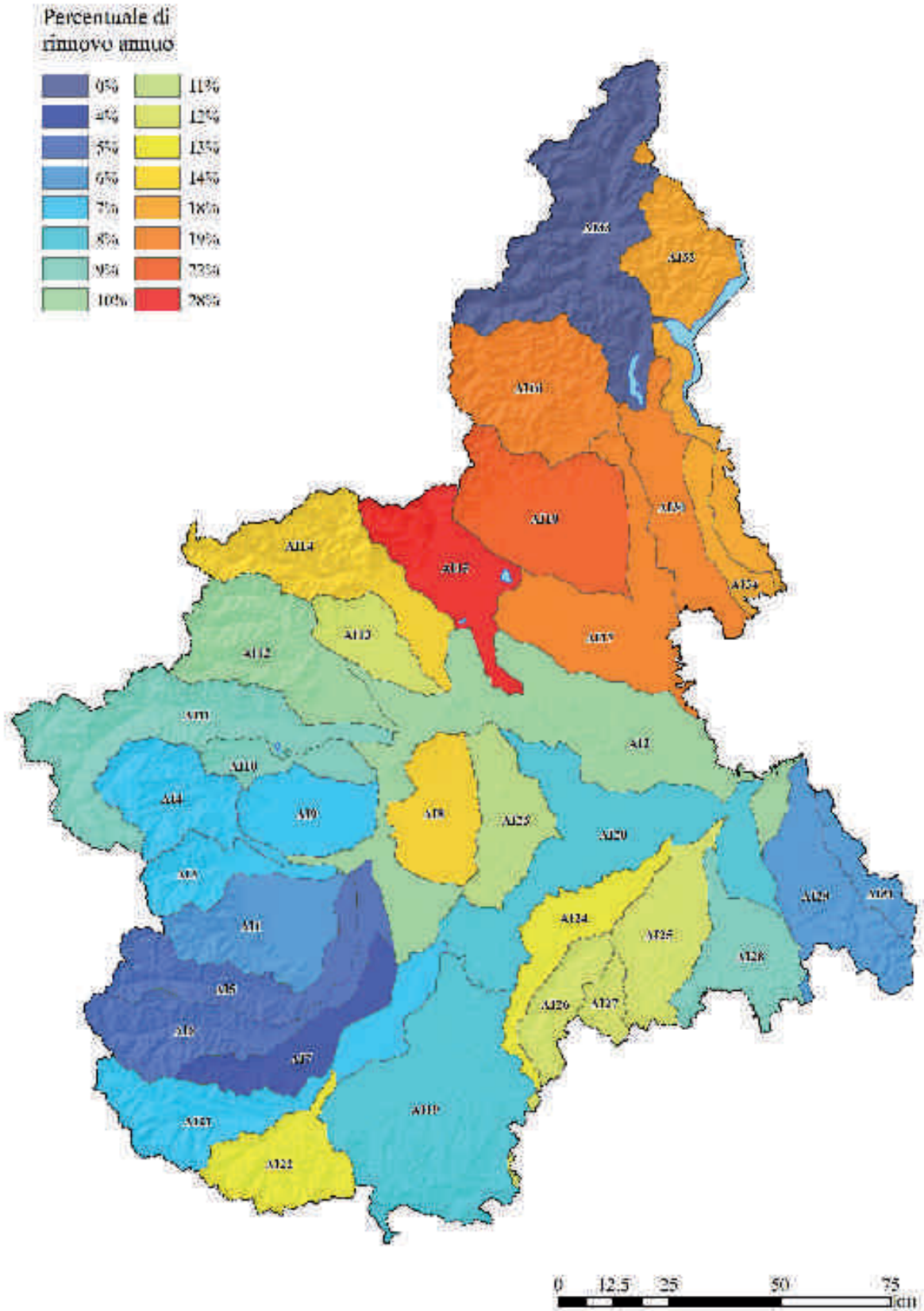


Fig. 6. Tasso di rinnovamento del sistema acquifero sotterraneo



prelievi per produzioni idroelettriche ed in parte per le riduzioni delle risorse superficiali, fluviali e torrentizie, derivanti da riduzioni delle precipitazioni meteoriche, in particolare di quelle nevose, o da dispersione di sorgenti abbandonate. Più in generale è stato osservato un modificarsi dei regimi pluviometrici provinciali, che hanno determinato un importante impatto in termini di disponibilità della risorsa idrica anche nelle aree tradizionalmente ricche di acqua. Nelle aree pedemontane e più in generale di pianura si è registrato inoltre una riduzione delle disponibilità sotterranee ed un abbassamento delle falde sotterranee per crescente estrazione idrica e diffusione di pozzi di prelievo. Alcune ricerche promosse da tali enti territoriali⁷ hanno evidenziato aspetti che possono confermare scientificamente le osservazioni empiriche diffuse: l'anomalia standardizzata della quantità di neve fresca nel periodo invernale ha indicato una moderata ma significativa tendenza alla diminuzione della nevosità in molte aree montane e nella media regionale. Altre analisi condotte da alcune Province hanno evidenziato come la distribuzione geografica dei trend di temperatura nel periodo 1961-2008 abbia mostrato un andamento più elevato nelle aree di montagna, sia per la temperatura massima sia per la minima. La temperatura minima è risultata in aumento soprattutto in inverno, mentre la temperatura massima ha presentato un trend più elevato nella stagione estiva. Tali tendenze, comuni a tutto l'arco alpino, si sono riflesse nella necessità di innevamento artificiale nelle aree sciistiche invernali, a loro volta spesso in situazioni di carenza generale, talvolta anche idropotabile per gli intensi incrementi nei consumi stagionali, soprattutto durante i periodi di festività invernali; ciò ha indotto una richiesta, in parte soddisfatta, di nuove forme di riserva, soprattutto invasi artificiali. In molte province è stata segnalata⁸ anche la presenza di un incremento significativo del riscaldamento ambientale nei mesi estivi ed in concomitanza di una crescente assenza di precipitazioni compensative, ciò che ha potuto implicare un tendenziale rischio di incremento delle condizioni di aridità territoriale in molte aree, come conseguenza di una maggiore evapo-traspirazione (dovuta appunto alle maggiori temperature).

Contestualmente viene segnalato, al contrario, come in molte aree metropolitane, pianeggianti, e fortemente industrializzate si sia realizzato un innalzamento delle falde sotterranee a causa di un minor utilizzo dovuto, in parte a maggior efficienza nell'uso e nel riciclo, ma in parte maggiore per una progressiva riduzione produttiva, non tanto o non solo per crisi settoriale o generale, quanto per delocalizzazione o decentramento geografico degli impianti, e specie nell'ambito di attività e produzioni industriali notevolmente idroesigenti, (per raffreddamento o produzione, es. siderurgia, gomma e derivati, chimica, lana). In parte, occorre ricordare, hanno potuto contribuire a tale innalzamento anche la razionalizzazione degli impianti industriali e nelle attività di servizio attraverso politiche incentivanti gli investimenti nella ricerca ed innovazione, accanto ad obblighi normativi, che hanno cominciato a produrre risultati tangibili in termini di risparmio idrico e riduzione dei prelievi.

Alcune altre criticità hanno riguardato, segnatamente nelle aree provinciali collinari, una ricorrente scarsità estiva nei corpi idrici superficiali, con conseguenti necessarie riduzioni delle concessioni per prelievi e restrizioni nello sviluppo delle attività produttive. Nelle aree provinciali di pianura sono apparse sempre più problematiche analoghe, di scarsità tendenziale nei corpi idrici, sebbene vi siano state alcune osservazioni in controtendenza, ad esempio in alcune aree di pianura nelle stagioni non irrigue si è osservata una crescita, nel corso degli ultimi anni, delle portate dei corsi idrici superficiali. Nelle aree provinciali con presenza di laghi, (Torino, Novara, Verbania), tutti con rilevanza turistica, si sono segnalate ricorrenti problematiche legate ad aspetti quantitativi, come l'abbassamento dei livelli lacustri, e qualitativi, come l'incremento di forme inquinanti pericolose per la salute umana, proponendo ulteriori difficoltà in concomitanza con la stagione estiva e danni economici per divieti alla balneazione e/o alla navigazione.

Nella Tabella 7 sono state indicate sinteticamente le criticità maggiori e specifiche, le tendenziali situazioni di gravità più ricorrenti, segnalate nelle aree provinciali, pur non avendo ritenuto opportuno definire attraverso esse un indice sintetico integrativo. Infatti in generale, pur segnalando

⁷ In particolare le Province di Biella, Alessandria e Torino.

⁸ ARPA Relazione sullo stato dell'ambiente in Piemonte Edizioni 2009 e 2006.

le anomalie locali maggiori, i dati provinciali non hanno evidenziato nuove o ulteriori situazioni di elevata gravità rispetto a quelle già rilevate da altri soggetti istituzionali regionali, Regione Piemonte, Consorzi irrigui ed ATO.

Tab. 7. Criticità idriche ed idrico-ambientali segnalate dalle Province.

AREE DI OSSERVAZIONE	CRITICITA' IDRICHE
AREA PROVINCIA LE TORINESE	Montana sciistica Siccità fluviale
AREA PROVINCIALE CUNESE	Montana sciistica Attività estrattive
AREA PROVINCIALE ASTIGIANA	Generale estiva, superficiale e sotterranea
AREA PROVINCIA LE ALESSANDRINA	Scarsità estiva Abbassamento falde
AREA PROVINCIALE NOVARESE	Scarsità estiva Riduzione neve
AREA PROVINCIA LE VERBANESE	Riduzione neve Carenza lacustre
AREA PROVINCIALE VERCELLESE	Riduzione neve Carenza montana
AREA PROVINCIALE BIELLESE	Scarsità estiva Siccità fluviale

Fonti. Province piemontesi, ATO piemontesi.

A parte una generale segnalazione di scarsità nei deflussi superficiali estivi ed abbassamento delle falde sotterranee, e senza considerare le difficoltà del comparto irriguo, le problematiche maggiori sono risultate le seguenti. Nell'area provinciale di Torino l'innevamento artificiale nelle aree turistiche montane ed in ambito idropotabile alcune difficoltà quali-quantitative locali o stagionali. Nell'area provinciale di Cuneo le problematiche hanno riguardato l'innevamento nelle stazioni sciistiche e la crescita elevata dei consumi nelle attività minerarie ed estrattive. Nell'area provinciale di Asti le problematiche sono risultate una scarsità generale estiva, sia idropotabile per quantità e qualità, sia per usi industriali. Nell'area provinciale di Alessandria si segnalano problemi di scarsità generale estiva, di relativo abbassamento delle falde sotterranee, ma anche di una più recente riduzione dei prelievi superficiali industriali con miglioramento dei deflussi nei corsi superficiali. Nell'area provinciale di Novara sono segnalate una rilevante scarsità estiva e riduzione delle disponibilità nevose invernali, riduzione estiva e tendenziale dei ghiacciai perenni e delle riserve nevose con conseguenti problematiche di riduzione delle portate fluviali e lacustri. Allo stato attuale non si segnalano tuttavia aree con particolari problematiche di desertificazione. Nell'area provinciale del Verbano la maggior criticità quali-quantitativa ha riguardato una periodica riduzione estiva nelle disponibilità idriche che ha inciso sulla balneazione e sulla navigazione. Tali riduzioni negli anni passati hanno avuto influenza sui flussi turistici, soprattutto nord europei, anche rilevanti per le economie locali. Si segnalano inoltre alcune altre problematiche relative alla scarsità, (con effetti di non erogazioni di nuove concessioni di prelievo), nelle aree montane, anche a causa di riduzione delle precipitazioni e riserve nevose. Nell'area provinciale di Vercelli le problematiche hanno riguardato la riduzione delle riserve nevose, una carenza di disponibilità nelle aree montane e qualche episodica difficoltà idropotabile locale per cause di contaminazioni inquinanti⁹. Nell'area provinciale di Biella le criticità segnalate hanno riguardato una certa scarsità nella stagione estiva, per una tendenziale riduzione delle precipitazioni meteoriche in una area storicamente molto piovosa ed umida, con conseguente riduzione della portata dei torrenti e dei fiumi, (utilizzati anche per le lavorazioni industriali della lana). Non sono state segnalate particolari situazioni di pre desertificazione.

⁹ IPLA, osservazioni sulle contaminazioni delle falde sotterranee per fenomeni di infiltrazione.

5. Indice integrato complessivo Iui.

Calcolati gli indici integrativi parziali I_c I_d I_t sulla base dei dati disponibili, si è offerta la possibilità di ottenere l'indice integrativo complessivo $I_{ui}=[I_u+I_i] = I_u + [(I_c) (I_d) (I_t)]$, relativo ad ogni porzione di territorio presa in considerazione e per ogni destinazione d'uso prevalente del territorio, sommando l'indice o gli indici parziali pertinenti, cioè relativi alle dinamiche registrate, quindi [Carenza idrica per uso irriguo], [Deficit idrico per uso irriguo], [Criticità territoriali]. L'effetto complessivo di incremento del rischio di desertificazione, cioè l'indice integrativo I_i , può assumere un valore compreso tra 0 e 0,5 essendo tali valori estremi corrispondenti alle ipotesi che non vi siano incidenze dell'azione antropica o siano massime con intervento contemporaneo di tutti gli indici stimati. Essendo i possibili valori degli indici $I_c=[0/0,1/0,15/0,2]$ $I_d=[0/0,1/0,15]$ $I_t=[0/0,1/0,15]$ l'insieme dei valori possibili dell'indice integrativo risulta:

$[0/0,1/0,15/0,2/0,25/0,3/0,35/0,4/0,45/0,5/0,55/0,6]$.

L'integrazione con gli indici Medalus precedentemente calcolati, $I_u=[1/1,5/2]$, comporta di conseguenza la seguente combinazione di valori: $I_{ui}=[1/1,1/1,15/1,2/1,25/1,3/1,35/1,4/1,45/1,5/1,55/1,6/1,65/1,7/1,75/1,8/1,85/1,9/1,95/2/2,1/2,15/2,2/2,25/2,3/2,35/2,4/2,45/2,5/2,55/2,6]$.

Fig. 7. Intensità d'uso del suolo lui (indice integrato da variabili antropiche)

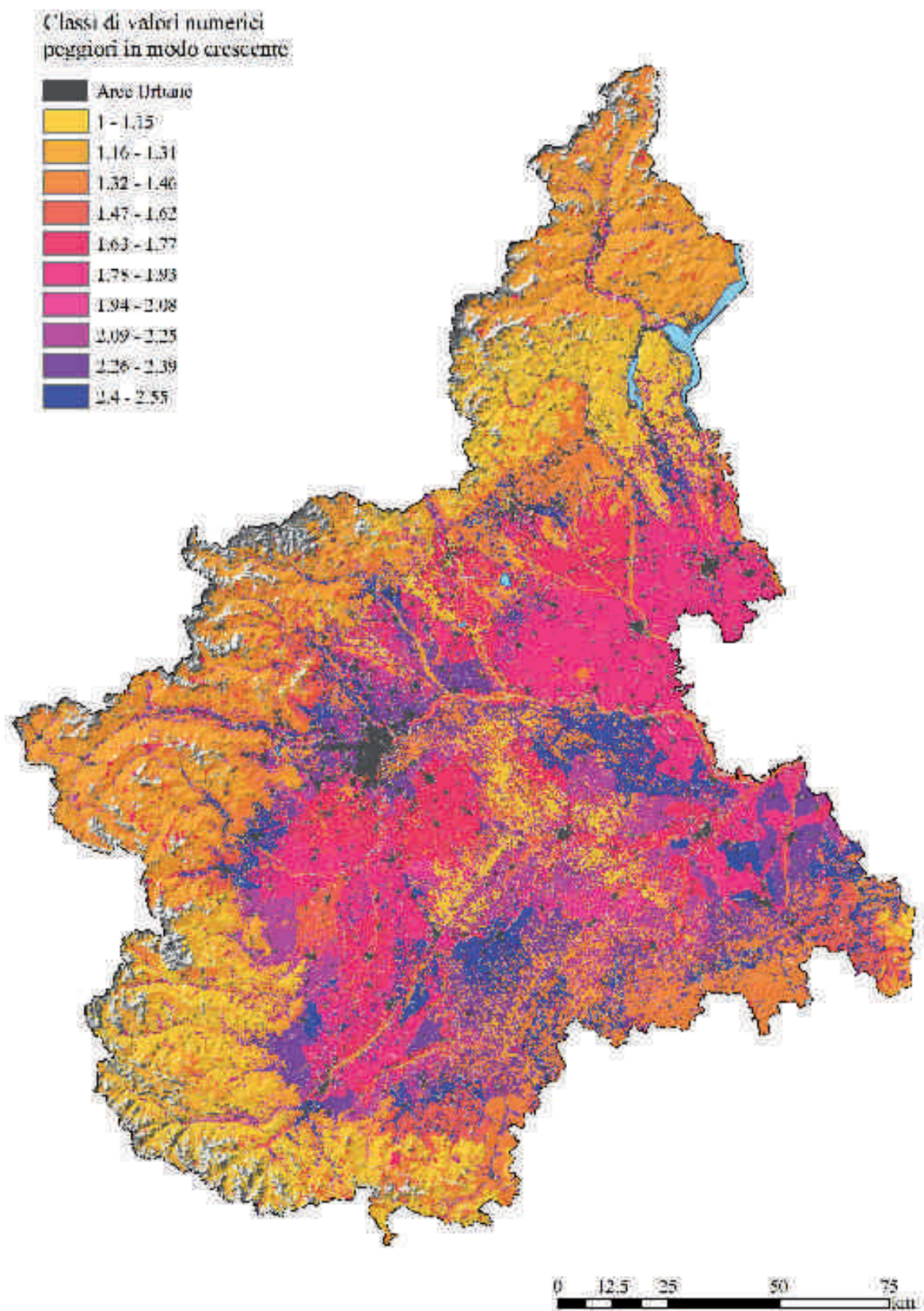


Fig. 8. Intensità d'uso del suolo Ia

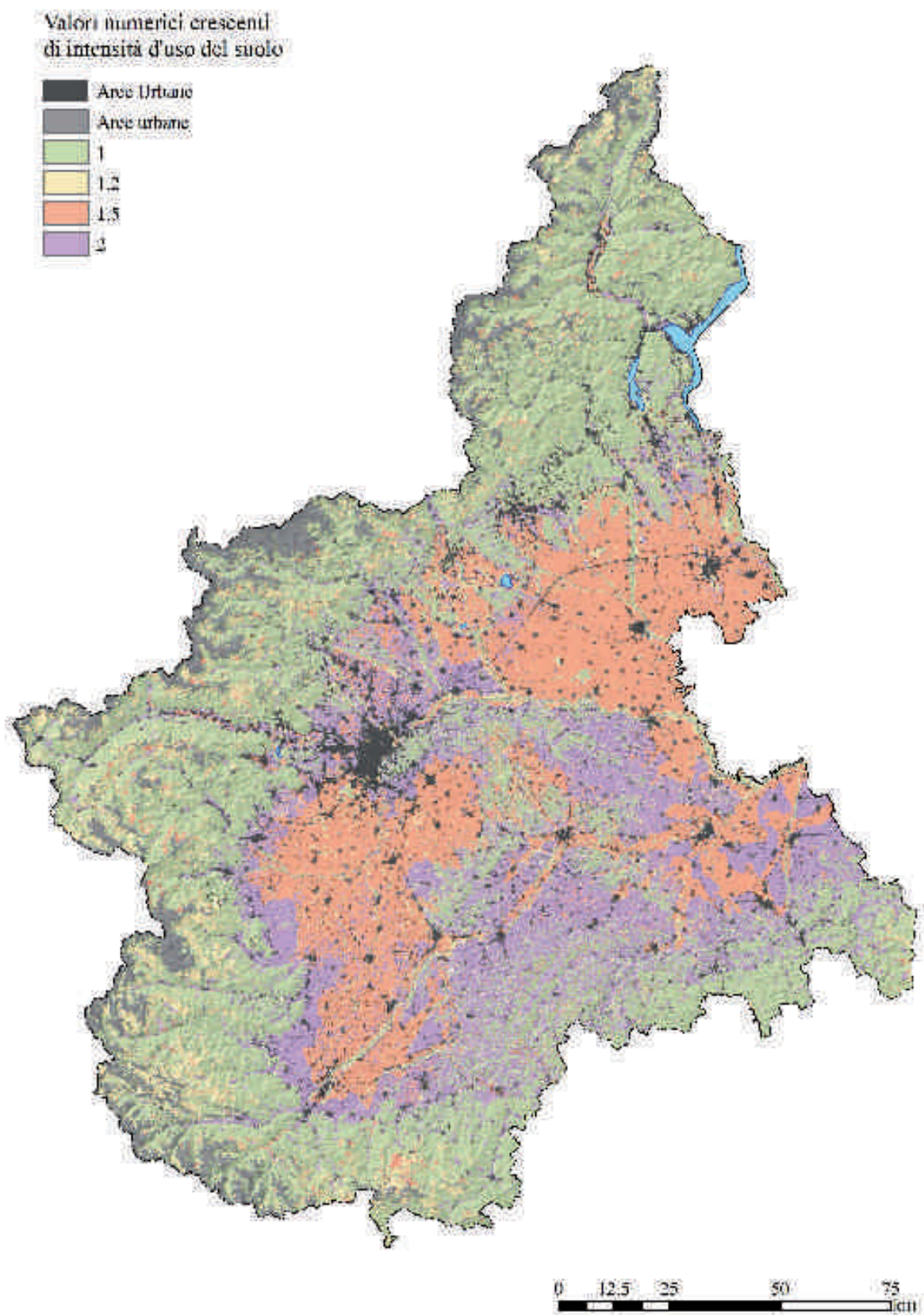
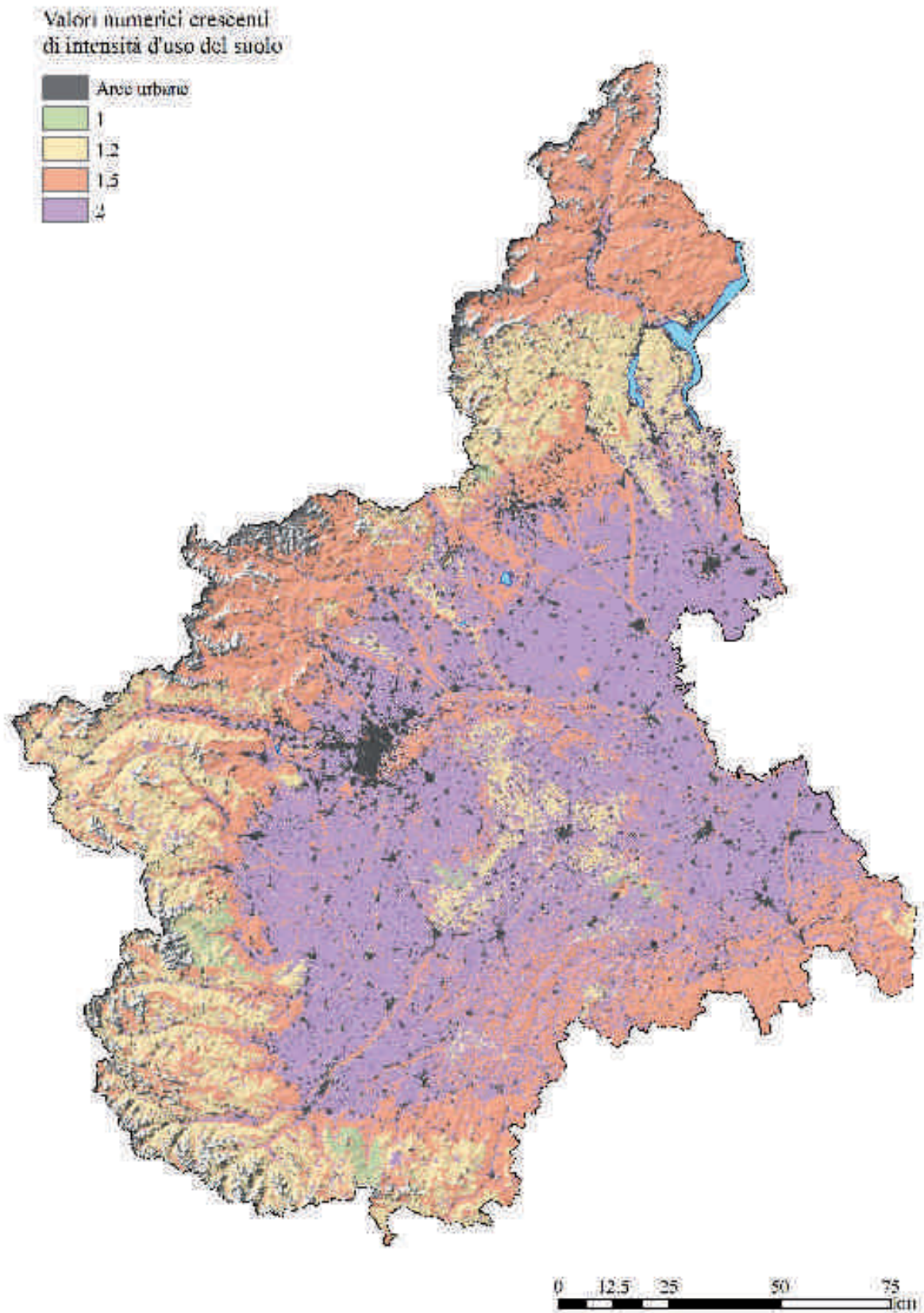


Fig. 8bis. Intensità d'uso del suolo Iui (indice integrato da variabili antropiche)



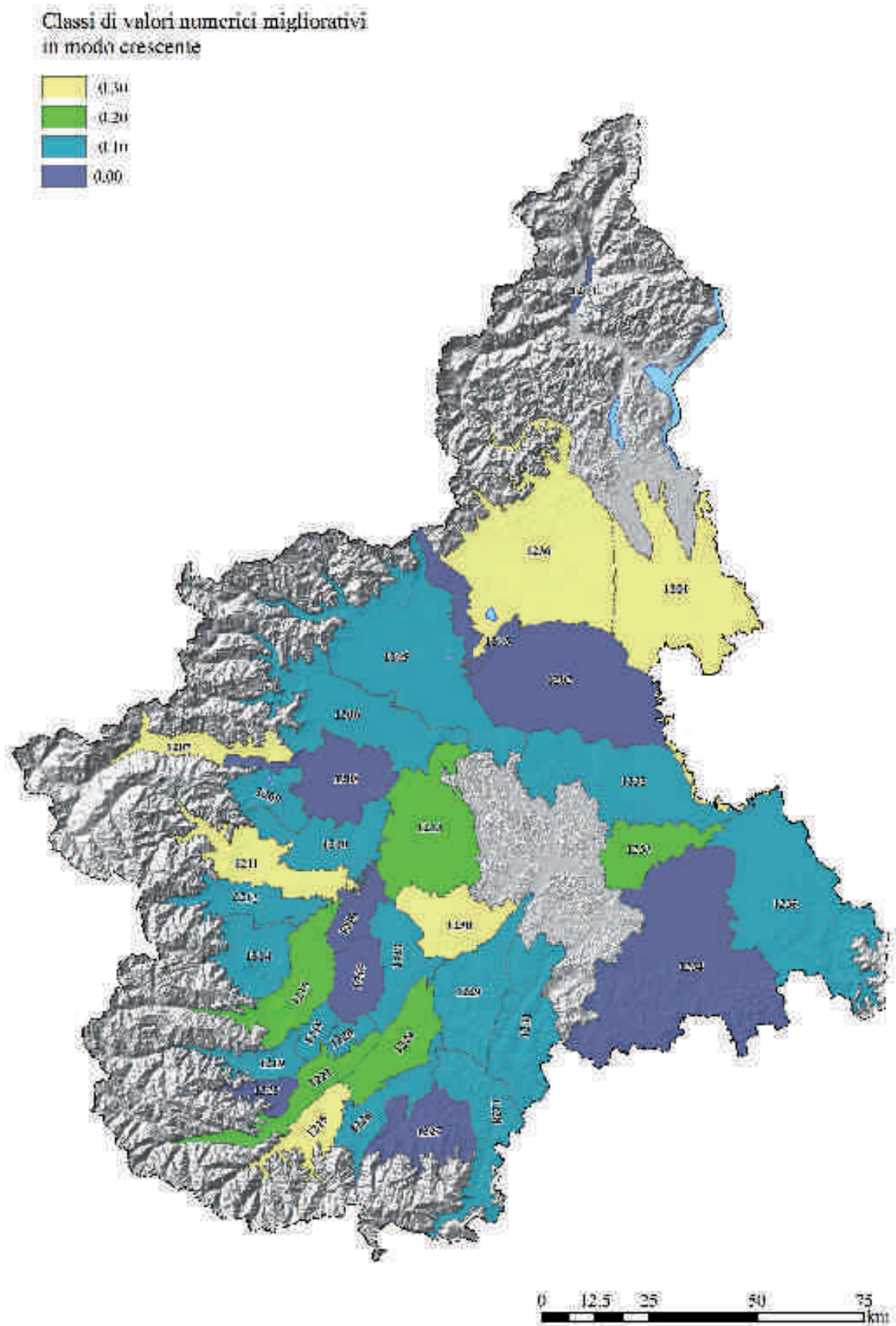
6. Politiche contro la scarsità irrigua

L'Index Medalus Ps viene stimato con riferimento alla presenza di politiche di salvaguardia ambientale nel territorio osservato, quindi al livello normativo e di regolazione raggiunto. Le integrazioni proposte si è ritenuto possano arricchirlo valutando le politiche che attraverso la tutela delle risorse idriche hanno indirettamente tutelato il territorio dalla desertificazione. Le politiche deliberate, realizzate ed in fase di realizzazione, sono state considerate quali azioni efficaci di riduzione dei danni causati dall'azione antropica, cioè quali azioni antropiche virtuose in grado di realizzare una riduzione dell'Index Ps stimato in precedenza con il metodo Medalus. La valutazione ha riguardato le attività di salvaguardia riferite alle risorse idriche da parte della Regione Piemonte, dei Consorzi Irrigui, degli ATO, delle Province come sempre con riguardo agli ultimi cinque anni. L'indice individuato, Pcd, è stato stimato in specifico attraverso l'implementazione di politiche per la razionalizzazione dell'uso delle risorse irrigue e la tutela delle riserve, (sempre facendo riferimento alle porzioni territoriali in cui sono state avviate e/o realizzate opere documentate e significative). Per le restanti numerose politiche di salvaguardia territoriale attuate dalle istituzioni competenti già richiamate, si è stimato un indice non riferito all'azione complessiva, risultata elevata e soprattutto omogenea per le diverse aree, ma assegnando un valore all'indice Pt con riferimento alle politiche territoriali di particolare rilevanza, significatività o originalità.

6.1. Le politiche verso gli usi irrigui, indice Pcd

Il Ps, indice delle Politiche salvaguardia, può essere arricchito, per le aree comprensoriali irrigue, valutando con un indice sintetico Pcd le variazioni incrementali degli interventi protettivi deliberati e realizzati a favore delle risorse idriche ad uso irriguo, la cui incidenza si ricorda è la maggiore a livello regionale, quindi valutando tutti gli interventi rivolti alla tutela, alla regolazione, al risparmio, alla razionalizzazione degli usi, sempre attraverso le dinamiche registrate negli ultimi cinque anni. L'indice Pcd è stato stimato attraverso due parametri: un primo parametro individuato attraverso la valutazione della specifica *propensione ad evolversi* di ogni Consorzio verso soluzioni organizzative e gestionali di maggior efficienza, quindi valutandone i miglioramenti in termini di capacità organizzativa e di efficienza complessiva, soprattutto con riferimento alla distribuzione delle risorse idriche; il punteggio previsto ha contemplato un intervallo numerico da un valore minimo 1 ad un valore massimo 5, il primo in corrispondenza di una attività di semplice routine ed il secondo di una elevata capacità e dinamica evolutiva. Un secondo parametro è stato individuato, sempre per ogni Consorzio, nella *propensione progettuale* intesa come capacità innovativa, rivolta all'incremento di efficienza nell'uso delle risorse idriche, valutata in base ai progetti presentati presso la Regione Piemonte per ottenere finanziamenti specifici. Le tre tipologie di razionalizzazione prese in considerazione dalla Regione Piemonte hanno riguardato progetti (quindi finanziamenti), erogati secondo la seguente suddivisione: Priorità 1 progetti di trasformazione totale, per le superfici richiedenti i finanziamenti, degli attuali sistemi irrigui in sistemi innovativi (impianti irrigazione a goccia, pioggia, trasporto controllato, ecc.), per realizzare riduzioni nei consumi idrici; Priorità 2 progetti che in parte razionalizzano l'irrigazione ed in parte il trasporto idrico dai pozzi di prelievo alle superfici utilizzatrici con condotte in pressione, realizzando in tal modo una riduzione delle dispersioni e perdite, ma anche sistemi di collegamenti ed integrazioni tra pozzi, (rete idrica), per una loro miglior gestione; Priorità 3 progetti di solo miglioramento nel trasporto idraulico e nei collegamenti tra pozzi (rete idrica). Si è trattato quindi di politiche regionali rivolte alla valorizzazione e miglioramento dell'uso del fattore produttivo acqua e contestualmente rivolte alla riduzione delle dispersioni nei trasporti e miglior utilizzo delle risorse naturali esistenti (falde sotterranee). Ovviamente i progetti di razionalizzazione hanno riguardato diverse estensioni superficiali su cui è intervenuto il nuovo metodo irriguo, quindi il coefficiente di valutazione degli effetti positivi ne ha tenuto conto assumendo valori intermedi tra quelli previsti, (esattamente: Priorità 1 in parentesi tonda: 5 per i primi 7 progetti, 4 dall'ottavo al quattordicesimo progetto, 3 dal

Fig. 9. Politiche di salvaguardia delle risorse irrigue (indice Pcd) nei Comprensori Irrigui di II° grado



quindicesimo al ventunesimo. Priorità 2 in parentesi quadra: 2 per i primi due progetti e 1,5 per i restanti tre; Priorità 3 in parentesi graffa: 1 per l'unico progetto presentato).

La Tabella 8 raccoglie i valori attribuiti agli indici Pcd=[-0,3/-0,2/-0,1/0], relativi all'intensità e dimensione degli interventi realizzati, avendo assunto i valori negativi maggiori come attestazione delle azioni più significative ed i valori nulli come assenza di incrementi negli interventi di salvaguardia. Il segno negativo indica infatti un contributo riduttivo all'indice finale Psi, quindi un suo miglioramento. Non sono stati considerati valori positivi perché non si è ritenuto che siano intervenute riduzioni dell'azione di salvaguardia regionale.

Tabella 8. Pcd politiche di salvaguardia risorse per uso irriguo. Pcd=[-0,3/-0,2/-0,1/0] indice numerico negativo con valore assoluto maggiore per condizioni migliori.

CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO	Propensione Evolutiva	Propensione Innovativa	Index Pcd
ASSOCIAZIONE IRRIGAZIONE EST SESIA 1201	5	5 (6)	-0,3
ASSOCIAZIONE D'IRRIGAZIONE OVEST SESIA 1202	3	0	0
CONSORZIO IRRIGUO MI MIGLIORAMENTO FONDARIO A. FOGLIETTI 1203	4	0	0
CONSORZIO OSSOLANO IRRIGAZIONE 1204	2	0	0
COMPRESORIO IRRIGUO DEL CANAVESE 1205	1/2	4 (13)	-0,1
CONSORZIO COMUNI ED UTENTI SULLA RIVA SINISTRA DELLA STURA 1206	2	4 (8)	-0,1
CONSORZIO IRRIGUO DELLE VALLI DI SUSA E CENISCHIA 1207	4	4 (11)	-0,3
CONSORZIO UNIONE BEALERE DERIVATE DALLA DORA RIPARIA 1208	2	0	0
CONSORZIO VALSANGONE 1209	3	3 (19)	-0,1
CONSORZIO CHISOLA – LEMINA 1210	4	1 {1}	-0,1
CONSORZIO IRRIGUO VAL CHISONE – PINEROLESE 1211	5	5 (5)	-0,3
CONSORZIO IRRIGUO VAL PELLICE – CAVOURESE 1212	5	3 (16)	-0,1
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE CHIERESE ASTIGIANO 1213	3	5 (3)	-0,2
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO SINISTRA PO - VALLE PO 1214	4	2 [2]	-0,1
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO SALUZZESE – VARAITA 1215	3	5 (2)	-0,2
CONSORZIO IRRIGUO DELLA PIANURA CUNESE – TORINESE 1216	3	0	0
COMPRESORIO IRRIGUO AREA SAVIGLIANESE 1217	2	0	0
CONSORZIO IRRIGUO MAIRA - BUSCHESE - VILLAFALLETTESE 1218	3	3 (15)	-0,1
ASSOCIAZIONE IRRIGUA VALLE MAIRA 1219	1	5 (4)	-0,1
AGGREGAZIONI CONSORZI IRRIGUI RISORGIVE MELLEA CENTALESE 1220	3	1,5 [4]	-0,1
AGGREGAZIONE CONSORZI SINISTRA STURA DI DEMONTE 1221	4	3 (17)	-0,2
AGGREGAZIONE CONSORZI VALLE GRANA – CARAGLIESE 1222	2	0	0
CONSORZIO COMPRESORIALE DI II GRADO FOSSANESE BRAIDESE 1223	4	2 [1]	-0,1
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO BEALERA MAESTRA – DESTRA STURA 1224	5	4 (9)	-0,2
VALLE GESSO - VALLE VERMENAGNA - CUNESE- BOVESANO 1225	4	4 (10)	-0,3
CONSORZIO DEL PESIO 1226	5	3 (20)	-0,1

CONSORZIO COMPRENSORIO VALLI ELLERO, CORSAGLIA, CASOTTO 1227	2	0	0
ASSOCIAZIONE CONSORZI ALTA VALLE TANARO CEBANO 1228	2	4 (12)	-0,1
CONSORZIO COMPRENSORIALE TANARO ALBESE - LANGHE ALBESI 1229	2	3 (18)	-0,1
CONSORZIO IRRIGUO ROERO 1230	4	5 (5)	-0,3
CONSORZIO IRRIGUO DI II GRADO ALTA LANGA-BORMIDA E UZZONE 1231	2	4 (14)	-0,1
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE DESTRA PO - AGRO CASALESE 1232	2	3 (21)	-0,1
CONSORZIO DI IRRIGAZIONE CANALE DE FERRARI 1233	3	5 (7)	-0,2
CONSORZIO IRRIGUO DESTRA BORMIDA 1234	3	0	0
CONSORZIO IRRIGUO ALESSANDRINO - ORIENTALE – SCRIVIA 1235	4	1,5 [3]	-0,1
CONSORZIO DI BONIFICA DELLA BARAGGIA BIELLESE E VERCELLESE 1236	5	5 (1)	-0,3

Fonte. Ricerca diretta presso i Consorzi.

La distribuzione dei valori dell'Indice, [6 Consorzi con -0,3] [5 Consorzi con -0,2] [16 Consorzi con -0,1] [9 Consorzi con 0], ha evidenziato la presenza di un gruppo consistente di Consorzi attivi nella gestione ed innovativi nella razionalizzazione dell'uso, e comunque una sensibilità generalizzata alle necessità di affrontare i nuovi problemi posti dalla riduzione delle risorse. Tale diffusa consapevolezza è stata inoltre evidenziata dal fatto che solamente 9 consorzi appaiono meno sensibili all'introduzione di innovazioni, in forza delle loro sufficienti disponibilità attuali e della stabilità della domanda espressa dai loro utenti, mentre si è rivelato come aspetto inatteso una debole correlazione tra consorzi dichiaranti elevati valori di carenza e deficit e scelte di innovazioni ed ammodernamenti.

6.2. Le politiche di salvaguardia territoriale, indice Pt.

Le Province piemontesi sono risultate complessivamente istituzioni attente ed efficienti nella gestione (governance) delle risorse idriche. Questo ha reso difficile l'individuazione delle azioni che potessero essere considerate ulteriori rispetto all'ampia attività routinaria, cioè azioni originali o elementi esclusivi che potessero evidenziare uno specifico impegno locale negli ultimi cinque anni. L'indice sintetico ha preso in considerazione quindi la presenza e completezza di studi conoscitivi e predittivi, di piani programmatici e di salvaguardia delle risorse originarie tra cui i contratti di fiume e di lago. Senza esprimere alcuna valutazione sull'attività svolta dalle Province, in tutte le realtà a livelli di efficienza ed efficacia molto elevati, si sono valorizzate i casi di attività specifiche e rilevanti per la tutela territoriale esclusivamente in rapporto alla problematica della desertificazione. Le politiche di valutazione e salvaguardia delle risorse idriche, in particolare ad uso potabile, sono state realizzate anche dai vari ATO attraverso, studi, azioni ed investimenti in attuazione degli interventi previsti e contenuti nei rispettivi Piani di Ambito, (spesso nelle deliberazioni successive), ad esempio con la realizzazione di Programmi di adeguamento delle captazioni esistenti, di maggior tutela delle Aree di salvaguardia.

Nel complesso le politiche espresse a livello provinciale si possono considerare adeguate ad un livello di salvaguardia significativo, anche come riflesso delle politiche normative ed incentivanti regionali. Le attività di tutela che hanno incrementato il livello comune di salvaguardia sono state valutate attraverso un coefficiente sintetico, $Pt=(-0,1/0)$.

Tabella 9. Politiche di salvaguardia territoriali. Pt=[-0,1/0] indice numerico negativo con valore assoluto maggiore per condizioni migliori.

	Studi & Analisi	Contratti di fiume	INDEX Pt
AREA PROVINCIALE TORINESE	SI	SI	-0,1
AREA PROVINCIALE CUNEESE	SI	SI	-0,1
AREA PROVINCIALE ASTIGIANA	SI	SI	0
AREA PROVINCIALE ALESSANDRINA	SI	NO	0
AREA PROVINCIALE NOVARRESE	SI	SI	-0,1
AREA PROVINCIALE VERBANESE	SI	NO	-0,1
AREA PROVINCIALE VERCELLESE	SI	NO	0
AREA PROVINCIALE BIELLESE	SI	SI	-0,1

Fonte. Documenti programmatori, analisi e studi di Province, ATO, Regione Piemonte, reperibili sui rispettivi siti internet.

7. Indice integrato Psi

Seguendo il metodo Medalus per ogni porzione di territorio preso in considerazione e per ogni relativo utilizzo prevalente, è risultato possibile calcolare l'indice integrato dopo aver individuato gli indici relativi alle dinamiche registrate nelle politiche di salvaguardia delle risorse idriche specifiche $Psi = P_s + P_i = P_s + [(Pcd), (Pt)]$. Considerando gli intervalli degli Index rispettivamente $Pcd = [-0,3/-0,2/-0,1/0]$ $Pt = [-0,1/0]$, l'indice integrativo P_i può assumere i valori $[-0,5/-0,4/-0,3/-0,2/-0,1/0]$, dai casi estremi di assenza di variazioni o di variazione simultanea massima e cumulata, oltre a quelli intermedi, sempre come effetto riduttivo dell'indice stimato in precedenza (con metodo Medalus). Anche in questo caso viene preferita l'operazione somma dell'indice integrativo a quello stimato in precedenza, perché ciò significa integrare il contributo antropico dinamico nel precedente indice relativo allo stato di salvaguardia raggiunto ed in atto. Ciò equivale a pesare significativamente il ruolo delle politiche di salvaguardia, riducendo, attraverso la riduzione di Psi , il valore della media geometrica MQI. Ovviamente l'integrazione con gli indici Medalus, $P_s = [1/1,5/2]$ comporta ampia combinazione di possibili valori:

$Psi = [0,5/0,6/0,7/0,8/0,9/1/1,1/1,2/1,3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/2]$.

Nella realtà la possibilità di valori estremi appare rara, implicando una condizione in cui operino contestualmente tutte le condizioni considerate o nessuna.

Fig. 10. Politiche di salvaguardia Psi (indice integrato da variabili antropiche)

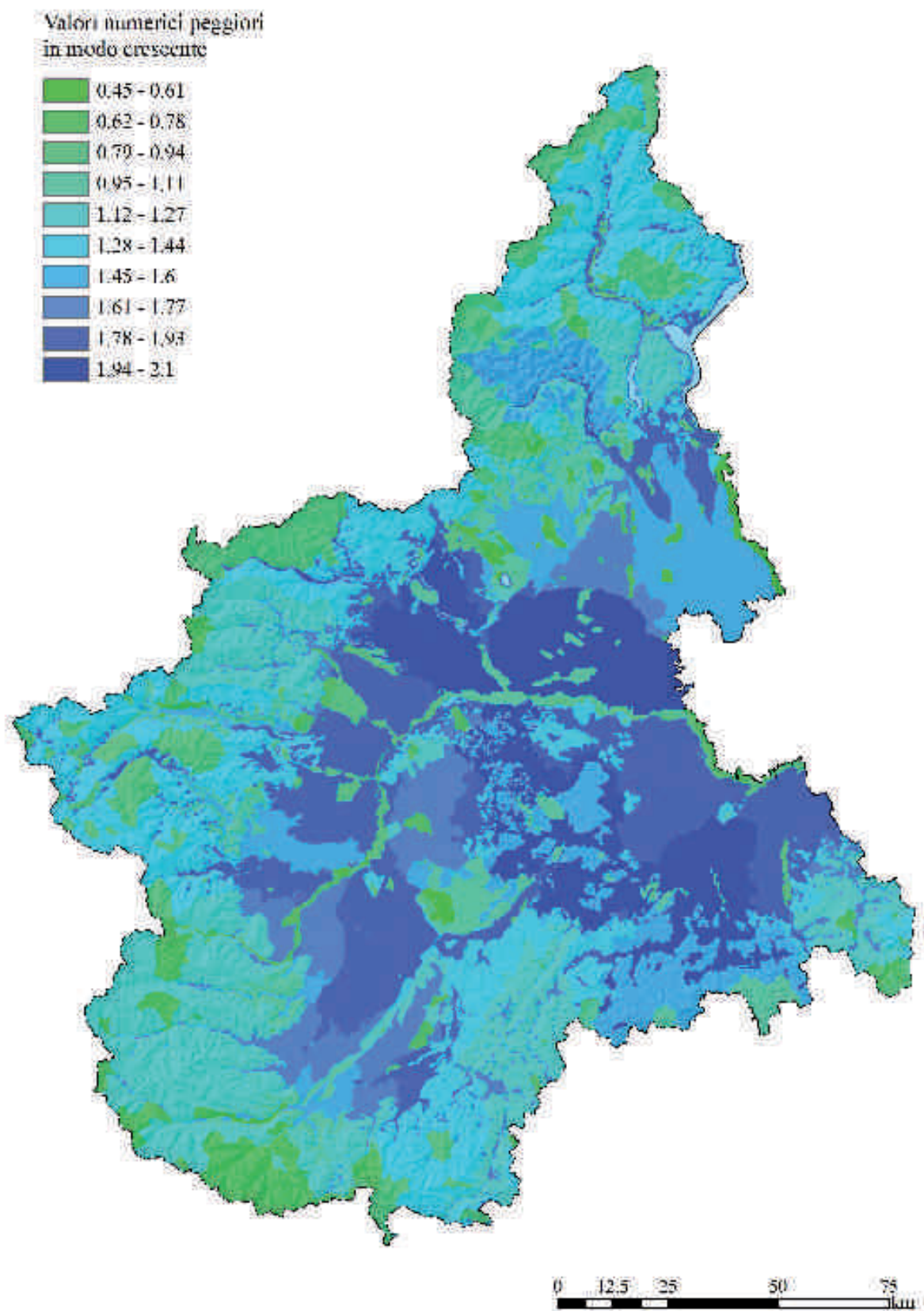


Fig. 11. Politiche di salvaguardia Ps

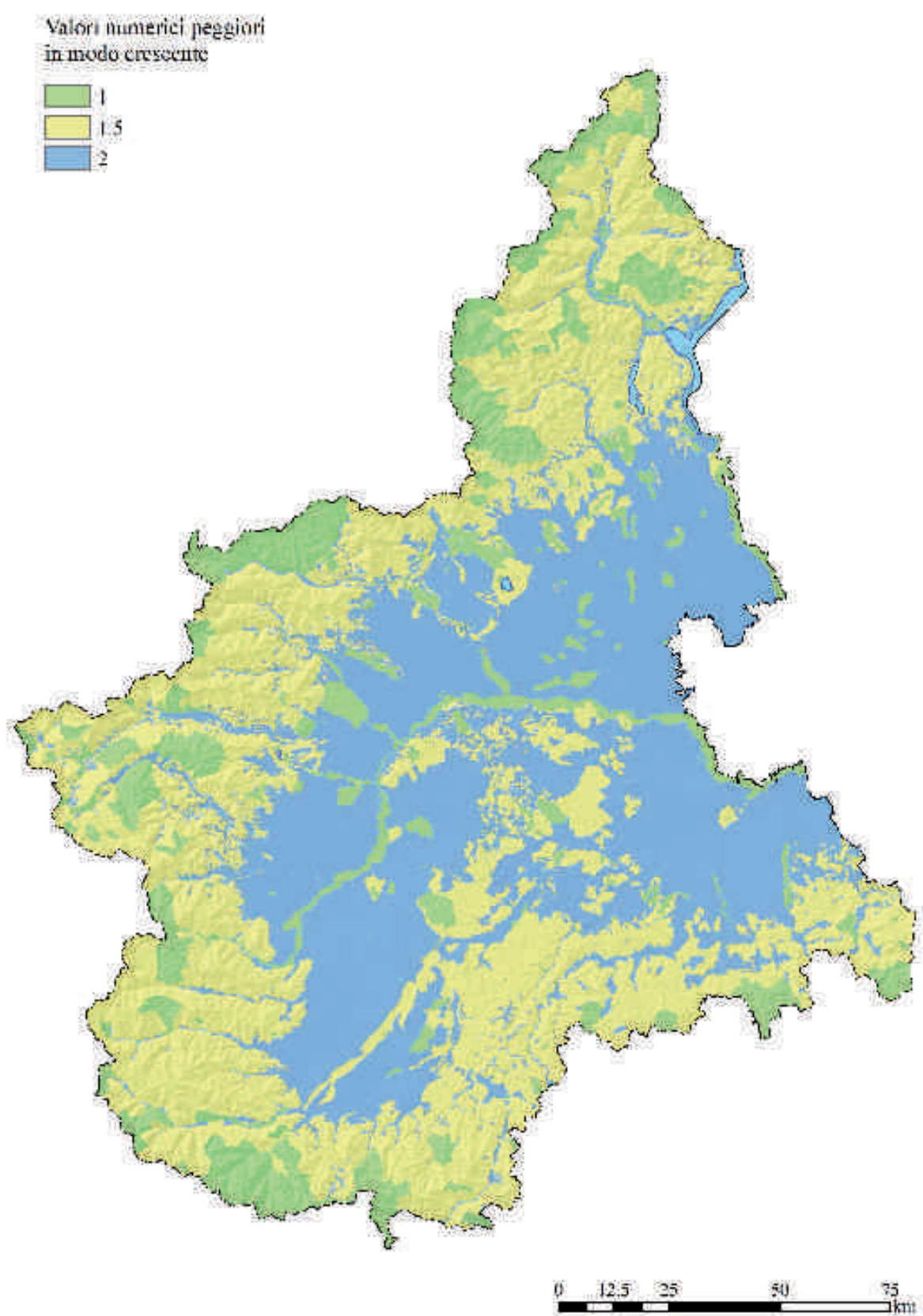
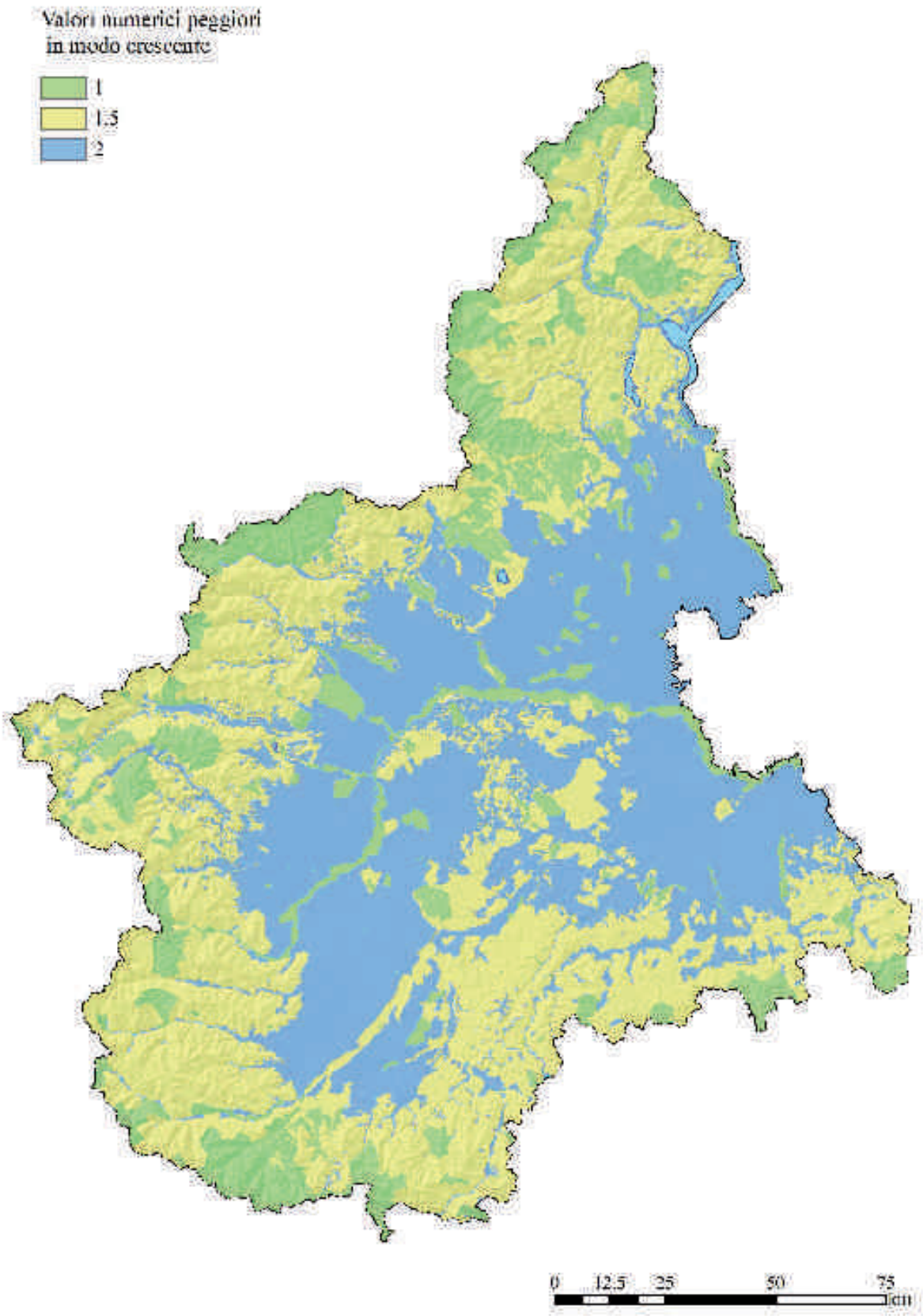


Fig. 11bis. Politiche di salvaguardia Pst (indice integrato da variabili antropiche)



8. La desertificazione umana.

Un aspetto specifico di desertificazione in Piemonte è risultato essere quella umana, come fenomeno di progressivo e crescente abbandono di ampi territori, specie montani e di alta collina, in precedenza abitati ed utilizzati, sebbene si tratti di un fenomeno talvolta non sufficientemente considerato o trascurato nelle valutazioni relative al deperimento ambientale.

8.1. Cause della desertificazione.

Anche nel metodo Medalus ESAS si trascura la desertificazione umana, probabilmente a causa del fatto che sembrerebbe non apparire immediatamente rilevante in relazione alla desertificazione e depauperamento fisico del territorio, quanto piuttosto in relazione a più generali problematiche territoriali. In realtà ad esso possono ricondursi, almeno in parte, fenomeni quali il dissesto idrogeologico, l'instabilità dei terreni, la perdita di accesso alle aree montane in precedenza produttive. In tutta l'area regionale piemontese molte ed ampie zone di montagna, appenniniche ed alpine, e di alta collina, Alta Langa, sono state abbandonate ed ancora sono in riduzione progressiva, in talune aree fino a livello di assoluta desertificazione umana, specie nelle maggiori altitudini o nelle aree più isolate. Ciò ha generato conseguenti degradi di pascoli, alpeggi, terrazzamenti, aree coltivate, strade, ma anche la compromissione di risorse idriche, forestali e territoriali tuttora di estrema rilevanza quantitativa e soprattutto qualitativa. Un fenomeno legato all'industrializzazione regionale e nazionale, ed al conseguente richiamo irresistibile di una domanda di lavoratori da parte delle imprese e per condizioni di lavoro sicure, meno faticose e complessivamente migliori rispetto alle condizioni precedenti. Il fenomeno dopo una vera e propria esplosione iniziale, anni '50 e '60, ha conosciuto un relativo rallentamento nel tempo per registrare negli anni più recenti, causa l'invecchiamento dei residenti e la loro progressiva naturale riduzione, una ripresa in ampi territori, interi comuni e frazioni, valli, con un conseguente ulteriore degrado ambientale in duplice senso, umano e territoriale. Ne è conseguita una notevole riduzione della manutenzione territoriale puntuale, con smottamenti e distruzione di terreni prima fertili ed utilizzati, di alpeggi e praterie montane, terrazzamenti, pur in presenza di una riforestazione di ampie aree e zone, interi versanti vallivi, sebbene spesso disordinata e comunque non in grado di evitare micro dissesti.

Le cause economiche della desertificazione antropica attuale, dal carattere di sostanziale irreversibilità, si possono individuare negli elevati costi di permanenza e residenza in aree divenute sempre più marginali e progressivamente prive di opportunità di reddito, salvo le non numerose aree a forte vocazione turistica. Si è trattato di un avvitamento di problemi e cumularsi di difficoltà: nell'impossibilità di soddisfare i bisogni individuali, causa l'assenza di opportunità di lavoro e scambio, di formazione scolastica, di cure mediche, di attività sportiva, di scambio culturale, si sono determinati costi individuali, per spostamenti verso le opportunità o per rinuncia ad esse, eccessivi, da cui si è generata una inevitabile spinta verso il trasferimento nelle aree di pianura e metropolitane. Contestualmente per le piccole amministrazioni locali ciò ha determinato costi di mantenimento di servizi e prestazioni minime non sostenibili e quindi riduzione dei servizi causa di ulteriore abbandono, ecc. in una spirale continua di impoverimento territoriale. Tuttavia si è osservato come l'abbandono abbia presentato anche opportunità positive quali l'espansione delle superfici forestali e delle vegetazioni spontanee, quindi l'occasione di arricchimento naturalistico del territorio ed un miglioramento ambientale che ha contribuito ad un riequilibrio complessivo. Nella misura in cui si è realizzato un ampliamento dei territori non utilizzati, riavvicinandoli alle loro condizioni naturali ed incontaminate, ed una ricostituzione dello stato vegetale, idrico, territoriale originario e spontaneo, si sono generate economie esterne positive, per quanto le millenarie trasformazioni generate dalla presenza umana abbia richiesto comunque interventi di risistemazione e riqualificazione. La crescita di aree verdi, specie forestali e boschive, in termini economici ha generato benefici ambientali e quindi sociali che potrebbero essere valutati attraverso

l'azione riduttiva di anidride carbonica e polveri varie nell'atmosfera, quindi in termini di valore economico salutare dell'azione decontaminante. La valutazione di tali benefici è risultata accessibile, ad esempio utilizzando prezzi ombra, e sviluppata in altre stime, ma tema lontano dalla ricerca in atto e quindi non presentata. Accanto ai benefici ambientali si sono generati benefici economici attraverso l'incremento delle biomasse disponibili per trasformazioni energetiche alternative, (riscaldamento, energia elettrica, ecc.), l'incremento di produzioni forestali di legname per usi produttivi, benefici valutabili nel valore commerciale dell'incremento quantitativo di produzione naturale. Tuttavia occorre segnalare che l'abbandono dei territori determina minore accessibilità ai boschi e foreste, quindi maggiori costi di esbosco. In sostanza occorre valutare ogni situazione specifica nei suoi vantaggi e svantaggi, mentre alcune esperienze già realizzate hanno sollevato diversi problemi di convenienza economica nel medio e lungo periodo. Infine è in via di valutazione la possibilità di sistemazione di impianti solari ed eolici per produzione energetica, favorita dal basso costo di acquisto o affitto dei terreni e da molte ottime esposizioni.

In sostanza la desertificazione demografica di crescenti porzioni territoriali ha posto rilevanti problemi di costi ambientali collettivi per dissesti e danni da fragilità e precarietà ambientale e territoriale, in parte bilanciati dalla possibilità, comunque onerosa, e non ancora utilizzata pienamente, di riprogettare e risistemare i territori abbandonati al fine di ottenerne benefici ambientali, con la possibilità di restituzione di nuove e vaste aree ad una vocazione originaria di aree incontaminate, boschive naturali, quindi con un ruolo decontaminante dell'ambiente, ed infine la possibilità di recupero in termini produttivi dell'enorme produzione di biomasse boschive e vegetali attualmente abbandonate, e di collocazione di impianti per energia solare.

Nell'immediato le conseguenze economiche delle desertificazioni vallive hanno riguardato la necessità di ricorrere a progetti ed azioni di risistemazione ambientale per ridurre gli aspetti più rilevanti di fragilità territoriale (SQI), di riduzione della protezione vegetativa (VQI), ed ovviamente di conseguenze dell'abbandono della precedente azione antropica (MQI). In particolare per l'analisi di quest'ultimo indice sono stati considerati gli effetti negativi creati dai numerosi micro dissesti territoriali.

8.2. Effetti ambientali nelle aree interessate dall'abbandono umano, indice Ia.

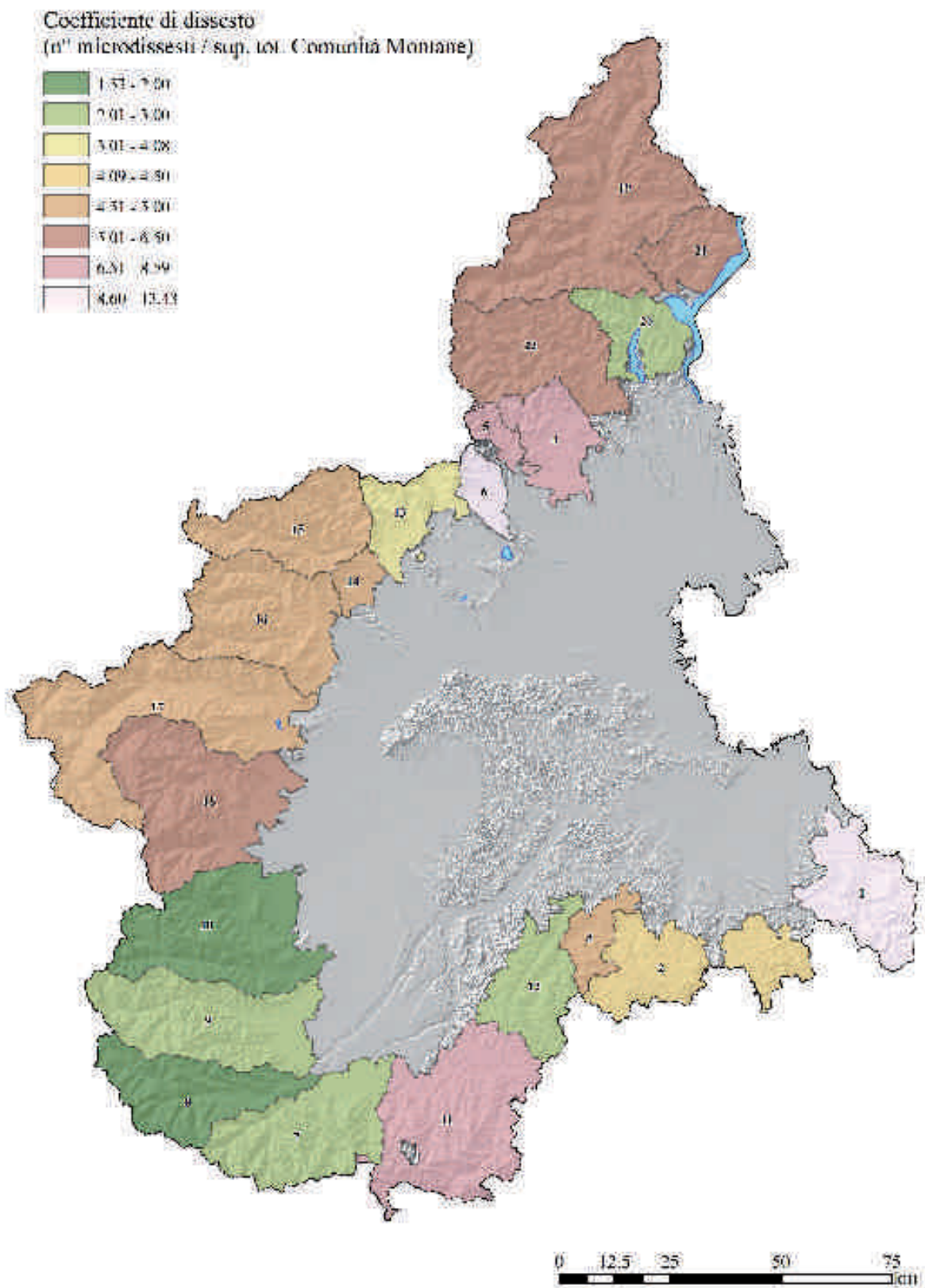
La quarta integrazione proposta, Ia, (effetti della desertificazione umana), è stata considerata per valutare alcune conseguenze del processo di desertificazione antropica. Il dissesto territoriale è stato considerato un aspetto rientrante nella problematica della desertificazione, essendosi ritenuto, da esperti ed addetti istituzionali, causato anche, ed in alcune aree soprattutto, dalla ridotta manutenzione territoriale continua e puntuale. In particolare si sono considerati i micro dissesti intervenuti nelle aree appartenenti alle Comunità Montane, agevolati dal fatto che le loro nuove delimitazioni risultano corrispondere quasi totalmente alle Aree Forestali regionali, trascurando i macro dissesti le cui cause ed origini possono riguardare interventi che prescindono dall'abbandono umano, oltre che eventi naturali imprevedibili. Per quanto non tutti i micro dissesti si possano ricondurre all'abbandono umano risulta difficile una loro classificazione esatta, concorrendo spesso più cause contestuali. Tuttavia si può ritenere fondatamente che una loro quota significativa sia una conseguenza diretta, ed indiretta, dell'assenza di micro manutenzione ambientale di aree prima coltivate ed abitate, della regolazione quotidiana necessaria alle modificazioni apportate dall'agire umano sull'ambiente. L'insistenza su queste considerazioni deriva dall'originalità di tale attribuzione, dal valore sperimentale ma consistente attribuito a questo indice ed ai suoi contenuti.

L'indice delle conseguenze territoriali, Ia, si è valutato attraverso la proxy più accessibile, il censimento realizzato in anni recenti di tutti i micro dissesti avvenuti nelle aree forestali montane regionali. Tale censimento è stato redatto in fase di valutazione di ammissibilità ai finanziamenti necessari per la loro sistemazione e la stabilizzazione delle aree degradate. L'esistenza di valutazioni regionali sulle dichiarazioni delle Comunità Montane, cioè delle richieste di finanziamento, le elaborazioni statistiche sui programmi, progetti ed interventi, la selezione delle

richieste puntuali rispetto alle numerose decisioni assunte dalle amministrazioni locali, (dalla sistemazione e recupero territoriale alla promozione turistica, dal folklore alle infrastrutture, ecc.), ha consentito il superamento di notevoli difficoltà ed ha offerto informazioni corrette e sufficienti a tracciare una prima significativa valutazione della situazione e delle dinamiche in atto.

I micro dissesti considerati dal competente Assessorato regionale sono: Erosione fluvio-torrentizia di sponda; Erosione fluvio-torrentizia di fondo; Erosione di versante generalizzata; detriti di falda soggetti a riattivazione e coni detritici solo parzialmente stabilizzati; Aree soggette a movimenti di massa superficiali (colamenti e creeps); Aree soggette a movimenti di massa profondi; Frane singole di dimensioni rilevanti; Aree soggette a frane di roccia lapidea e/o caduta di blocchi; Aree soggette a cadute di valanghe.

Fig. 12: Possibili effetti ambientali dell'abbandono umano



Nella Tabella 11 sono stati riportate le stime di un coefficiente di dissesto calcolato come rapporto tra micro dissesti censiti e superfici delle Comunità Montane in cui sono avvenuti, [Coeff.= (N° Dissesti) / (Superficie Totale Com. Mon.)], avendo attribuito correttamente le Aree Forestali alle rispettive Comunità Montane. L'Index stimato Ia è stato derivato dal coefficiente stesso ed ha assunto i valori Ia=[0/0,1/0,15] pari a: 0 per un coefficiente nell'intervallo [0-3] dal significato di assenza o livello minimo di effetti negativi; 0,1 per un coefficiente nell'intervallo [3,1-6] ed intorno al valore medio totale, dal significato di presenza significativa di effetti negativi; 0,15 per coefficiente oltre il valore [6,1] dal significato di presenza rilevante di effetti negativi.

Tabella 11. Possibili effetti ambientali dell'abbandono umano. Coefficiente di dissesto. Ia=[0/0,1/0,15] indice numerico positivo con valore assoluto maggiore per condizioni peggiori.

COMUNITA' MONTANA ex Lr. 19/2008		Aree Forestali	Coefficiente di dissesto	Index
Provincia di Alessandria				
1	Valli Curone Grue e Ossona, Val Borbera e Valle Spinti	1/2	8,63	0,15
2	Alta Val Lemme, Alto Ovadese, Alta Valle Orba, Valle Erro e Bormida di Spigno	3/4	4,13	0,1
Provincia di Asti				
3	Langa Astigiana e Val Bormida	5	4,51	0,1
Provincia di Biella				
4	Val Sessera, Valle di Mosso e Prealpi Biellesi	41	7,42	0,15
5	Valle Del Cervo -La Bursch	41	7,42	0,15
6	Valle Dell'Elvo	45	13,43	0,15
Provincia di Cuneo				
7	Valli Gesso Vermenagna Pesio e Bisalta	11	2,34	0
8	Valle Stura	10	1,91	0
9	Valli Grana e Maira	8/9	2,29	0
10	Valli Po, Bronda, Infernotto e Varaita	6/7	1,53	0
11	Alta Valle Tanaro, Valli Mongia e Cevetta, Langa Cebana e Valli Monregalesi	12/13	7,88	0,15
12	Alta Langa e Langa Valli Bormida Uzzone	14	2,84	0
Provincia di Torino				
13	Val Chiusella, Valle Sacra e Dora Baltea Canavesana	36	3,82	0,1
14	Alto canavese	33	4,59	0,1
15	Valli Orco e Soana	34	4,56	0,1
16	Valli di Lanzo, Ceronda e Casternone	32	4,65	0,1
17	Valle Susa e Val Sangone	30/(28)	4,68/10,1	0,1
18	Valli Chisone, Germanasca, Pellice e Pinerolese Pedemontano	28	5,84	0,1
Provincia del VCO				
19	Valli Antigorio, Antrona, Anzasca, Ossola e Vigizzo	15/16/17/ 18/19	6,06	0,15
20	Due Laghi, Cusio Mottarone e Val Strona (Interprovinciale con sede In Provincia di Novara)	21-44	2,38	0
21	Val Grande, Alto Verbano e Valle Cannobina	23	5,52	0,1
Provincia di Vercelli				
22	Valsesia	38	5,88	0,1
TOTALE Piemonte numero dissesti in aree Comunità Montane 6433.			Coefficiente 4,89	

Fonte. Ns elaborazioni su dati dell'Assessorato alla Montagna della Regione Piemonte.

La stima delle possibili conseguenze dell'abbandono in termini di micro dissesti è stata considerata in termini prudenziali, come ordine di grandezza, ritenendo, come già osservato, che una quota degli stessi sia dipesa da cause naturali o comunque non riconducibili direttamente all'azione antropica. Inoltre occorre considerare e segnalare che la stima del coefficiente si è basata su informazioni riguardanti il numero degli eventi ma non la loro gravità o entità puntuale, sebbene il loro ordine di grandezza rientri in un intervallo ragionevolmente considerabile omogeneo. Il coefficiente calcolato ha rappresentato quindi in modo attendibile un aspetto rilevante, tra gli eventuali altri considerabili, conseguente l'abbandono umano. Partendo da tali premesse si è osservata una diffusa presenza di valori positivi dell'indice in molte aree montane, con l'eccezione delle Comunità cuneesi in cui i coefficienti di dissesto sono apparsi di entità decisamente inferiore. Un aspetto che non è stato possibile considerare, ha riguardato le opere di manutenzione necessarie, realizzate o meno, per contenere le perdite o le dispersioni di fonti e riserve idriche in precedenza utilizzate, di sorgenti e condotte abbandonate. Informazioni di quel tipo avrebbero potuto evidenziare un ulteriore tendenziale contributo al rischio di siccità derivante da abbandono. Pur ricercando fonti informative, gli scarsi risultati ottenuti, solo alcune stime soggettive molto prudenziali, non hanno consentito di valutare correttamente le dispersioni e le riduzioni delle risorse, (al netto delle restituzioni sotterranee), non conseguenti le riduzioni delle precipitazioni meteoriche e delle riserve nevose. La distribuzione dell'indice dei micro dissesti ha messo in evidenza una situazione preoccupante con 6 Comunità Montane dall'Index 0,15 quindi 10 con index 0,1 ed infine 6 con index 0.

8.3. Politiche di risistemazione delle aree abbandonate, indice Pa.

Il terzo Index, Pa, ha riguardato le politiche di salvaguardia programmate ed in parte realizzate nelle aree montane ed alto collinari soggette a dissesti idrogeologici, le stesse aree considerate in precedenza e soggette ad abbandono umano. Tali politiche di salvaguardia Pa si sono fatte corrispondere alla realizzazione di azioni di ripristino dei dissesti, di erogazione di fondi necessari e di produzioni normative adeguate, attivate negli ultimi cinque anni. Anche in questa valutazione si sono poste difficoltà dovute ad una pluralità di soggetti competenti, Comunità Montane, Corpo Forestale dello Stato, Regione, Province, Comuni, nei cui bilanci le informazioni utili risultano molto disperse; solo l'attivazione di osservazioni sistematiche della Regione Piemonte, ha reso disponibili le informazioni necessarie, pur se ovviamente non finalizzate agli obiettivi di questa ricerca. I coefficienti sono stati stimati come rapporto tra il numero di "interventi previsti" sulla base di progetti presentati ed il numero totale degli "interventi censiti", dichiarati e verificati, quindi [Coefficiente = Interventi previsti / Totale censiti]. Molti interventi sono stati realizzati in anni passati, (e ciò risulta nel censimento come opere già realizzate e concluse), ma non sono stati considerati ritenendo conforme alla logica assunta in questo lavoro, considerare non tanto del livello di intervento raggiunto, quanto la dinamica in atto espressa proprio dagli interventi previsti e con progetto approvato in base ai finanziamenti disponibili. Per l'aspetto relativo ai dissesti territoriali le Comunità Montane dispongono anche di fondi derivanti da quote percentuali delle tariffe relative all'acqua potabile, tuttavia per l'individuazione esatta dell'uso di tali voci di spesa sono emerse complessità non risolvibili nel breve periodo. I valori degli indici $Pa = [-0,15/-0,1/0]$, come integrazioni P_i (degli Index P_s), si ritiene possano essere per le aree pertinenti: -0,15 per elevati livelli di interventi protettivi previsti oltre 61% di quelli totali; -0,1 per livelli di interventi protettivi previsti compresi nell'intervallo 31-60% di quelli totali; 0 per interventi protettivi fino al 30% di quelli totali. In tal modo essi contribuiscono a migliorare l'indice finale, riducendolo.

Tabella 12. Politiche di salvaguardia in aree montane e di alta collina. Pa=[-0,15/-0,1/0] indice numerico negativo con valore assoluto maggiore per condizioni migliori.

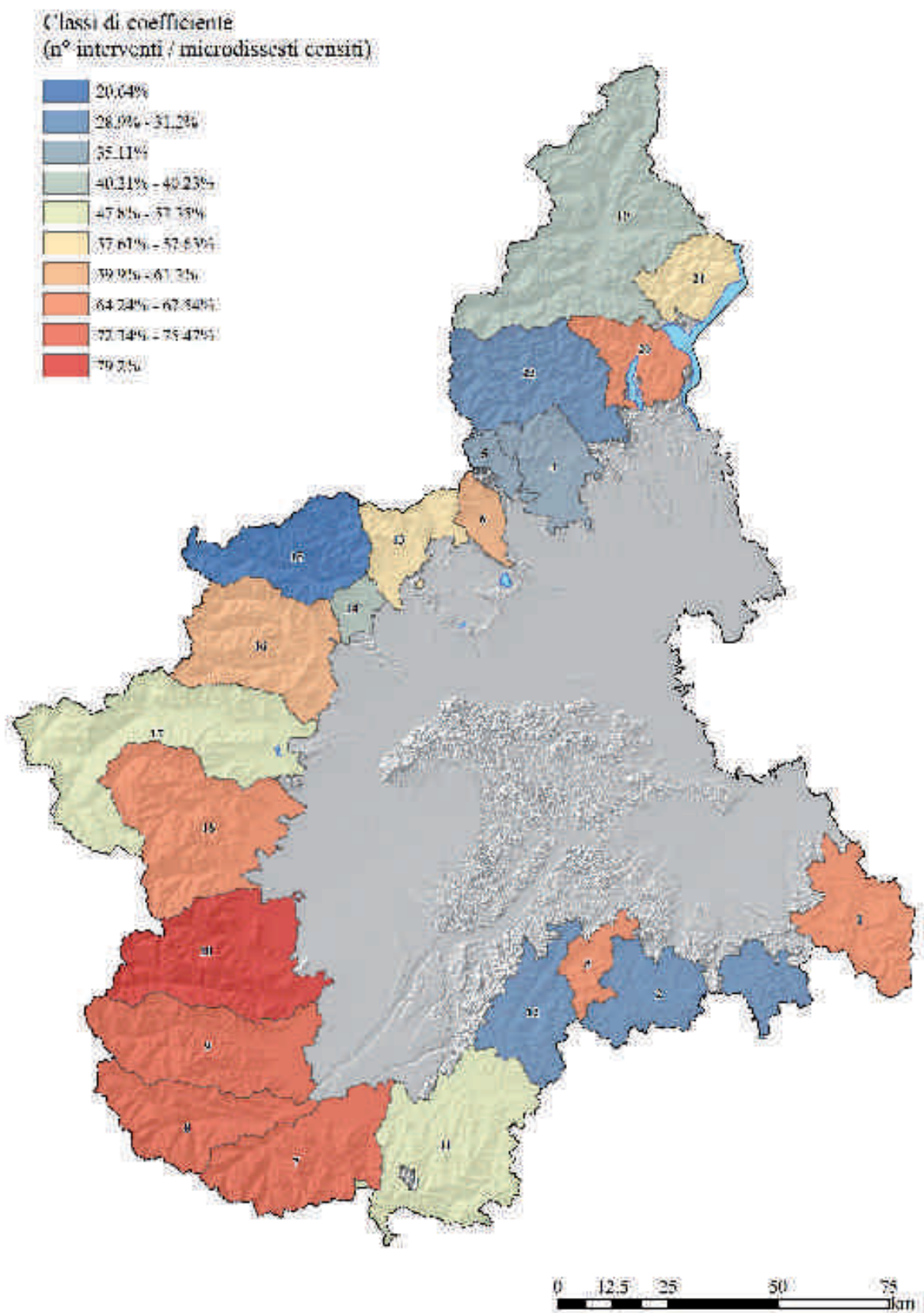
COMUNITA' MONTANA ex L.r. 19/2008		Aree Forestali	Coefficiente	Index
Provincia di Alessandria				
1	Valli Curone Grue e Ossona, Val Borbera e Valle Spinti	1/2	64,24%	-0,15
2	Alta Val Lemme, Alto Ovadese, Alta Valle Orba, Valle Erro e Bormida di Spigno	3/4	28,90%	0
Provincia di Asti				
3	Langa Astigiana e Val Bormida	5	65,71%	-0,15
Provincia di Biella				
4	Val Sessera, Valle di Mosso e Prealpi Biellesi	41	35,11%	-0,1
5	Valle Del Cervo -La Bursch	41	35,11%	-0,1
6	Valle Dell'Elvo	45	59,90%	-0,1
Provincia di Cuneo				
7	Valli Gesso Vermenagna Pesio e Bisalta	11	72,34%	-0,15
8	Valle Stura	10	50,43%	-0,1
9	Valli Grana e Maira	8/9	75,47%	-0,15
10	Valli Po, Bronda, Infernotto e Varaita	6/7	79,20%	-0,15
11	Alta Valle Tanaro, Valli Mongia e Cevetta, Langa Cebana e Valli Monregalesi	12/13	47,80%	-0,1
12	Alta Langa e Langa Valli Bormida Uzzone	14	31,20%	-0,1
Provincia di Torino				
13	Val Chiusella, Valle Sacra e Dora Baltea Canavesana	36	57,63%	-0,1
14	Alto canavese	33	40,23%	-0,1
15	Valli Orco e Soana	34	20,64%	0
16	Valli di Lanzo, Ceronda e Casternone	32	61,30%	-0,15
17	Valle Susa e Val Sangone	29/30/(28)	52,35%	-0,1
18	Valli Chisone, Germanasca, Pellice e Pinerolese Pedemontano	25/26/(28)	67,54%	-0,15
Provincia del VCO				
19	Valli Antigorio, Antrona, Anzasca, Ossola e Vigizzo	15/16/17/ 18/19	40,21%	-0,1
20	Due Laghi, Cusio Mottarone e Val Strona (Interprovinciale con sede In Provincia di Novara)	21-44	65,71%	-0,15
21	Val Grande, Alto Verbano e Valle Cannobina	23	57,61%	0
Provincia di Vercelli				
22	Valsesia	38	29,84%	0
TOTALE Piemonte		Coefficiente	46,44%	

Fonte: Ns elaborazione su dati della Regione Piemonte Assessorato per la Montagna.

La distribuzione dell'Index relativo alle Politiche di salvaguardia nelle rispettive aree ha segnalato una attività vivace ed efficiente, essendosi rilevato che 8 Comunità Montane hanno espresso il valore 0,15 quindi 10 Comunità il coefficiente 0,1 ed infine 4 Comunità l'indice 0.

Un'altra politica di tutela delle aree desertiche ha riguardato l'azione di rimboschimento, per la quale si sarebbe dovuto considerare il tasso di crescita del manto vegetale forestale ed il conseguente tasso di decadimento di anidride carbonica e polveri varie presenti nell'atmosfera. Tuttavia la traduzione in termini di coefficienti da integrare ai precedenti valori dell'indice Ia è risultata problematica ed opinabile, per la scarsità di informazioni disponibili, o meglio per la non completa disponibilità di dati puntuali, circa la crescita estensiva ed intensiva dei manti forestali negli ultimi cinque anni. Anche assumere la spesa complessiva affrontata per azioni di salvaguardia

Fig. 13. Politiche di salvaguardia nelle Comunità Montane



e rimboschimento non è risultato possibile per la dispersione delle informazioni, (Regione, Corpo Forestale, Comunità Montane, Province, Comuni) e la loro momentanea non elaborazione. I numerosi lavori realizzati dall'Istituto per Piante da Legno e l'Ambiente, (IPLA), avrebbero consentito una valutazione relativa solo ad ampie aree dell'arco alpino e collinare, una valutazione complessiva che non avrebbe potuto contribuire all'individuazione di indici locali, di base, stimabili solo con indagini locali relative alle dinamiche nelle estensioni forestali, non realizzabili nel breve periodo.

9. Calcolo nuovo indice MQIi.

Come evidenziato in precedenza, per ogni porzione territoriale considerata, ed in base alla disponibilità di dati significativi, si è assunta la logica di integrare gli indici Icd, It ed Ia, come incremento peggiorativo del valore stimato Iu con il metodo Medalus; quindi integrare con gli indici migliorativi Pcd, Pt e Pa come riduzioni del valore stimato Ps con il metodo Medalus. Questo nell'ovvia considerazione che le stime iniziali degli indici Iu e Ps corrispondessero correttamente al livello raggiunto nell'Intensità d'uso del territorio ed altrettanto correttamente alle Politiche di salvaguardia poste in essere, con riferimento alle disponibilità di risorse idriche ed alle loro variazioni, considerate queste ultime un segnale significativo dei rischi di pre desertificazione. Le integrazioni sono corrisposte ed hanno rappresentato le variazioni intervenute negli ultimi cinque anni per effetto della doppia azione antropica sull'ambiente, distruttiva a causa delle azioni negative di sfruttamento e costruttiva per merito delle azioni positive di tutela. Le due integrazioni proposte hanno intenzionalmente tentato di valutare solo le variazioni intervenute, il trend in atto, e non tanto il livello di sfruttamento e salvaguardia raggiunto, la cui valutazione dovrebbe essere stata realizzata attraverso il metodo Medalus.

Il calcolo dei nuovi valori dell'indice Qualità di Gestione del Territorio, MQI, è consistito dunque nell'integrazione degli indici calcolati inizialmente, (secondo il metodo Medalus), per ogni porzione territoriale presa in considerazione e per ogni utilizzazione prevalente del territorio, con i nuovi indici integrativi. L'unico aspetto problematico è consistito nelle diverse dimensioni geografiche di riferimento tra quelle delle integrazioni e quelle Medalus individuate inizialmente. Quindi $I_{ui} = I_u + I_i = I_u + [(I_{cd}), (I_t), (I_a)]$ ed allo stesso modo $P_{si} = P_s + P_i = P_u + [(P_{cd}), (P_t), (P_a)]$, rimanendo invariato l'algoritmo di calcolo Medalus, ed il suo significato.

A titolo di semplice esempio, ed allo scopo di osservare gli effetti delle integrazioni sugli indici Medalus, sono stati raccolti nella matrice sottostante i valori del prodotto $[I_{ui} \cdot P_{si}]$, cioè i possibili valori di MQIi partendo dall'integrazione di tutti i possibili valori dei nuovi Index di Intensità d'uso $I_c = [0/0, 1/0, 15/0, 2]$ $I_d = [0/0, 1/0, 15]$ $I_t = [0/0, 1/0, 15]$ ed a parte $I_a = [0/0, 1/0, 15]$ e delle Politiche di salvaguardia $P_{cd} = [-0,3/-0,2/-0,1/0]$ $P_t = [-0,1/0]$ ed a parte $P_a = [-0,15/-0,1/0]$, ottenendo:

$I_{ui} = [1/1, 1/1, 15/1, 2/1, 25/1, 3/1, 35/1, 4/1, 45/1, 5/1, 55/1, 6/1, 65/1, 7/1, 75/1, 8/1, 85/1, 9/1, 95/2/2, 1/2, 15/2, 2/2, 25/2, 3/2, 35/2, 4/2, 45/2, 5/2, 55/2, 6]$

$P_{si} = [0,5/0,6/0,7/0,8/0,9/1/1,1/1,2/1,3/1,4/1,5/1,6/1,7/1,8/1,9/2]$.

Psi→ ↓Iui	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
1	0,50	0,60	0,70	0,8	0,90	1,0	1,10	1,20	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
1,1	0,55	0,66	0,77	0,88	0,99	1,1	1,21	1,32	1,43	1,54	1,65	1,76	1,87	1,98	2,09	2,2
1,15	0,57	0,69	0,80	0,92	1,04	1,15	1,26	1,38	1,49	1,61	1,73	1,84	1,96	2,07	2,19	2,3
1,2	0,60	0,72	0,84	0,96	1,08	1,20	1,32	1,44	1,56	1,68	1,8	1,92	2,04	2,16	2,28	2,4
1,25	0,62	0,75	0,87	1,00	1,12	1,25	1,37	1,5	1,62	1,75	1,87	2	2,12	2,25	2,37	2,5
1,3	0,65	0,78	0,91	1,04	1,17	1,30	1,43	1,56	1,69	1,82	1,95	2,08	2,21	2,34	2,47	2,6
1,35	0,67	0,81	0,94	1,08	1,21	1,35	1,48	1,62	1,75	1,89	2,02	2,16	2,29	2,43	2,56	2,7
1,4	0,70	0,84	0,98	1,12	1,26	1,40	1,54	1,68	1,82	1,96	2,1	2,24	2,38	2,52	2,66	2,8
1,45	0,72	0,87	1,01	1,16	1,30	1,45	1,59	1,74	1,88	2,03	2,17	2,32	2,46	2,61	2,75	2,9
1,5	0,75	0,90	1,05	1,20	1,35	1,50	1,65	1,8	1,95	2,10	2,25	2,4	2,55	2,7	2,85	3
1,55	0,77	0,93	1,08	1,24	1,39	1,55	1,7	1,86	2,01	2,17	2,32	2,48	2,63	2,79	2,94	3,1
1,6	0,8	0,96	1,12	1,28	1,44	1,60	1,76	1,92	2,08	2,24	2,4	2,56	2,72	2,88	3,04	3,2
1,65	0,82	0,99	1,15	1,32	1,48	1,65	1,81	1,98	2,14	2,31	2,47	2,64	2,8	2,97	3,13	3,3
1,7	0,85	1,02	1,19	1,36	1,53	1,70	1,87	2,04	2,21	2,38	2,55	2,72	2,89	3,06	3,23	3,4
1,75	0,87	1,05	1,22	1,40	1,57	1,75	1,92	2,1	2,27	2,45	2,62	2,8	2,97	3,15	3,32	3,5
1,8	0,8	1,08	1,26	1,44	1,62	1,80	1,98	2,16	2,34	2,52	2,7	2,88	3,06	3,24	3,42	3,6
1,85	0,92	1,09	1,29	1,48	1,64	1,85	2,03	2,22	2,4	2,59	2,77	2,96	3,14	3,33	3,51	3,7
1,9	0,95	1,14	1,33	1,52	1,7	1,90	2,09	2,28	2,47	2,66	2,85	3,04	3,23	3,42	3,61	3,8
1,95	0,97	1,17	1,36	1,56	1,75	1,95	2,14	2,34	2,53	2,73	2,92	3,12	3,31	3,51	3,7	3,9
2	1,00	1,20	1,40	1,60	1,80	2,00	2,20	2,40	2,60	2,8	3	3,2	3,4	3,6	3,8	4
2,1	1,05	1,26	1,47	1,68	1,89	2,1	2,31	2,52	2,73	2,94	3,15	3,36	3,57	3,78	3,99	4,2
2,15	1,07	1,29	1,5	1,72	1,93	2,15	2,36	2,58	2,79	3,01	3,22	3,44	3,65	3,87	4,08	4,3
2,2	1,1	1,32	1,54	1,76	1,98	2,2	2,42	2,64	2,86	3,08	3,3	3,52	3,74	3,96	4,18	4,4
2,25	1,12	1,35	1,57	1,8	2,02	2,25	2,47	2,7	2,92	3,15	3,37	3,6	3,82	4,05	4,27	4,5
2,3	1,15	1,38	1,61	1,84	2,07	2,3	2,53	2,76	2,99	3,22	3,45	3,68	3,91	4,14	4,37	4,6
2,35	1,17	1,41	1,64	1,88	2,11	2,35	2,58	2,82	3,05	3,29	3,52	3,76	3,99	4,23	4,46	4,7
2,4	1,2	1,44	1,68	1,92	2,16	2,4	2,64	2,88	3,12	3,36	3,6	3,84	4,08	4,32	4,56	4,8
2,45	1,22	1,47	1,71	1,96	2,2	2,45	2,69	2,94	3,18	3,43	3,67	3,92	4,16	4,41	4,65	4,9
2,5	1,25	1,5	1,75	2	2,25	2,5	2,75	3	3,25	3,5	3,75	4	4,25	4,5	4,75	5
2,55	1,27	1,53	1,78	2,04	2,29	2,55	2,8	3,06	3,31	3,57	3,82	4,08	4,33	4,59	4,84	5,1
2,6	1,3	1,56	1,82	2,08	2,34	2,6	2,86	3,12	3,38	3,64	3,9	4,16	4,42	4,68	4,94	5,2

La matrice originaria Medalus risultava:

Psi→ ↓Iui	1	1,5	2
1	1	1,5	2
1,5	1,5	2,25	3
2	2	3	4

Dalla matrice precedente si è ricavata quella relativa alle medie geometriche, corrispondenti ai risultati dell'algoritmo di calcolo $MQI_i = [(I_u + I_i) \cdot (P_s + P_i)]^{1/2} = [I_{ui} \cdot P_{si}]^{1/2}$ da confrontare con la matrice successiva relativa ai risultati dell'algoritmo iniziale. La matrice ha contemplato tutte le possibili combinazioni, cioè l'incidenza contestuale di tutte o alcune o nessuna delle integrazioni proposte, ma di norma sono risultati rilevanti un solo indice integrativo dell'Intensità d'uso ed un solo indice integrativo delle Politiche di salvaguardia, quelli più pertinenti alle porzioni territoriali osservate.

Così integrando i valori assegnati con il metodo Medalus ad ogni porzione territoriale considerata e ad ogni destinazione prevalente individuata, si sono ottenuti i valori arricchiti di informazioni utili a determinare il livello di incidenza antropica in atto in quella determinata porzione territoriale. La variazione continua degli indici Iui e Psi, mentre ha riflesso un aspetto aritmetico, ha assunto il significato di valutazione più articolata delle modificazioni apportate dall'azione antropica allo stato ambientale, in termini di Intensità d'uso e di Politiche di salvaguardia, con l'ulteriore specificità d'aver stimato gli indici nella dinamica degli ultimi cinque anni.

Risultati qualitativi calcolati con $MQI_i = [Iui \cdot Psi]^{1/2}$

Psi→ ↓Iui	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2
1	0,71	0,77	0,83	0,89	0,95	1	1,04	1,09	1,14	1,18	1,22	1,26	1,3	1,34	1,38	1,41
1,05	0,72	0,79	0,85	0,92	0,97	1,02	1,07	1,12	1,17	1,21	1,25	1,29	1,33	1,37	1,41	1,45
1,1	0,74	0,81	0,88	0,94	0,99	1,05	1,1	1,15	1,19	1,24	1,28	1,33	1,37	1,41	1,44	1,48
1,15	0,75	0,83	0,89	0,96	1,02	1,07	1,12	1,17	1,22	1,26	1,31	1,36	1,4	1,44	1,48	1,52
1,2	0,77	0,85	0,92	0,98	1,04	1,09	1,15	1,20	1,25	1,30	1,34	1,38	1,43	1,47	1,51	1,55
1,25	0,78	0,87	0,93	1,00	1,06	1,12	1,17	1,22	1,27	1,32	1,37	1,41	1,46	1,50	1,54	1,58
1,3	0,80	0,88	0,95	1,02	1,08	1,14	1,19	1,25	1,3	1,35	1,39	1,44	1,49	1,53	1,57	1,61
1,35	0,81	0,9	0,96	1,04	1,1	1,16	1,22	1,27	1,32	1,37	1,42	1,47	1,51	1,56	1,6	1,64
1,4	0,84	0,92	0,99	1,06	1,12	1,18	1,24	1,29	1,35	1,4	1,45	1,49	1,54	1,59	1,63	1,67
1,45	0,85	0,93	1,00	1,08	1,14	1,20	1,26	1,32	1,37	1,42	1,47	1,52	1,57	1,61	1,66	1,7
1,5	0,87	0,95	1,02	1,09	1,16	1,22	1,28	1,34	1,4	1,45	1,50	1,55	1,6	1,64	1,69	1,73
1,55	0,88	0,96	1,04	1,09	1,18	1,24	1,3	1,36	1,42	1,47	1,52	1,57	1,62	1,67	1,71	1,76
1,6	0,89	0,98	1,06	1,13	1,20	1,26	1,33	1,38	1,44	1,50	1,55	1,60	1,65	1,7	1,74	1,79
1,65	0,9	0,99	1,07	1,15	1,21	1,28	1,34	1,41	1,46	1,52	1,59	1,62	1,67	1,72	1,77	1,81
1,7	0,92	1,01	1,09	1,17	1,24	1,3	1,37	1,43	1,48	1,54	1,6	1,65	1,7	1,75	1,8	1,84
1,75	0,93	1,02	1,1	1,18	1,25	1,32	1,38	1,45	1,51	1,56	1,62	1,67	1,72	1,77	1,82	1,87
1,8	0,89	1,04	1,12	1,20	1,27	1,34	1,41	1,47	1,53	1,59	1,64	1,7	1,75	1,8	1,85	1,9
1,85	0,96	1,04	1,13	1,22	1,28	1,36	1,42	1,49	1,55	1,61	1,66	1,72	1,77	1,82	1,87	1,92
1,9	0,97	1,06	1,15	1,23	1,3	1,37	1,44	1,51	1,57	1,63	1,69	1,74	1,79	1,85	1,9	1,95
1,95	0,98	1,08	1,17	1,25	1,32	1,4	1,46	1,53	1,59	1,65	1,7	1,77	1,82	1,87	1,92	1,97
2	1,00	1,09	1,18	1,26	1,34	1,41	1,48	1,55	1,61	1,67	1,73	1,79	1,84	1,9	1,95	2
2,05	1,01	1,11	1,19	1,28	1,36	1,43	1,50	1,57	1,63	1,69	1,75	1,81	1,87	1,92	1,97	2,02
2,1	1,02	1,12	1,21	1,3	1,37	1,45	1,52	1,58	1,65	1,71	1,77	1,83	1,89	1,94	1,99	2,05
2,15	1,03	1,13	1,22	1,31	1,39	1,47	1,54	1,60	1,67	1,73	1,79	1,85	1,91	1,96	2,02	2,07
2,2	1,05	1,15	1,24	1,33	1,41	1,48	1,55	1,62	1,69	1,75	1,81	1,88	1,93	1,99	2,04	2,10
2,25	1,06	1,16	1,25	1,34	1,42	1,50	1,57	1,64	1,71	1,77	1,83	1,90	1,95	2,01	2,07	2,12
2,3	1,07	1,17	1,27	1,36	1,44	1,52	1,59	1,66	1,73	1,79	1,86	1,92	1,98	2,03	2,09	2,14
2,35	1,08	1,19	1,28	1,37	1,45	1,53	1,6	1,68	1,75	1,81	1,88	1,94	2,00	2,06	2,11	2,17
2,4	1,09	1,20	1,30	1,38	1,47	1,55	1,62	1,70	1,77	1,83	1,90	1,96	2,02	2,08	2,13	2,19
2,45	1,10	1,21	1,31	1,40	1,48	1,56	1,64	1,71	1,78	1,85	1,91	1,99	2,04	2,10	2,16	2,21
2,5	1,11	1,22	1,32	1,41	1,50	1,58	1,66	1,73	1,80	1,87	1,94	2	2,06	2,12	2,18	2,24
2,55	1,13	1,24	1,33	1,43	1,51	1,60	1,67	1,74	1,82	1,89	1,95	2,02	2,08	2,14	2,20	2,26
2,6	1,14	1,25	1,35	1,44	1,53	1,61	1,69	1,77	1,84	1,91	1,97	2,04	2,10	2,16	2,22	2,28

Risultati qualitativi calcolabili con i valori iniziali $MQI_i = [Iu \cdot Ps]^{1/2}$

Psi→ ↓Iui	1	1,5	2
1	1	1,22	1,41
1,5	1,22	1,5	1,73
2	1,41	1,73	2

Le valutazioni sintetiche e conclusive degli effetti negativi dell'azione antropica utilizzando l'indice Medalus attraverso tre livelli di Management Quality, [**Alta** con valori di MQI inclusi nell'intervallo 1-1,25, **Moderata** con MQI nell'intervallo 1,26-1,5, **Bassa** con MQI >1,51], sono rimasti, anche con le integrazioni, il riferimento per la valutazione del rischio di desertificazione¹⁰. Nella matrice dei valori integrati appaiono anche i valori Iui=1,05 e Iui=2,05 non contemplati nel valore 0,05 per gli indici Icd ed .

La maggior articolazione della matrice dei valori MQI ha consentito di individuare due linee di confine, come successioni di valori omogenei, evidenziati in verde e corrispondenti ai limiti di Management Quality previsti dal metodo Medalus. Le tre aree definite dalle frontiere corrispondono così a sinistra, ad assenza di rischi di desertificazione, quella centrale, a situazioni di rischi tendenziali, e quella di destra a presenza di rischi di desertificazione. Gli andamenti curvilinei di tali

¹⁰ Occorre osservare una incoerenza nella definizione dei limiti degli intervalli qualitativi considerati con il semplice metodo Medalus, non essendo possibile ottenere i valori 1,25 o 1,51 indicati come valori di confine.

linee o frontiere di Qualità vengono determinati dalla valutazione dell'incidenza relativa dell'azione antropica virtuosa, le politiche di salvaguardia, rispetto all'azione distruttiva, tendenza alla desertificazione ambientale, ed ovviamente più si accentua il peso assegnato alle politiche più accentuato risulterà il profilo curvilineo. Aspetto ragionevole rammentando che già nel corso delle stime degli indici di Carenza e Deficit irriguo si era posto in evidenza come l'arretratezza nell'uso delle risorse disponibili divenisse una componente rilevante della scarsità contingente e quindi come tutte le azioni di programmazione e razionalizzazione del loro uso potessero ritenersi notevolmente significative ed in sostanza le più efficaci per allontanare le prospettive di radicalizzazione della scarsità. La seconda componente che determina i livelli di tali linee di frontiera risulta essere ovviamente dipendente dai valori assegnati ai due indici prescelti inizialmente (Iu e Ps) e dal peso dato agli indici integrativi (Ii e Pi). Questo significa che essi possono essere modificati in funzione delle esigenze, ad esempio articolando l'analisi ad un livello locale più dettagliato o considerando la situazione ambientale complessiva, clima e latitudine, piovosità o meno, compromissione territoriale, incidenza e storia antropica, ecc. Occorre tuttavia osservare come una maggior ampiezza della matrice, e quindi degli indici stimati, pur in una dimensione macroterritoriale, mentre può consentire un miglioramento della precisione puntuale delle valutazioni territoriali, può trovare un elemento di debolezza nella difficoltà di disporre concretamente di tutti i dati e le informazioni puntuali necessarie, soprattutto di valori certi e verificati costantemente nel tempo. Infine si può ritenere che le integrazioni proposte in questa ricerca risulterebbero più efficaci nella loro capacità predittiva se si scegliesse una dilatazione dell'area intermedia corrispondente alle situazioni di rischio tendenziale, quella con ogni probabilità più interessante per le varie realtà piemontesi.

In conclusione una maggior articolazione della matrice dei valori MQI ha consentito una valutazione più efficace delle dinamiche in atto, stimando sia i cambiamenti intervenuti nell'intensità di utilizzo del territorio, sia le variazioni nelle politiche di salvaguardia e non solo i livelli raggiunti. Una scelta necessaria considerando che il territorio del Piemonte è sottoposto ad una intensa azione antropica da cui derivano elevati livelli di sfruttamento delle risorse cui le politiche di razionalizzazione dei prelievi e di tutela ambientale cercano di porre rimedio con elevati livelli di impegno.

Fig. 14. Indice di qualità della gestione del territorio integrato da variabili antropiche MQIi (media geometrica degli indici di Iui e Psi)

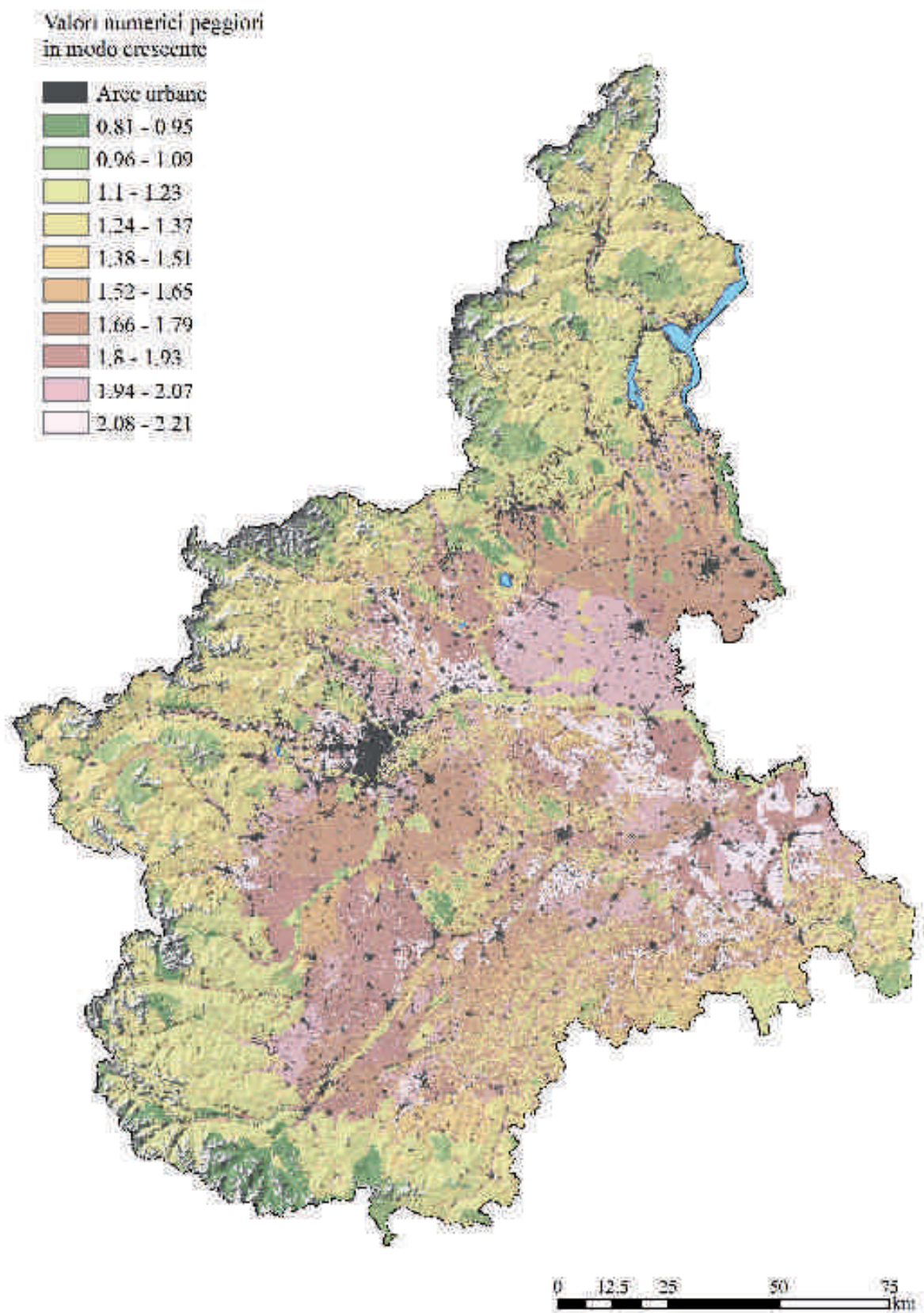


Fig. 15. Indice di qualità della gestione del territorio MQI
(metodologia ESAs)

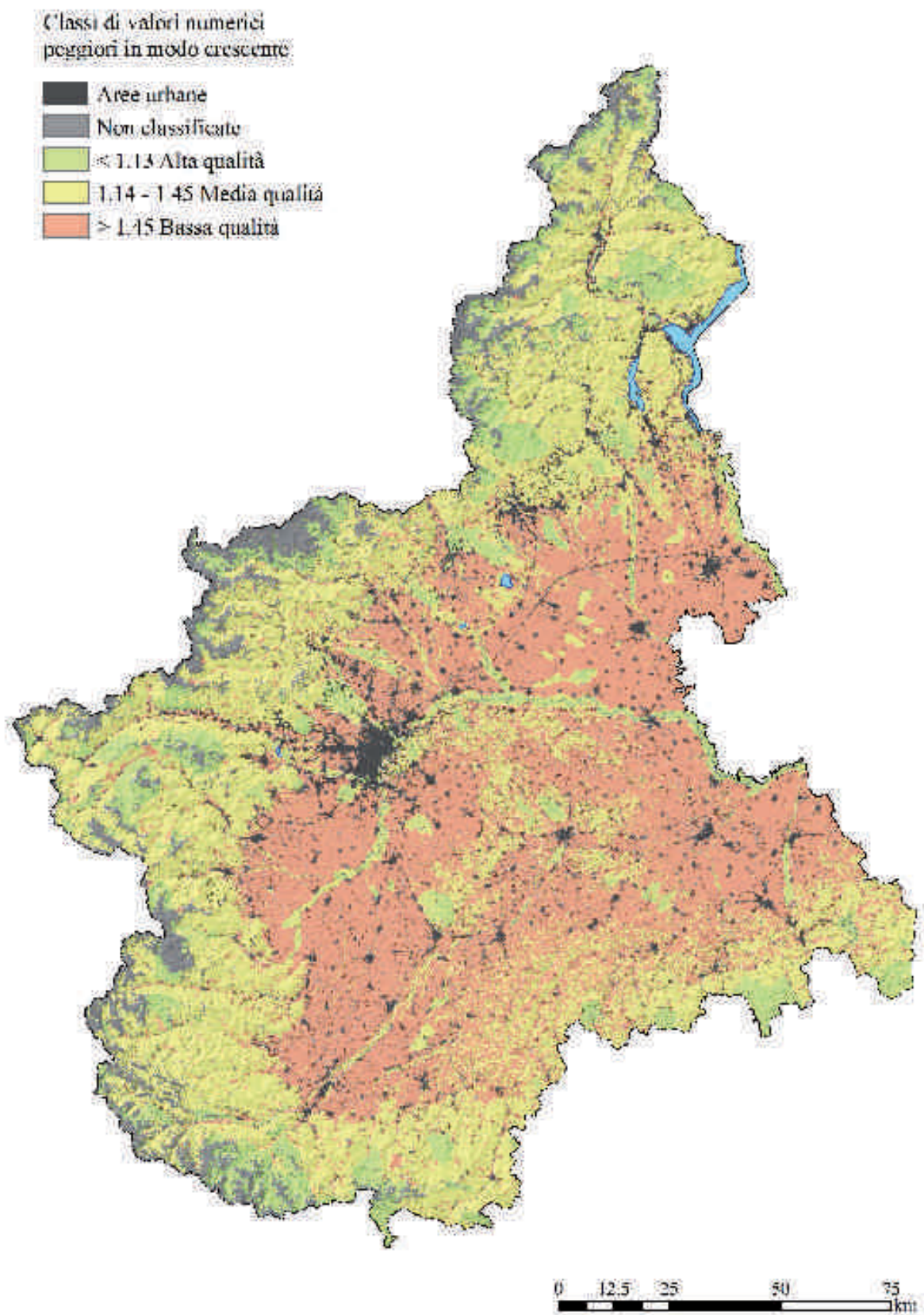
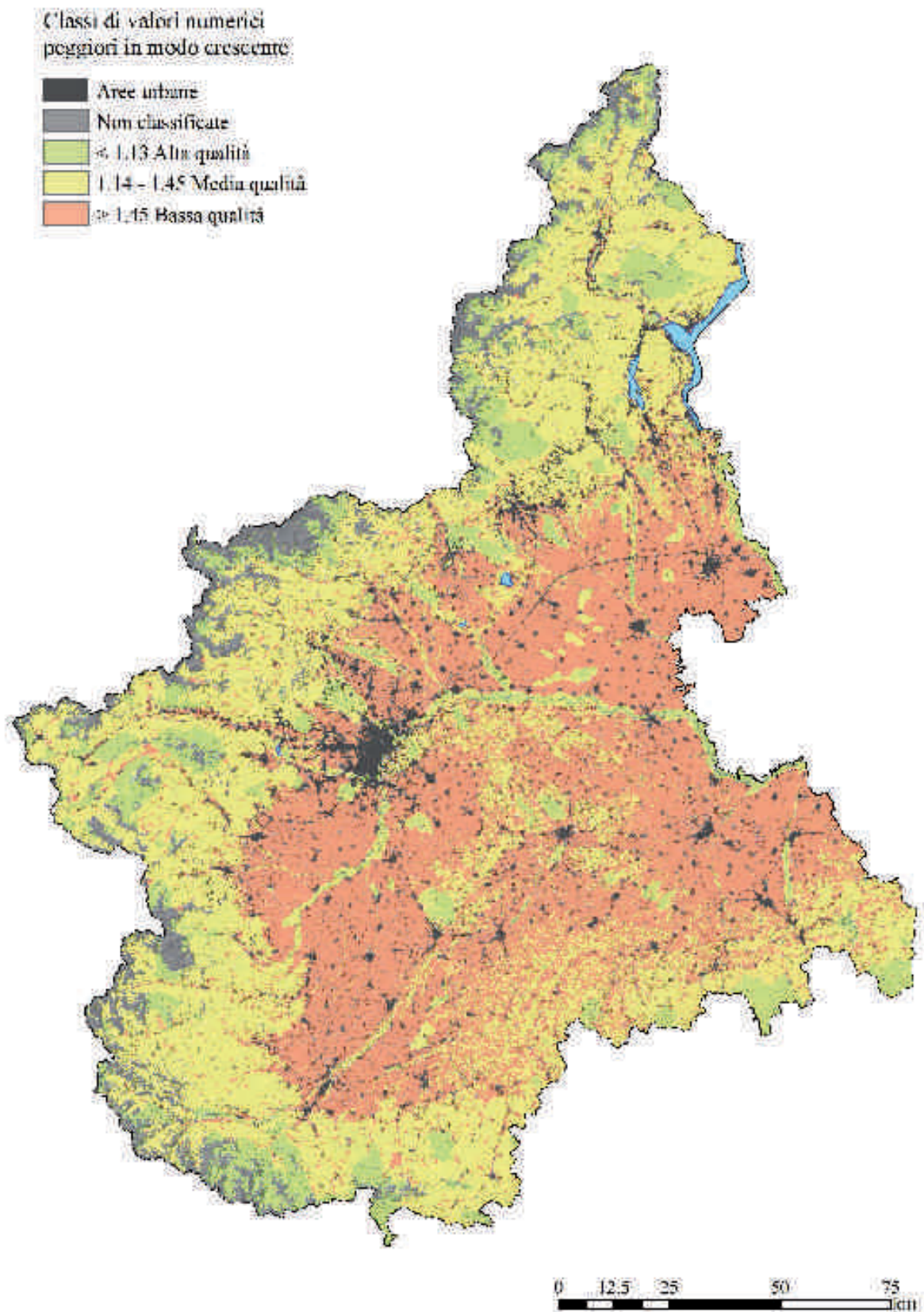


Fig. 15bis. Indice integrato di qualità della gestione del territorio (MQI) (meteologia F.SAs integrata da variabili antropiche)



10. Ottimizzazione e regolazione dei prelievi.

Le politiche necessarie per la salvaguardia delle risorse rinnovabili e del territorio dalla desertificazione, come dal semplice degrado, in Piemonte sono risultate notevoli sia nell'impegno degli enti preposti, sia nei risultati ottenuti. Il complesso di azioni e regolazioni messe in atto dalle istituzioni locali, pubbliche e private sono risultate consistenti, efficaci e corrette sotto un profilo scientifico, certamente migliorabili, come sempre e come tutto, nell'efficienza attuativa e nella loro dimensione, che è risultata insufficiente secondo un'opinione diffusa tra operatori e cittadini, in termini di dimensione degli interventi cioè del relativo finanziamento. Molti operatori ed amministratori, accanto ai cittadini, hanno segnalato una insufficienza delle risorse rese disponibili, per portare a compimento quanto progettato, a fronte di altri flussi di spesa pubblica giudicati non sempre essenziali e determinanti per l'equilibrio territoriale. L'elenco degli interventi di programmazione e pianificazione degli interventi regionali, provinciali e locali è risultato molto ampio¹¹, considerando l'intervento contestuale e per le diverse competenze della Regione Piemonte, delle Province piemontesi, delle Comunità Montane, degli Enti strumentali, ad anche dei Consorzi ed Associazioni di produttori. Per queste ragioni piuttosto che considerare gli strumenti di programmazione ed attuazione posti in essere, il tema delle politiche necessarie per la salvaguardia delle risorse e quindi di allontanamento del rischio di desertificazione, è stato affrontato ricorrendo ad un modello teorico di definizione generale dell'ottimizzazione d'uso e/o del prelievo di risorse naturali rinnovabili, quale riferimento astratto per le politiche da attuare concretamente nel territorio, considerandovi le pressioni e gli interessi locali molto diversi tra loro, e non sempre trascurabili, le diverse caratteristiche territoriali che implicano diverse problematiche, diverse disponibilità e quindi diverse potenzialità produttive di difficile accettazione da parte dei soggetti e delle aree penalizzate. All'ottimo tecnico ed all'ottimo economico si sovrappone spesso, o si deve sovrapporre, un ottimo politico nel senso di gestione equa delle risorse e di riequilibrio del territorio nella direzione di offrire analoghe opportunità di attività e residenza a tutto il territorio regionale o di programmazione equilibrata delle risorse, delle attività e degli insediamenti.

10.1. Il modello quantitativo.

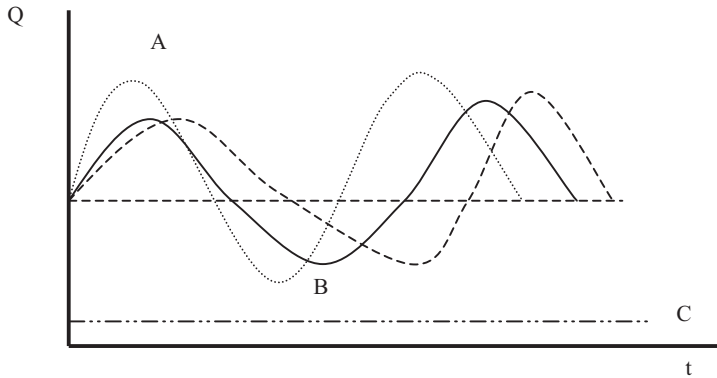
Le riserve idriche intese come risorse essenziali anti desertificazione, sono state considerate nel loro insieme come uno stock unico regionale, soggetto ad un ciclo di ricarica periodico, per semplicità assunto annuale, per le risorse superficiali, e pluriennale, per le risorse sotterranee, quindi nella loro caratteristica essenziale di risorse rinnovabili. Per affrontare la dinamica del loro uso e della loro salvaguardia si è fatto riferimento alla letteratura relativa all'analisi economica delle risorse naturali, in particolare utilizzando un modello molto consolidato e diffuso nelle analisi economiche¹². L'andamento nel tempo dello stock o riserva di una risorsa rinnovabile si può rappresentare come una linea sinusoidale intorno ad un trend di lungo periodo che può essere considerato costante, o crescente, o decrescente come conseguenza di fatti naturali o comportamenti antropici; i punti caratteristici di svolta sono stati schematicamente riferiti: A, il livello superiore massimo, in corrispondenza di un decadimento, una riduzione naturale della risorsa, (una sorte di troppo pieno per le risorse sotterranee e di esondazione per le risorse naturali), per effetto degli equilibri dinamici e delle forze ambientali; B, il livello inferiore minimo in corrispondenza di una soglia critica di riproducibilità della risorsa, soglia raggiunta la quale, e più ancora superata, si annullano le possibilità di ricostituzione e rigenerazione della risorsa. Considerando il trend di lungo periodo costante, cioè senza interventi di elementi o fatti esterni che possano modificare la riserva naturale della risorsa, si è tracciato il Grafico 1 sottostante, nel quale le diverse curve sono

¹¹ La produzione progettuale, regolamentare e le azioni realizzate dagli enti territoriali ed ambientali sono rintracciabili sui relativi siti internet.

¹² Esercizio tratto liberamente, nel testo e nella grafica, da un esempio sviluppato nel volume didattico D.W. Pearce e R.K. Turner, (1994), Economia delle risorse naturali e dell'ambiente, Il Mulino

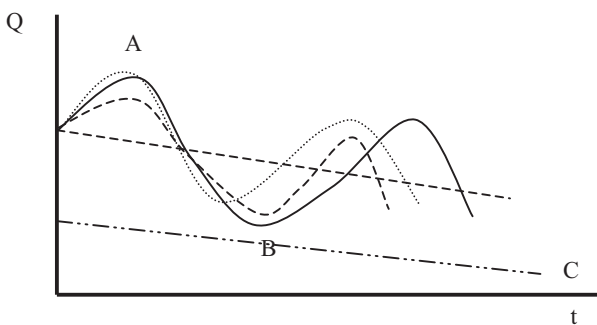
state considerate come corrispondenti a ipotetiche diverse caratteristiche delle risorse, nel loro ciclo, ampiezza e durata di ricostituzione delle loro riserve naturali. La linea orizzontale C è stata inclusa per evidenziare il concetto di criticità, di esaurimento della risorsa per impossibilità o incapacità di ricostituzione, concetto analogo a quello di estinzione o desertificazione.

Grafico 1



Si è rappresentato anche un trend di lungo periodo decrescente, cioè con una riduzione tendenziale indipendente dai prelievi e dal ciclo di ricarica, ma dovuta ad elementi o fatti esterni o interni imprevedibili o prevedibili, in grado di modificare stabilmente la riserva naturale di risorsa. Il grafico 2 rappresenta diverse curve corrispondenti ancora a diverse caratteristiche delle riserve, nel ciclo, ampiezza e nella durata di ricostituzione della riserva naturale di risorsa ma con una tendenza all'esaurimento. La linea C è stata inclusa sempre allo scopo di evidenziare il concetto di criticità, di incapacità di ricostituzione della risorsa, il limite inferiore verso cui tende la risorsa.

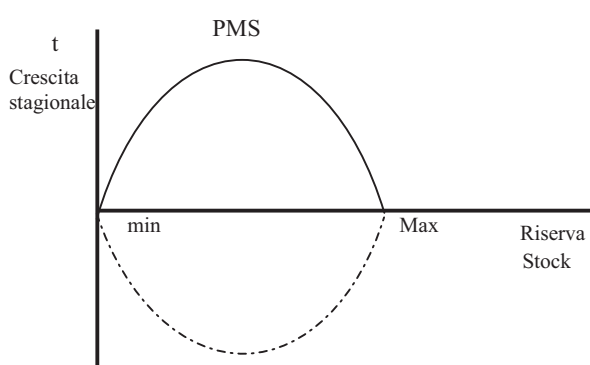
Grafico 2



Per focalizzare l'analisi sul ciclo naturale di una risorsa rinnovabile (idrica), per comodità assumendone un ciclo annuale, si è rappresentato graficamente un andamento a campana, Grafico 3, avendo posto sull'asse orizzontale la dimensione dello stock disponibile di risorsa e sull'asse verticale l'andamento della ricarica, cioè il tasso di ricarica. L'andamento ha schematizzato così la relazione esistente tra i tassi di ricarica naturale ed i volumi delle risorse conseguentemente disponibili, evidenziando il succedersi di valori crescenti dei tassi di ricarica, (ricarica stagionale), da un valore iniziale di tasso minimo e riserva minima, min, ad un tasso massimo, cui fa seguito una riduzione del tasso di ricarica sino ad un nuovo valore minimo, corrispondente alla ricostituzione

delle riserve massime, Max. La variazione del tasso, la derivata seconda della crescita naturale della risorsa, ovviamente assume valore massimo inizialmente, quindi si annulla nel punto di massimo e si riduce progressivamente sino ad annullarsi. Il punto di massimo si definisce anche PMS, prelievo massimo sostenibile, ed indica il tasso di prelievo compatibile con la ricostituzione, (o ricarica), ottimale della risorsa (della sua riserva). Il ciclo schematizzato può essere ovviamente dimensionato per diverse durate, oltre che annuale ad esempio semestrale se la ricarica risulta essere invernale e primaverile, o autunnale e primaverile, ecc. Inoltre tale ciclo può essere letto nella duplice direzione, da sinistra a destra o da destra a sinistra, significando: da un tasso di crescita massimo e riserva minima verso destra fino ad un tasso di ricarica minimo e riserva massima; in senso inverso, da un tasso di decrescita minimo ed uno stock di risorse massimo, verso sinistra fino ad un tasso di riduzione massimo ed uno stock decrescente fino ad una dimensione minima della riserva, con un tasso di decrescita nuovamente minimo. La rappresentazione dei cicli di diverse risorse, fiumi, pozzi, fontanili, ghiacciai, ecc., si può realizzare tracciando diversi tipi di curve, dall'andamento più attenuato o più accentuato, più ristretto o più ampio, più regolare o irregolare a seconda delle esigenze di rappresentazione, essendo la linea tracciata corrispondente ad un caso generale (tutte le risorse idriche regionali), ed ovviamente quale semplificazione necessaria, oltre che utile, per sintetizzare fenomeni che potrebbero risultare irregolari nel breve periodo ma ripetitivi e regolari nel lungo periodo. Per i ghiacciai il problema si potrebbe complicare dovendo includere nei tassi di decrescita il ruolo dell'evaporazione solare accanto alla liquefazione ed alimentazione dei flussi terrestri. Il grafico del ciclo di ricostituzione della risorsa può essere dunque interpretato da sinistra a destra come crescita da un livello minimo dello stock, min, e del tasso di ricarica verso uno stock ed un tasso di ricarica crescenti, fino ad un punto di tasso di ricarica massimo, PMS, ed una sua successiva riduzione fino al raggiungimento di uno stock di risorsa massimo, Max, per cui l'immissione e l'emissione, nonché il relativo tasso, si possono raffigurare con movimenti lungo la curva a campana, mentre variazioni nelle dimensioni della riserva si è previsto modificchino il profilo e la dimensione della campana. Il ciclo si evidenzia con il Grafico 3 di tipo circolare, in cui il semicerchio inferiore (la linea tratteggiata) rappresenta verso sinistra la fase di riduzione della risorsa, mentre l'asse verticale continua a rappresentare il tasso di riduzione (valori negativi).

Grafico 3.



La ciclicità risulta rappresentata da un movimento circolare in senso orario, mentre l'asse orizzontale evidenzia la crescita o riduzione periodica dello stock. Tuttavia risulta più comodo ed efficace, per le considerazioni successive, utilizzare la sola curva a campana nel quadrante superiore, descrivendo gli andamenti dei tassi di prelievo e delle riserve di risorse rinnovabili come oscillazione periodica, (annuale), da sinistra a destra e viceversa. Aver assunto un solo ciclo annuale comune alle acque superficiali e sotterranee regionali, ha consentito di semplificare il modello

ipotizzando che la risorsa si possa rigenerare integralmente in un anno e di conseguenza si presenti ogni anno il PMS ed una sola volta l'anno. Nel caso di un ciclo decennale o trentennale il PMS si sarebbe considerato presente una volta ogni dieci o trenta anni.

La curva a campana ha raccolto quindi l'insieme dei punti relativi a tutti i prelievi sostenibili. Questa ipotesi che ha trovato fondamento nelle analisi di geologi ed esperti di risorse idriche, consente la possibilità di prelevare una risorsa idrica rinnovabile ad un tasso sostenibile, individuabile in un qualsiasi punto giacente sulla curva a campana, consentendo alla risorsa di rigenerarsi senza danni, riduzioni o depauperamento (a parte le cause esterne imprevedibili e non controllabili), e permettendo un identico e costante prelievo in tutti i periodi successivi, (nell'ipotesi qui assunta per le risorse idriche regionali nel ciclo annuale successivo), a meno di eventi esogeni al modello, quali cambiamenti climatici, geomorfologici, ecc. Il punto massimo della curva a campana corrisponde al valore massimo del tasso di crescita della risorsa, non alla riserva massima della stessa, ed assume un significato particolare poiché ad esso corrisponde il concetto di Prelievo Massimo Sostenibile, PMS, cioè il concetto di tasso di prelievo massimo senza effetti distruttivi sulla risorsa. Il PMS può essere considerato di conseguenza come il tasso massimo di prelievo sostenibile in tempi illimitati, in quanto coincidente con il tasso naturale di ricarica massimo della risorsa. Un ottimo tecnico, (o meglio naturale), rispettando il quale la risorsa è in grado di sopravvivere in eterno, (*ceteris paribus* ed in base alle conoscenze acquisite), senza mai raggiungere livelli di criticità nella disponibilità.

Una conclusione interessante perché evidenzia la possibilità, riservata ad una politica regolatrice accorta nel rilascio di concessioni, di determinare un livello di prelievo coincidente con il PMS, in modo tale da consentire la durata massima della risorsa senza penalizzarne l'uso. Tuttavia l'interrogativo immediato riguarda la possibilità di condurre una politica così restrittiva ed in grado di imporre e far rispettare attentamente le decisioni assunte, poiché implica la presenza e l'operare di un ente programmatore e regolatore dotato di pieni poteri decisionali ed in grado di sostenere i conseguenti costi di controllo.

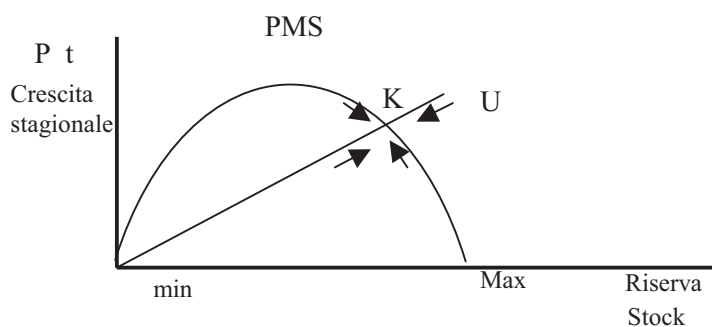
10.2. Il modello comportamentale.

Si può sostenere, anche in base a semplice ispezione visiva ed informazione quotidiana, che nella realtà attuale il livello di sensibilità per i beni comuni naturali e di rispetto dell'ambiente non risulta sufficienti ed in grado di sensibilizzare in modo significativo e modificare virtuosamente il comportamento umano nel suo ruolo di utilizzatore di risorse naturali. Come evidenziato in premessa, punto 0.3, l'agire umano risulta determinato piuttosto dal proprio esclusivo interesse di breve periodo, da una visione fortemente individualista nella maggior parte delle scelte (aldilà delle affermazioni pubbliche). Comportamenti opportunistici possono essere quindi considerati quelli più frequenti, talvolta anche in presenza di rischi evidenti, come la riduzione progressiva di risorse idriche, l'accentuarsi di dissesti ambientali, ecc. Per conferire più realismo al modello si può inserire quindi il comportamento umano come rivolto alla massimizzazione della propria utilità a scapito dei beni comuni o pubblici, e nel caso di agenti produttivi scaricando sull'ambiente i costi distruttivi o depauperativi. Anche per la descrizione dell'azione antropica si è fatto ricorso ad una modellizzazione semplice ma utile, concettualizzando il prelievo complessivo come effettuato da parte di un solo soggetto rappresentativo, definito Utente. Si ipotizza in tal modo che possa corrispondere tanto ad un singolo prelevatore, (un Consorzio irriguo, una Impresa industriale, un Ente), quanto al loro insieme, al limite ad un astratto ed unico utente regionale, quale insieme di tutti i soggetti che prelevano risorse idriche. Definito così il soggetto utilizzatore della risorsa la sua azione di prelievo si può indicare con U , corrispondente allo sforzo economico necessario per ottenerla, al lavoro o al tempo impiegato per disporne. Il prelievo, indicato con P , corrisponde alla dimensione quantitativa o monetaria di risorsa acquisita, volendo assimilabile come dimensione alla quantità totale assegnata per concessione pubblica. Lo sforzo U si può di conseguenza identificare nel rapporto tra il prelievo P (quantità prelevata) ed R la riserva totale disponibile, cioè nella quota

di risorsa prelevata (effettivamente vi è sempre corrispondenza diretta tra sforzo e dimensione del prelievo). Tale rapporto rappresenta anche il rendimento dell'azione dell'utente U, il risultato della suo impegno o lavoro, o tempo impiegato. Il passo successivo consiste nel precisare che le grandezze appena descritte ed indicate con le lettere, debbono assumere nel modello il valore di variazione, o meglio di tasso di variazione, per cui l'equazione $U=P/R$ evidenzia come ogni incremento di U si rifletta nell'incremento del prelievo P, essendo la riserva di risorsa R definita esternamente (dalla natura). Ne deriva che nell'equazione $P=UR$ il tasso di prelievo corrisponde allo sforzo (tasso di impegno) necessario per disporre della risorsa moltiplicato per la variazione (tasso di variazione) nella dimensione della risorsa stessa, ed è rappresentabile attraverso una semiretta con pendenza U, uscente dall'origine degli assi ed inseribile nel precedente sistema di assi relativo alla curva a campana; l'inclinazione della semiretta risulta dipendere dal valore di U quale coefficiente angolare, (tasso di sforzo o impegno). Il livello di prelievo, misurato sull'asse delle ordinate, risulta definirsi lungo tale semiretta, e con esso la quantità di risorsa consumata, e può risultare inferiore o superiore al valore sostenibile.

In sintesi nel modello comportamentale, rappresentato nel Grafico 4, la curva a campana definisce l'insieme dei punti di prelievo sostenibili, date le caratteristiche fisiche della risorsa, e la semiretta i punti di prelievo realizzabili, dato il livello di impegno o sforzo prescelto.

Grafico 4



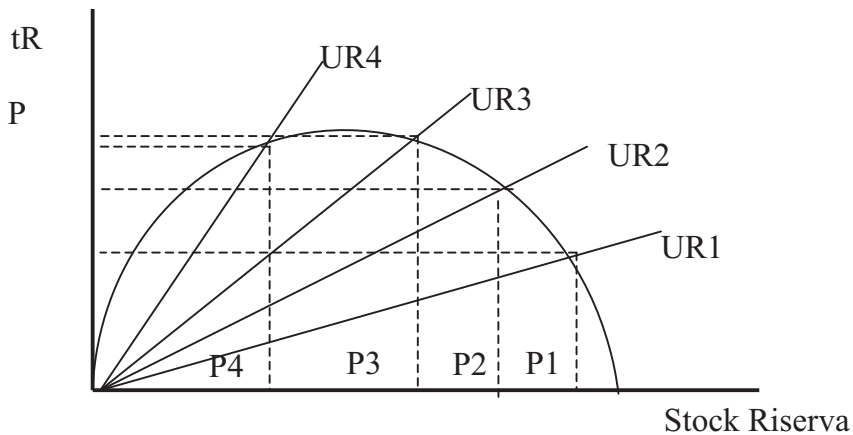
Il punto K di intersezione tra la semiretta e la curva a campana individua il punto di eguaglianza tra tasso di prelievo U e tasso di crescita della risorsa R, e separa, (dato U), i punti di prelievo sostenibili a sinistra, essendo il tasso di rigenerazione superiore al prelievo, da quelli non sostenibili a destra, essendo il tasso di rigenerazione inferiore al tasso di prelievo. Da questo semplice schema si possono derivare due osservazioni: nulla fa pensare che l'Utente abbia interesse a ricercare il punto di ottimo ambientale PMS; anzi potrebbe essere indotto, in assenza di limiti esterni, a ricercare semplicemente il massimo prelievo possibile¹³, incurante o non informato circa gli esiti futuri o complessivi. Già da queste considerazioni emerge come le autorità preposte alla salvaguardia delle risorse naturali dovrebbero tendenzialmente condurre, per imposizione o per incentivi, ad un prelievo vicino o corrispondente al PMS, attraverso la regolazione di P e quindi di U che diverrebbero le variabili utilizzabili per la programmazione.

Il Grafico 5 illustra una generalizzazione del modello nel senso di introdurre più ipotesi di tassi di sforzo, diversi U, quindi diversi livelli di prelievo P e diversi livelli di riserva conseguenti R. I segmenti verticali tratteggiati rappresentano i prelievi P corrispondenti alle diverse inclinazioni dei segmenti U, mentre i corrispondenti valori di R sulle ascisse corrispondono alle riserve consumate

¹³ Un comportamento analizzato dal modello relativo alla tragedia dei Commons, cioè al comportamento competitivo che porta alla distruzione dei beni comuni in assenza di regolazione o diritti d'uso definiti correttamente.

(o rimanenti). I tassi di prelievo variano l'inclinazione in base allo sforzo, al lavoro impiegato, oppure in base alle concessioni assegnate dal titolare della risorsa.

Grafico 5.

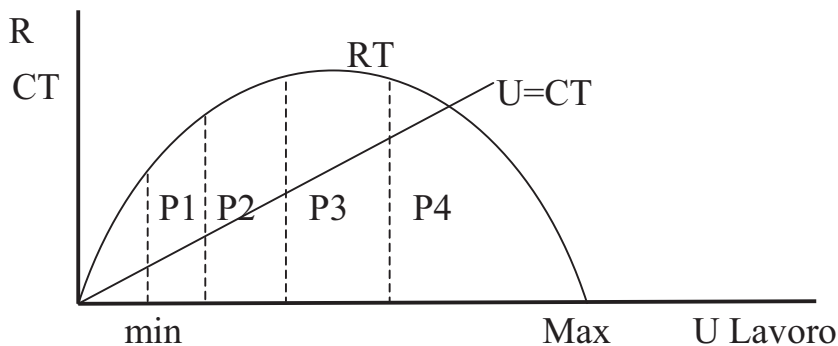


10.3. Il comportamento economico.

Il passaggio successivo, per completare il quadro analitico, introduce le variabili decisionali per eccellenza nell'azione antropica, i costi ed i ricavi. Per fare ciò l'operazione consiste nella derivazione di un nuovo grafico con assi cartesiani semplicemente modificati attraverso l'inserimento sulle ordinate del *valore* del prelievo, cioè il ricavo totale, e del *valore* dello sforzo, cioè del costo totale, (assumendo il lavoro come unico fattore produttivo necessario per prelevare la risorsa, o comunque un fattore produttivo omnicomprensivo), e sulle ascisse la quantità di impegno profuso, la quantità di lavoro erogata dall'utente U come corrispettivo (inverso) della quantità di risorsa disponibile. Il Grafico 6 illustra tale operazione, trasportando dal Grafico 5 il prelievo in valore P1, P2, ecc. sull'asse verticale, (rendimento dello sforzo erogato), e sull'asse orizzontale i valori corrispondenti U1, U2 ecc., (sforzi corrispondenti ai livelli di prelievo e quindi alle quantità di riserva rimanenti). I ricavi sono stati valutati attraverso il valore del prelievo, pari al normale prodotto del prezzo della risorsa per la quantità prelevata, assumendo un prezzo p unico, (ad esempio come media ponderata dei vari prezzi e tariffe in atto), ed ottenendo così il ricavo totale $RT=pP$. I costi sono stati valutati assumendo un valore dell'azione antropica pari al normale prodotto tra saggio salariale w, assumendolo come unico, (ad esempio come media ponderata dei saggi salariali in essere nel settore), e lo sforzo erogato (la quantità di lavoro impiegata) dall'utente U, ottenendo quindi il costo totale pari a $CT=wU$.

La curva del ricavo totale $RT=pP$ assume ancora un profilo a campana, non coincidente ma simile a quella del ciclo di ricostituzione della risorsa, corrispondente ai valori monetari delle risorse prelevate in quantità sostenibili (lungo la curva di ricostituzione della risorsa). La curva del costo totale, $CT=wU$, risulta una semiretta uscente dall'origine con inclinazione w (saggio salariale), corrispondendo con quella relativa allo sforzo espresso dall'utente. Nel Grafico 6 si può osservare come il massimo livello di impegno dell'utente coincide con il minimo livello di riserva della risorsa e viceversa (massimo stock della risorsa all'origine degli assi, minimo stock con U massimo).

Grafico 6



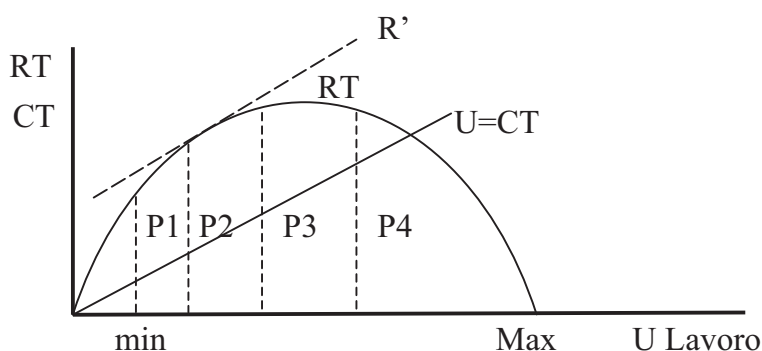
10.4. Risorse naturali e titoli d'uso e proprietà.

Il problema che si pone a questo punto consiste nel valutare i diversi esiti sulla risorsa naturale dei comportamenti antropici, in relazione al loro titolo d'uso e/o di proprietà della risorsa stessa.

Considerando l'utente accreditato del titolo necessario e sufficiente per massimizzare il proprio profitto, la soluzione individuata consiste nel ricercare la consueta condizione economica di eguaglianza tra ricavo marginale e costo marginale, $R'=C'$, realizzandosi in essa, come noto, la differenza massima positiva tra ricavi e costi [$\max (RT-CT)$]. Tale condizione si evidenzia anche nel Grafico 7 in cui la massima distanza tra le curve RT e CT si realizza necessariamente (geometricamente) quando i segmenti corrispondenti al R' (inclinazione RT) ed al C' (inclinazione della CT), risultano paralleli tra loro. In generale nulla fa pensare che tale condizione di ottimo economico coincida con quella di ottimo ambientale, con la retta $U=CT$ passante per il punto massimo PMS della curva RT, condizione che corrisponderebbe ad un livello di impegno nel prelievo inferiore a quello indicato, cioè a minori concessioni e prelievi o ad un maggior saggio salariale, del costo del lavoro necessario per disporre della risorsa.

Se il titolo d'uso della risorsa fosse il libero accesso ad essa, allora l'esistenza di (extra)profitti (o profitti economici), pari a $(RT-CT)$, attirerebbe nuovi utenti che incrementando i prelievi ridurrebbero progressivamente gli stessi (extra)profitti fino al loro annullamento e conservando solo i profitti normali, (riducendo le disponibilità delle risorse e rendendo più costoso il prelievo. Se l'accesso alla risorsa continuasse senza limiti, a causa della competizione su un bene libero ma tendenzialmente in esaurimento, e per effetto dell'anticipazione da parte di tutti della decisione di prelevare, (finché vi è risorsa), allora l'aumento dei costi e la riduzione dei ricavi potrebbe generare l'apparire di profitti negativi (perdite), e ciò potrebbe indurre l'uscita progressiva di alcuni utenti, (ad esempio verso risorse alternative), con una conseguente ricostituzione di profitti normali per gli utenti restanti. Sul grafico le dinamiche descritte corrisponderebbero a spostamenti sulla semiretta CT verso destra e sinistra, con equilibrio nel punto $RT=CT$ in condizione di profitti normali, (assenza di extra profitti). Tale equilibrio avverrebbe in condizioni di maggior (forse eccessivo) sfruttamento della risorsa, cioè con una forte riduzione della riserva di risorsa, (essendo il prelievo maggiore, più a destra, della condizione $R'=C'$, quindi con ricavo marginale inferiore al costo marginale). Ciò significa che il libero accesso alla risorsa naturale (acqua) non determinerebbe né un prelievo in coincidenza del PMS, a meno di un casuale attraversamento della semiretta del costo totale con la curva del ricavo totale, né un prelievo in condizioni di ottimo economico. Si genererebbe piuttosto un eccessivo sfruttamento della risorsa ed un depauperamento delle riserve, riproducendo la dinamica analizzata nell'uso dei beni comuni non regolati, avvicinando il loro esaurimento o livello di criticità, come peraltro osservato nella realtà a proposito di pozzi e prelievi sotterranei, a meno di eventi naturali esterni di nuova ricostituzione delle riserve.

Graf 7



Se la proprietà o un diritto d'uso delle risorse appartenesse in modo indivisibile ad una comunità aperta di soggetti in o comunque fosse comune ad un gruppo definito di soggetti, (i residenti in una comunità, un consorzio), si dovrebbe considerare la presenza di norme e regole di distribuzione ed accesso, (come avviene ancora per sorgenti, boschi, laghi, ecc.). La definizione di regole d'uso di risorse comuni (comunali, parrocchiali, ecc.), è sempre risultata necessaria proprio per evitare il verificarsi di competizioni che spingono inevitabilmente verso l'accaparramento e l'iniqua acquisizione o uso della risorsa comune. In linea di massima la regolazione ha (sempre) determinato un equilibrio compreso tra le due soluzioni precedenti, quella di massimo profitto (accesso a pagamento) e quella di massimo prelievo (libero accesso). La regolazione ottimale del prelievo risulta assegnata alla capacità e sensibilità del soggetto regolatore, (il concedente, l'ente pubblico titolare dei diritti), ed è in questa situazione che le politiche di salvaguardia possono assumere un notevole rilievo, indirizzando il prelievo verso una condizione che contemperi le necessità di profitto privato degli utenti con quelle di conservazione della risorsa (profitto sociale). Le politiche per garantire il DMV, la riduzione delle concessioni, gli aumenti tariffari, soprattutto gli incentivi indirizzati al miglior utilizzo delle risorse, rispondono alle logiche evidenziate dal modello. Il risparmio delle risorse idriche corrisponde alla conservazione di una ricchezza naturale collettiva, che se accompagnata da politiche di razionalizzazione d'uso delle risorse può avvicinare l'equilibrio ottimo tra prelievo e ricostituzione delle riserve senza penalizzare i soggetti utenti né l'ambiente.

10.5. La considerazione della variabile tempo.

Quando nel modello si introduce il tempo, tutte le variabili assumono ruoli diversi e più complessi, soprattutto si pone la necessità di decidere quali livelli di prelievo attuale e futuro risultino migliori, nel senso di dover valutare quale possibilità sia la migliore tra il prelevare tutto subito o tutto in tempi successivi, futuri. L'introduzione del tempo come variabile incidente sulle scelte intertemporali comporta la considerazione del tasso di sconto, da utilizzare per determinare i valori attuali, V.A., dei valori futuri dei prezzi, dei salari, ecc., così come risulta necessario introdurre i livelli di rischio associati a ciascuna scelta per determinare i valori attesi, V. AT., delle diverse grandezze considerate. Lo sconto per attualizzare i valori futuri deve essere effettuato al tasso di interesse di mercato, (o al TUR, tasso ufficiale di riferimento definito dalla Banca Centrale d'Europa), ma deve essere stimato anche nei suoi valori futuri, negli anni futuri, e quindi stimato su base probabilistica (elaborando aspettative); anche il calcolo dei valori attesi deve essere fatto associando ad ogni valore futuro la probabilità che si realizzi, e questo va fatto stimando tali probabilità attraverso i rischi associati ad ogni risultato (elaborando aspettative).

Anche la scelta dell'obiettivo da parte dall'utente comporta differenze significative nelle variabili fondamentali da considerare. Qui nel seguito si sintetizzano i risultati di semplici situazioni significative e possibili tra le numerose ipotizzabili nel caso l'utente assuma l'obiettivo di

massimizzare il proprio profitto, comportamento che trova espressione più compita nella regola marginalista di eguaglianza tra ricavo marginale e costo marginale, $R'=C'$.

Nel caso di calcolo effettuato assumendo un tasso di sconto dato attuale e futuro, in un contesto di prezzi stabili, ipotesi verificata per ampi intervalli temporali e plausibile per molte risorse primarie, si è ampiamente verificato l'efficienza di una regola fondamentale che in sintesi afferma come il profitto immediato, derivante da un incremento nei prelievi attuali di una risorsa, debba corrispondere al valore attuale delle perdite future derivanti dalla riduzione delle riserve della risorsa stessa, (equilibrio intertemporale). Ne deriva che l'utente razionale disponendo nel tempo di una risorsa, dal prezzo costante ed in un contesto di prezzi stabili, massimizza il valore attuale dei profitti (guadagni) derivanti dall'utilizzo della risorsa applicando un tasso di prelievo eguale al tasso di riproduzione della risorsa.

Nel caso si assuma che il prezzo delle risorse sia funzione del tempo, ipotesi ragionevole in presenza di una progressiva riduzione delle disponibilità delle risorse stesse ma non della relativa domanda ed inoltre considerando una tendenziale crescita dei prezzi in generale ed in particolare delle materie prime, il detentore dei diritti di prelievo deve decidere di quanto rinviare il prelievo, o come distribuirlo nel tempo, considerando che un prezzo della risorsa in crescita genererà anche un guadagno in conto capitale. La regola fondamentale diviene quella per cui il tasso di crescita naturale della risorsa, corrispondente alla produttività marginale in valore della risorsa stessa, (analiticamente coincidente con la pendenza della curva della curva RT nel Grafico7), più l'incremento del guadagno marginale in conto capitale deve corrispondere al tasso di sconto, (dato dal mercato e/o stimato per il futuro). Se il prezzo, cioè il valore della risorsa, cresce più rapidamente del tasso di sconto sul mercato, (tasso di interesse prevalente), è più remunerativo lasciare la risorsa intatta, o ridurne il prelievo, equivalendo questa scelta ad un investimento nella risorsa stessa; questo può essere il caso in cui si rinviando i prelievi da pozzi, da serbatoi in attesa di prezzi maggiori, oppure il caso di mantenimento di una riserva idroelettrica in presenza di prezzi crescenti dell'energia (e fasce orarie) anziché destinarla altri usi meno redditizi.

Le due regole precedenti consentono quindi di individuare da parte di un utente e/o di un regolatore la condizione di ottimo utilizzo di risorse naturali rinnovabili quando si è individuato lo stock di riserva di risorse ottimale, quello che ottimizza, cioè massimizza, guadagni attuali e futuri a livello individuale e/o sociale: se la riserva iniziale è inferiore al valore ottimale conviene investire, cioè lasciar crescere la risorsa fino al valore ottimo, per assicurarsi i guadagni in conto capitale; se la riserva iniziale è maggiore del valore ottimo conviene disinvestire, cioè prelevare la risorsa e prelevarla sino al raggiungimento del valore ottimo.

Inserendo una ulteriore variabile dinamica, la velocità di crescita o ricarica della risorsa, per individuare la conseguente dimensione ottima del prelievo, occorre riconsiderare il precedente Grafico 5 relativo al tasso di crescita della risorsa tR , la pendenza del profilo a campana. La curva a campana rappresenta il tasso di crescita, (ed anche il prodotto marginale naturale della risorsa, il suo tasso di rendimento interno), più esattamente nella parte ascendente l'incremento del tasso di crescita, nella parte discendente la riduzione del tasso di crescita. La variazione del tasso di crescita può considerarsi la velocità di crescita della risorsa: infatti considerando R la variabile tasso di crescita della risorsa nel tempo (derivata prima), la sua variazione $f'(R)$ ne indicherà il tasso di incremento o decremento (derivata seconda).

In simboli $f'(R) = df(R)/dt$ essendo $f(R) = dR/dt$ quindi $f'(R) = [Variazione nel tasso di crescita di R nel tempo] = Velocità di crescita di R$. La massimizzazione del guadagno o profitto π si ottiene da $\{ \text{Max VA } \pi = \int_0^{\infty} [p-C(R)] P e^{-st} dt \}$ in cui p è il prezzo, $C(R)$ il costo, P il prelievo, s il tasso di attualizzazione. La soluzione porta all'equazione $f'(R) - \{ [C'(R) \cdot f(R)] / [p-C(R)] \} = s$ che consente di individuare le condizioni richieste per la massimizzazione del valore attuale dei guadagni futuri, nel caso di un prelievo eguale al tasso di crescita della risorsa. Si ottengono due soluzioni: la prima se i costi $C'(R)$ non dipendono dalla velocità di ricarica e dimensione della risorsa, la dimensione ottimale del prelievo diviene quella di eguaglianza tra tasso di crescita della risorsa, $f'(R)$, (la velocità di crescita o tasso di rendimento proprio o interno della risorsa), ed il tasso di sconto s dato

dal mercato; la seconda se i costi $C'(R)$ dipendono dalla velocità di ricarica e dimensione della riserva allora il tasso di prelievo ottimale $f'(R)$ diviene minore del tasso di sconto s dato dal mercato. In particolare nel primo caso, di costi $C'(R)$ che non dipendono dalla velocità di ricarica e dalla dimensione della risorsa e di tasso di sconto s nullo, la soluzione porta al PMS come scelta ottimale, essendo indifferente il consumo attuale o quello futuro, condizione applicabile alle risorse idriche superficiali.

10.6 Le politiche di salvaguardia attivate.

Sotto il profilo scientifico ed economico l'ottimizzazione dell'uso delle risorse deve trovare corrispondenza nelle politiche territoriali poste in essere dalla Pubblica Amministrazione ed in particolare da Regione e Province. Quelle realizzate e quelle avviate più di recente si sono indirizzate su due linee di sviluppo e regolazione: l'innovazione risparmiatrice di risorse idriche; la regolazione complessiva dei prelievi. In Piemonte le azioni e le regolazioni in atto sono corrisposte in modo sufficiente e spesso ottimale alle esigenze emerse nel territorio regionale e nel loro insieme si sono confermate efficaci: *Il Catasto delle utenze irrigue, il Catasto degli scarichi idrici, il Piano tutela delle acque, il Piano direttore delle risorse idriche, l'Osservatorio regionale dei servizi idrici integrati, Programmi di sviluppo rurale, ed una serie di Regolamenti e Disciplinari specifici* costituiscono gli aspetti più rilevanti di un insieme di atti molto ampio e puntuale. Le politiche di incentivazione e finanziamento per innovazioni razionalizzanti gli usi idrici, hanno diffuso e stanno diffondendo a livello regionale e locale i loro benefici accanto ad una cornice di riferimento programmatico per tutti gli attori regionali, enti territoriali e strumentali, imprese ed utenti, che può essere considerata da un punto di vista operativo in linea con le osservazioni teoriche emerse dalle considerazioni precedenti. Anche la regolazione dei prelievi, perlopiù in senso limitante per le riduzioni progressive delle disponibilità, induce la ricerca di soluzioni alternative, quali gli stoccaggi artificiali di acqua (invasi), le integrazioni tra riserve (pozzi) e tra reti distributive (canali), che potranno rendere compatibili la tendenziale crescita della domanda e la tendenziale riduzione dell'offerta. Si tratta di continuare in una azione di miglioramento dell'uso e di razionalizzazione dei prelievi in funzione dell'andamento delle risorse disponibili, mantenendo una necessaria compatibilità con la struttura dei costi delle imprese utilizzatrici, evitando lievitazioni dei prezzi che danneggerebbero le già deboli reti imprenditoriali regionali. L'equilibrio tra aspetti economici ed aspetti ambientali è la nuova frontiera della ricerca operativa e dell'organizzazione sociale e territoriale.

11. Proposta di valutazione dell'azione antropica attraverso l'analisi costi benefici.

L'individuazione dei danni economici derivanti da siccità progressiva o tendenziale desertificazione può essere realizzata attraverso un'analisi Costi Benefici, considerando i costi privati e sociali equivalenti al valore degli investimenti necessari per superare i danni emergenti ed i benefici equivalenti ai maggiori ricavi derivanti dalle azioni preventive rivolte alla tutela produttiva ed ai maggiori livelli di qualità ambientale e territoriale. Definendo i Benefici come la riduzione dei danni da siccità, si potrà ottenere una stima della dimensione congrua dei Costi relativi ad una spesa pubblica e privata relativa agli investimenti, di razionalizzazione e razionamento dell'uso delle risorse idriche, necessari per evitare danni produttivi ed ambientali; la spesa per investimenti dovrebbe cioè eguagliare o essere inferiore ai benefici attualizzati dei benefici futuri attesi. In effetti i benefici in talune situazioni possono essere effettivamente stimati in modo congruo come valore corrispondente al contenimento di danni economici in atto o attesi, benché spesso gli interventi attivati generino ulteriori benefici indotti ed indiretti, spesso protratti nel tempo, ampiamente superiori ai risultati immediati.

La valutazione corretta dei danni economici in atto e relativi ai settori produttivi interessati dalla scarsità idrica comporta alcuni aspetti problematici richiedendo ad esempio prioritariamente una valutazione esatta del ruolo economico e produttivo svolto dall'acqua in quanto fattore produttivo. La ricerca si dovrebbe articolare in due parti, sfasate temporalmente ma contestuali nell'avvio, che corrisponderanno rispettivamente: la prima all'utilizzo di informazioni e dati disponibili per i settori considerati; la seconda lo sviluppo di ricerche di approfondimenti più specifici per i settori ed ambiti territoriali significativi. Nella prima fase si potranno utilizzare i dati disponibili ed i risultati conseguiti in ambito tecnico e scientifico, nella seconda fase si potrà avviare la raccolta ex novo delle informazioni tecniche e scientifiche mancanti che permetteranno di completare le conoscenze necessarie per precisare le valutazioni economiche dei danni. I macrosettori rilevanti per l'analisi sono ovviamente l'Agricoltura, le Foreste, il Turismo, l'Industria, le Acque potabili, gli Usi civici, ma gli specifici ambiti produttivi e merceologici potranno essere determinati successivamente con i criteri più razionali, rilevanza ed accessibilità. In alcuni casi si tratterà di far convergere ricerche già in atto ed utilizzare risultati di ricerche già compiute ma non ancora valorizzate nella prospettiva qui assunta. Le due fasi di lavoro proposte genereranno, nella loro convergenza finale, una metodologia di valutazione economica di carattere generale che potrà basarsi su algoritmi di calcolo relativi a tutti i flussi di consumo esistenti e, per la parte destinata alla produzione, algoritmi di calcolo relativi agli assorbimenti idrici stimati nei valori corrispondenti alla massimizzazione delle produzioni, o più semplicemente stimati nel rapporto di proporzionalità esistente tra riduzioni percentuali delle disponibilità idriche e riduzioni percentuali delle produzioni industriali, attività turistiche, crescita vegetali, produzioni agricole. Una metodologia adattabile, con i necessari correttivi locali, a tutte le realtà produttive ed ambientali e confrontabile sia con metodologie analoghe, sia con risultati di analoghe ricerche nazionali ed internazionali. Le fonti utilizzabili saranno le istituzioni locali, Regione, Province, Comuni, ATO, Università, istituzioni di ricerca (ISTAT, CNR, INEA, CNEL, IPLA, IRES, Parchi tecnologici), ma anche le Associazioni di produttori (es. Associazioni Industriali, Artigianali, Commerciali, Turistiche, Agricole, Irrigie, ecc.) e le Associazioni ambientaliste. Scopo finale sarà l'offerta di suggerimenti per la definizione delle politiche settoriali e per meglio indirizzare le risorse finanziarie disponibili nella razionalizzazione d'uso delle risorse idriche.

Come noto la convenienza economica di un investimento o spesa pubblica dipende in modo determinante dal tasso di attualizzazione (tasso di sconto) utilizzato. In generale per individuare tale tasso si considerano alcuni tassi caratteristici, ad esempio sommandoli per tener conto dei cambiamenti nei prezzi, del rendimento alternativo più sicuro (costo opportunità), del rischio collegato alla realizzazione e rendimento dell'investimento individuato: tasso di attualizzazione =

tasso di inflazione, tasso di mercato per investimento sicuro (titoli di Stato o dell'UE), tasso di recupero del rischio. Tali valori costituiscono elementi da scegliere e stabilire in accordo con il committente ed in base agli obiettivi della ricerca. In formula l'attualizzazione risulta $V.A. = K/(1+i)^N$ dove K è il capitale (rendimento) ottenuto nell'anno N ed i il tasso di attualizzazione, ricordando che K rappresenta anche i Benefici ambientali monetari futuri.

La valutazione dei benefici futuri presenta a sua volta il problema della valutazione del rischio ad essi associato, pertanto si potrà utilizzare il concetto di Valore Medio Atteso corrispondente al valore medio ponderato di tutti i possibili rendimenti futuri comprensivi del relativo rischio: la formula risulta $V.At. = \sum(R_n \cdot Prob)$ dove R rendimento futuro dell'investimento o della spesa pubblica, n anno di stima e valutazione, Prob la probabilità che si realizzi. Questa valutazione consentirà di stabilire il rendimento futuro da considerarsi in condizioni di rischio.

Il V.A. ed il V.At. nel loro insieme rappresentano il modo migliore e completo per valutare la convenienza attuale tra alternative di investimento o spesa pubblica. Si tratterà, decidendo in tale senso, di calcolare i valori attesi ed attuali degli incrementi di qualità ambientale e di produzioni future derivanti da razionalizzazione d'uso delle risorse e riserve disponibili.

L'individuazione e la valutazione dei (non) danni, quindi dei relativi benefici conseguenti la scarsità idrica e la desertificazione, potranno essere suddivisi in *immediati e diretti*, quando si osserverà un impatto immediato e diretto sulla produzione o sul territorio, e *conseguenti ed indiretti*, quando si osserverà un impatto indiretto e meno immediato o prolungato nel tempo. A titolo esemplificativo si possono elencare alcuni aspetti da tradursi in stime monetarie, quindi in termini di costi corrispondenti, anche attualizzando quelli futuri certi, derivanti dal non contenimento e superamento della siccità e desertificazione.

Agricoltura.

L'analisi del ruolo del fattore produttivo acqua nella crescita produttiva agricola, quindi nei risultati economici, può essere realizzata utilizzando le valutazioni già esistenti circa i consumi idrici unitari per necessità di crescita vegetale e per uso irriguo, in particolare derivati dall'applicazione delle metodologie sperimentali proposte da recenti analisi¹⁴ e da sperimentazioni in fase di realizzazione, per più produzioni e diverse aree¹⁵. L'eventuale mancanza di osservazioni richiederà una deduzione di valori dalle conoscenze generali disponibili, ad esempio rapportando i dati statistici di consumo complessivo alle superfici agricole servite ed alle coltivazioni realizzate, o confrontando i valori di Acqua Virtuale disponibili per prodotto e per territorio, (elaborati a livello nazionale), ed infine utilizzando le informazioni e conoscenze disponibili presso operatori ed esperti nei diversi settori economici. Stimate le idroesigenze produttive nelle principali produzioni regionali si procederà nell'approssimazione, logicamente accettabile, di tratti delle funzioni di produzione ad un solo fattore variabile, l'acqua, nella condizione che il linguaggio economico definisce di *ceteris paribus*. L'obiettivo consisterà quindi nell'individuazione di tratti di funzioni produttive, intorno ai livelli di produzione ottimale, attraverso l'osservazione dei rapporti funzionali tra diversi livelli di domanda idrica e prodotto, restando fissi tutti gli altri fattori produttivi, (terra, capitale, lavoro, materie prime), impiegati in quantità data. Isolata in tal modo la relazione produttiva tra quantità di acqua impiegata e risultato produttivo realizzato, in termini fisici e di valore monetario, sulla base dei prezzi correnti, si potranno individuare quei valori dei coefficienti produttivi idrici per le singole produzioni che consentiranno la definizione degli algoritmi di stima, prima richiamati, delle riduzioni produttive in assenza o riduzione delle risorse idriche. La stima dei danni conseguenti la siccità a livello regionale utilizzando tali risultati ottenuti sperimentalmente, comporterà comunque alcune semplificazioni delle numerosissime differenti realtà esistenti. In particolare occorrerà assumere che vi sia una sufficiente omogeneità imprenditoriale e nelle tecniche produttive

¹⁴ Merlo C., (2009), ACQUA, IRRIGAZIONE E AMBIENTE. Fondamenti tecnici e conoscitivi per il risparmio idrico nell'irrigazione con speciale riferimento alla regione Piemonte Quaderno del Dipartimento di economia e ingegneria agraria, forestale e ambientale, Facoltà di Agraria, Università degli studi di Torino.

¹⁵ Ferraris S., (2008) Metodi irrigui per le colture erbacee di pieno campo: efficienza d'uso, consumi energetici, risparmio idrico. Relazione sul lavoro svolto. Facoltà di agraria, Università degli studi di Torino.

impiegate, ma anche che le variazioni nelle condizioni dell'offerta di acqua irrigua siano omogenee per ampie aree servite, che le variazioni locali e stagionali nelle disponibilità di acqua siano casuali e comunque reiteranti in modo uniforme su tutto il territorio regionale, (compensandosi complessivamente nel medio periodo).

In dettaglio la fase sperimentale dovrà essere condotta su un campione di imprese agricole rappresentativo di colture e di terreni collocati nei diversi territori regionali, attraverso l'osservazione dell'impiego differenziato del fattore produttivo acqua in diversi appezzamenti omogenei, ad esempio confinanti, ed a parità dei rimanenti ed identici fattori produttivi utilizzati, conformemente alla condizione *ceteris paribus*.¹⁶ Ne risulteranno coppie di valori del fattore produttivo e della quantità prodotta che interpolati definiranno le curve (tratti) di produttività totale, quindi medie e marginali, del fattore produttivo acqua. Realizzata la sperimentazione per varie colture si potrà determinare il ruolo ed il peso assoluti e percentuali dell'acqua irrigua nella crescita produttiva delle principali varietà e tipologie colturali presenti a livello regionale, e quindi migliorare la conoscenza dei suoi coefficienti di impiego nella funzione produttiva. Per precisione rimarranno da stimare solamente i contributi delle variazioni meteoriche e climatologiche, cui si potrà accedere attraverso i numerosi monitoraggi e misurazioni locali già in atto. I risultati ottenuti, confrontati e corretti con altri dati sperimentali disponibili, consentiranno di generalizzare una valutazione dei danni economici, diretti e conseguenti, nel settore agricolo assolutamente accettabile.

Il risultato finale sarà un esercizio di stima dei danni conseguenti le riduzioni produttive sotto diverse ipotesi di riduzioni nelle disponibilità idriche, cioè di diversi gradi di siccità virtuali, utilizzando i bilanci regionali relativi alle produzioni realizzate, tipologie e quantità, ma anche estensioni superficiali utilizzate; danni calcolabili in valori assoluti e percentuali, sia in termini fisici che monetari. Simmetricamente si potrà stimare il valore ottimale di consumo idrico irriguo regionale (e locale), relativo alla massimizzazione delle varie produzioni agricole sotto diverse ipotesi di estensioni superficiali regionali, da confrontare con la stima delle risorse esistenti, cioè dell'offerta attuale e futura basata sulle conoscenze realizzate e delineate nel bilancio idrico regionale. Ciò consentirà la determinazione di equilibri virtuali sul mercato idrico sotto diverse ipotesi evolutive della domanda e dell'offerta irrigua, quindi del contributo del settore agricolo all'equilibrio o squilibrio del settore idrico regionale complessivo.

Il problema di definire il livello di rischio futuro di non raccolto, o minor raccolto per distruzione meteorica, potrà definirsi attraverso le rilevazioni statistiche circa la frequenza di tali eventi, disponibili presso le istituzioni regionali competenti

Contestualmente potranno essere verificati alcuni altri aspetti: l'incidenza del costo del fattore di produzione acqua sul costo totale di produzione¹⁷; la compatibilità di diverse ipotesi di variazione delle produzioni regionali e delle loro estensioni territoriali con diverse ipotesi di disponibilità idriche anche in relazione all'andamento dei consumi in altri settori; la necessità di ricercare innovazioni colturali e tecnologiche indirizzate alla riduzione delle necessità idriche; la mappatura tematica territoriale relativamente ai consumi produttivi idrici per aree e varietà produttive; il miglioramento dell'efficienza allocativa idrica regionale attraverso elementi di regolazione ed indirizzo. Infine sarà possibile contribuire alla determinazione dell'impronta idrica regionale, sulla base delle definizioni suggerite dalla letteratura e dalle ricerche in atto a livello mondiale, e secondo l'UNESCO "la quantità totale di acqua utilizzata per produrre beni e servizi consumati all'interno della nazione stessa (o suo territorio)"

Esempio di valutazione:

Danni diretti relativi a:

- riduzione produttiva agricola (variazioni sulla funzione)
- mancata opportunità di estensione produttiva (variazioni della funzione)

¹⁶ Ferraris S. Op. Cit.

¹⁷ Cfr. Casini L., Gallerani V., Viaggi D., (2008), Acqua, agricoltura e ambiente. Nuovi scenari di politica comunitaria, Franco Angeli

- incremento flussi di importazione per consumo per industrie alimentari e conserviere nazionali
- acidizzazione e sterilizzazione dei terreni con necessità di maggiori trattamenti successivi
- fragilità del terreno, incremento di erosioni e frane, crescente aridità territoriale ed ambientale
- modifiche e peggioramento del paesaggio, necessità di maggiori interventi di protezione
- riduzione delle opportunità di agriturismo

Danni indiretti relativi a:

- incremento interventi di controllo, monitoraggio e sorveglianza irrigua (misuratori, deviatori, ecc.)
- studi, ricerche e progetti (per innovazioni produttive ed irrigue, per nuovi invasi, riserve, ecc.)
- incrementi delle riserve idriche artificiali, loro realizzazione e manutenzione

Foreste.

Nella definizione di una metodologia di valutazione del ruolo e peso del fattore idrico nella funzione di produzione vegetale naturale, l'obiettivo sarà stimare i coefficienti idrici di crescita vegetale forestale per le principali varietà di essenze presenti regionalmente, individuandoli semplicemente in rapporti di proporzionalità tra tassi di assorbimento idrico e tassi di crescita vegetale, quindi assegnando valore economico alla crescita vegetale¹⁸. I coefficienti di consumo produttivo di acqua consentiranno di configurare le relazioni esistenti tra i valori quantitativi, (volumetrici), di crescita vegetale e le disponibilità di risorse idriche naturali (precipitazioni) ed eventualmente indotte (irrigazione). Da notare che nella produzione forestale la configurazione di curve di produttività del fattore produttivo acqua avviene, di per sé in condizioni ceteris paribus essendo i rimanenti fattori produttivi naturali, aria e terra, impiegati in quantità fissa, semmai potrà risultare utile considerarne la diversa qualità (piogge acide, presenza di mercurio da sorvoli aerei, temperature, qualità e sistemazione dei terreni, ecc.); il fattore lavoro si considererà per le aree di intervento di rimboschimento e risistemazione forestale, ma anche per le attività legate alla prevenzione di incendi o dissesti territoriali.

Stimati i coefficienti di produttività del fattore idrico ed utilizzando quelli disponibili negli studi sulla crescita forestale realizzati da enti ed istituti di controllo e ricerca¹⁹, si potranno infine definire algoritmi di calcolo circa il ruolo economico dell'acqua nella crescita forestale e quindi stimare i danni economici ed ambientali conseguenti diversi possibili gradi di siccità. La valutazione economica dei danni potrà essere realizzata utilizzando prezzi di mercato relativi al legname grezzo ed alle biomasse, e prezzi ombra per la valutazione della riduzione di inquinamento atmosferico e dell'incremento di qualità ambientale, individuandoli come crescita del benessere individuale e sociale e riduzione dei disturbi e malanni generati da miglioramento dell'ambiente e dell'aria. Il problema della scelta del tasso di sconto da utilizzare per i valori futuri, aspetto evidente nel caso di raccolti forestali, potrà essere risolto in fase di ricerca, facendo riferimento alle maggiori e più rilevanti stime dei maggiori operatori finanziari. Il problema di definire il livello di rischio futuro di non crescita, o non raccolto per distruzione, o incendio, o dissesto, ecc., del manto forestale potrà definirsi attraverso le rilevazioni statistiche circa la frequenza di tali eventi, disponibili presso le istituzioni regionali competenti²⁰.

Contestualmente potranno essere ricercati alcuni altri risultati: una stima dei danni alla crescita vegetale nelle aree boschive di pregio, nei parchi nazionali e regionali e nelle aree protette; un contributo a migliorare le definizioni delle aree a rischio di desertificazione forestale o di maggior incidenza di rischi di incendi; un contributo al miglioramento della mappatura tematica territoriale relativa alle crescite forestazioni ed alle disponibilità idriche forestali.

Esempi di valutazione:

Danni diretti relativi a:

- incremento attività ed impianti di prevenzione e di gestione degli incendi boschivi
- maggiore incidenza dei costi di reimpianto e gestione delle aree dissestate ed inaridite
- modifiche e peggioramento del paesaggio naturale e per uso turistico

¹⁸ Cfr. IPLA, (2007), I boschi del Piemonte, Regione Piemonte

¹⁹ Analisi e studi vari di IPLA, Corpo Forestale dello Stato, Regione Piemonte (servizi forestali ed ambientali).

²⁰ Cfr. Nota 18

- acidizzazione, salinizzazione e sterilizzazione dei terreni
- fragilità del terreno, incremento di erosioni e frane
- peggioramento parchi, aree protette

Danni indiretti relativi a:

- studi, ricerche ed analisi per fronteggiare i fenomeni di desertificazione e dissesti
- personale per maggior monitoraggio, sorveglianza e lotta agli incendi
- realizzazione e manutenzione di mezzi anti incendi e riserve idriche
- riduzione di turismo forestale, soprattutto estero, escursionismo, pesca sportiva, ecc.

Turismo.

La metodologia di stima proposta riguarda la valutazione del ruolo e peso del fattore produttivo idrico in una virtuale funzione di produzione turistica, attraverso la determinazione empirica di un coefficiente di crescita turistica, da intendersi come rapporto tra (tasso di) crescita della domanda turistica e (tasso di) utilizzo (disponibilità) di risorse idriche, relativamente ai consumi civici, sportivi, ambientali, quindi ai valori turistici del paesaggio, dei parchi, dei boschi e delle aree con caratteristiche turistiche, ecc. Soprattutto con riferimento regionale all'incremento di domanda di sport invernali, nel numero di fruitori e nelle estensioni territoriali utilizzate, con la relativa necessità di innevamento artificiale, quindi alla frequenza delle limitazioni nella balneazione lacustre e fluviale, nella pesca sportiva, ma anche nella riduzione stagionale di navigazione turistica lacustre e fluviale, quindi di flussi turistici. In sintesi il contributo della risorsa idrica allo sviluppo e crescita, (o penalizzazione per scarsità), dell'attività turistica regionale valutato attraverso i rapporti di proporzionalità che legano la disponibilità di risorse idriche e la crescita dell'attività turistica (anche in questo caso approssimando un tratto della curva di produzione del fattore idrico), stimando comunque i danni economici potenzialmente conseguenti la riduzioni di risorse idriche, quindi per eventuali condizioni di siccità e desertificazione, nei vari comprensori turistici (montagna, lago, collina, città), e nell'insieme dell'offerta turistica regionale. In questo settore appaiono evidenti le difficoltà nella definizione di una forte metodologia di stima; ad esempio considerando il calcolo del danno economico conseguente le riduzioni delle precipitazioni nevose in aree con attività sciistica, occorrerà determinare la necessità minima di innevamento sulle piste necessario per consentire l'espletamento pieno delle attività sportive; l'algoritmo di calcolo dovrà mettere quindi in relazione i livelli nevosi naturali raggiunti con le precipitazioni meteoriche, con i diversi volumi idrici necessari per l'innevamento artificiale e l'espletamento delle attività sciistiche, volumi da stimarsi attraverso alcuni parametri quali le ore di innevamento artificiale in termini di volumi d'acqua sparati, o le dimensioni dei bacini di raccolta idrica ed il loro bilancio idrico. L'approssimazione cui si giungerà nella quantificazione fisica e monetaria dei danni risulterà sufficiente ed accettabile nell'ordine di grandezza, tenendo presente che quanto più si tenderà alla determinazione sintetica di uno o pochi algoritmi di calcolo, tanto più si ridurrà la precisione della stima complessiva, a causa delle necessarie semplificazioni e riduzioni delle realtà locali.

Contestualmente potranno essere ricercati alcuni altri risultati: un contributo alla stima delle strategie di ottimizzazione nell'uso delle risorse territoriali in funzione turistico ambientale; delle strategie di valorizzazione ed accesso sostenibile di aree boschive di pregio, di parchi nazionali e regionali, di aree protette; un contributo al miglioramento della mappatura tematica relativa ai rischi di siccità estiva in aree turistiche.

Esempi di valutazione:

Danni diretti relativi a:

- incrementi dei costi di erogazione dei servizi turistici per riduzione delle disponibilità idriche
- riduzione dei flussi turistici invernali per minor innevamento, minori ricavi nel settore (minori presenze giornaliere, minor durata stagionale, minori incassi per gli impianti di risalita, minori e mancati incassi per alberghi, ristoranti trasporti, autostrade, ecc.)
- riduzione del turismo lacustre, minori possibilità di balneazione e navigazione, minori ricavi nel settore (alberghi, ristoranti, navigazione turistica, attività sportiva, ecc.)
- peggioramento del paesaggio, parchi, aree protette, riduzione del loro valore e dei flussi turistici

- maggiori costi di promozione ed informazione turistica, (funzionari, pubblicazioni, ecc.)
- minor occupazione nel settore, diretta ed indotta.

Industria.

La stima proposta riguarderà la domanda di acqua, al netto delle reimmissioni e dei ricicli, nei vari (principali) settori produttivi e nell'insieme del comparto produttivo industriale regionale. Le informazioni disponibili, non numerose allo stato attuale²¹ si basano su calcoli induttivi di indici di consumo o per addetto o per settore produttivo e per volume prodotto. Si potrà arricchire tale livello conoscitivo per poter giungere ad una valutazione significativa del ruolo e peso del fattore idrico nelle funzioni di produzione dei vari settori industriali e nei vari territori di insediamento. La ricerca sarà rivolta quindi alla stima dell'elasticità di impiego e dei rapporti di proporzionalità tra quantità del fattore idrico impiegato e livelli produttivi realizzati, considerando anche i casi in cui esso risulterà essere fattore fisso, o insostituibile, o determinante la qualità prodotta (es. settore alimentare, settore laniero), per giungere ad una stima credibile della domanda industriale effettiva di risorse idriche, (per settori ed aree di insediamento), eventualmente con la determinazione di un coefficiente d'uso complessivo, quale media ponderata dei pesi dei singoli settori presenti in ambito regionale. Una difficoltà significativa si incontrerà nell'aggiornamento delle valutazioni circa la dinamica innovativa in atto nelle tecniche produttive risparmiatrici di acqua, e soprattutto nella loro diffusione nel tessuto industriale regionale. Fondamentale risulterà l'utilizzo delle informazioni derivanti dai censimenti regionali sui pozzi e sul loro uso (ed abuso), quindi sui bilanci delle risorse sotterranee. Si potrà valutare anche la possibilità di una ricerca diretta sui consumi idrici presso un campione rappresentativo di imprese, scelte in accordo con le associazioni di appartenenza, utilizzando questionari, (semplicemente da inviare alle imprese via internet o via telefonica), relativamente ai settori regionali più significativi, quali il metalmeccanico e siderurgico, il chimico e farmaceutico, il tessile, il conciario, l'alimentare, l'edile.

Contestualmente potranno essere ricercati alcuni altri risultati: stimolare ricerche su innovazioni tecnologiche rivolte al risparmio idrico, alla gestione ottima delle risorse disponibili; contribuire alla valutazione dei risparmi e dei ricicli già in atto quali conseguenze dell'applicazione di nuove tecnologie; contribuire ad una maggiore accuratezza nella predizione della crescita della domanda idrica in relazione a diverse ipotesi di crescita industriale, quindi in termini di programmazione delle risorse; suggerimenti per l'attuazione di politiche di contenimento dei consumi; contribuire al miglioramento della mappatura tematica territoriale sui consumi produttivi idrici industriali per area produttiva e/o settore produttivo.

Esempi di valutazione:

Industria e commercio.

Danni diretti e costi relativi a:

- incrementi costi di produzione derivanti da scarsità idrica
- riduzione disponibilità per produzione di energia idroelettrica ed altri settori idroesigenti
- incremento dei costi di approvvigionamento ed adduzione di acque ad uso industriale

Danni indiretti relativi a:

- investimenti per ricerche ed innovazioni rivolte alla razionalizzazione, riciclo e riduzione dei consumi
- ricerca di nuove tecniche produttive risparmiatrici di acqua

Acqua potabile ed usi civici.

Anche per le acque ad uso alimentare, potabile, e per usi civici pubblici e privati, (sanitari, sportivi, pulizia strade, fontane ed arredo urbano), unificando i due consumi si potrà valutare l'incidenza della scarsità sulle funzioni di produzione del servizio erogato dalle imprese di gestione degli acquedotti regionali. In queste imprese la riduzione o scarsità delle risorse di acqua, che diviene il prodotto finale erogato, implica un impiego di quantità maggiori degli altri fattori produttivi, quindi

²¹ Fondamentali appaiono le valutazioni contenute in Ambito Territoriale Ottimale n.3 "Torinese" (ATO/3) Studi Propedeutici Regione Piemonte Fase II punto e.

dei costi totali. La metodologia di stima riguarderà la valutazione delle variazioni dei costi di adduzione e prelievo di acqua da falde sotterranee a profondità sempre maggiori, in taluni casi anche ridotte quantitativamente o qualitativamente per inquinamento, dei maggiori costi di manutenzione delle sorgenti e tutela delle aree di rispetto, specie di quelle degradate per abbandono o soggette a problemi di esaurimento e desertificazione, maggiori costi di potabilizzazione di risorse superficiali ed in aree con livelli elevati e crescenti di contaminazioni²².

Contestualmente potranno essere ricercati alcuni altri risultati: l'evoluzione della domanda idrica in rapporto al tasso di crescita della popolazione utente e dei nuovi livelli di consumo individuali, specie di tipo superiore, (piscine, giardini, ecc.), e collettivi (giardini pubblici, fontane, impianti sportivi, inaffiamenti estivi, ecc.).

Esempi di valutazione:

Acque potabili.

Danni diretti relativi a:

- maggiori difficoltà e spese di prelievo e potabilizzazione di acque scarse e contaminate
- maggiori spese per monitoraggio e tutela delle aree di prelievo
- minor qualità dell'acqua erogata e maggiori costi di potabilizzazione

Danni indiretti relativi a:

- progetti di nuovi impianti, nuove tecniche potabilizzatrici ecc.
- maggiori tutele e salvaguardia delle aree di prelievo

Usi civili.

Danni diretti relativi a:

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

Pubblica Amministrazione.

Un ultimo aspetto da considerare potrà essere quello relativo ai riflessi sulla pubblica amministrazione delle tendenze riduttive delle risorse idriche. In particolare potrà essere considerato il danno derivante da minori incassi conseguenti ai minori consumi.

Danni diretti e costi relativi a:

- minori incassi per prelievi fiscali sulle mancate attività produttive e di consumo.

Sintesi regionale.

Nella sintesi conclusiva l'offerta complessiva di risorse idriche regionale risulterà dimensionata dalle numerose e precise valutazioni contenute nei Piani e Programmi regionali, di regolazione e tutela delle acque, sia nelle disponibilità esistenti, superficiali, sotterranee e meteoriche, sia nelle variazioni di breve periodo e previsioni evolutive. La domanda complessiva di acqua per uso civile e produttivo risulterà dimensionata dalla ricerca sia nei livelli attualmente raggiunti, sia nelle variazioni di breve e medio periodo in base alle tendenze comportamenti individuali e sociali, all'adozione di tecnologie produttive di maggior efficienza, alle politiche pubbliche praticate, alle ricerche finalizzate ad una maggior razionalità nell'uso di risorse limitate. Dalle stime di domanda ed offerta si potrà determinare il livello di scarsità e quindi di danni economici complessivi a livello regionale, derivanti da riduzione nella disponibilità future di risorse idriche. Il risultato ultimo potrà essere quello di un contributo alla definizione di programmi di conservazione, di criteri e metodi per una più equa e razionale distribuzione e valorizzazione delle risorse, sia per usi civici che produttivi, soprattutto stimolare ulteriori ricerche rivolte all'uso efficiente, al riuso, alla preservazione da contaminazioni. Come postilla le conoscenze realizzate potranno contribuire ad una definizione equa ed efficiente delle tariffe per l'acqua nei suoi vari usi.

²² Anche considerando la presenza in Piemonte di oltre 800 discariche abusive e ritenute inquinanti o a livello di criticità rispetto a falde sotterranee utilizzate, stima emersa da colloqui con ricercatori IPLA.

12. Considerazioni conclusive.

La scelta di integrare gli indici Medalus stimati per ogni porzione territoriale presa in considerazione perché omogenea o significativa, è corrisposta alla necessità di valutare l'impatto dell'azione antropica sul territorio regionale in termini di rischio di desertificazione, attraverso i cambiamenti intervenuti nelle disponibilità idriche, irrigue, potabili, produttive, ecc., nell'apparire o radicarsi di fenomeni di predesertificazione, nell'incrementarsi di fenomeni di dissesto. Con le integrazioni individuate si è ritenuto si evidenziasse meglio l'azione antropica di continua ed inevitabile rottura degli equilibri ambientali, o di riequilibrio ambientale. Accanto alla valutazione del maggior peso sull'ambiente dell'effetto dell'azione distruttiva o disequilibratrice si è considerata anche la riduzione del peso stesso per le politiche e l'azione di salvaguardia o riequilibratrice, allo scopo di migliorare e dar maggior realismo alla valutazione dell'impatto dell'azione antropica, naturalmente nella consapevolezza dei limiti contenuti nel ricorso a valutazioni sintetiche attraverso indici.

La scarsità di acqua, quantomeno stagionale, è apparso il problema emergente a livello regionale piuttosto che lo svilupparsi di fenomeni di desertificazione ambientale, presenti in poche localizzazioni, di cui si ricorda spesso quella caratteristica dei Monti Pelati, ed ovviamente nelle aree di alta montagna. Scarsità estiva ma tendenzialmente in crescita in tutte le stagioni, a causa delle tendenze registrate sul lato dell'offerta, il lato del mercato non ancora controllabile né riproducibile dall'uomo, per effetto della riduzione ed irregolarità delle precipitazioni meteoriche, della riduzione delle risorse superficiali, del peggioramento quantitativo (e qualitativo) di quelle sotterranee, dell'inaridirsi di fonti, a fronte di una domanda sostanzialmente in costante crescita per usi civici e produttivi. In realtà i cambiamenti climatici e meteorici non sono documentati in modo inequivocabile ed incontrastato, pur risultando emergere da alcuni studi ed analisi, anche con serie statistiche pluriennali, per alcune aree piemontesi evidenti e continue riduzioni, ma ciò che viene più evidenziato è la crescente frequenza di intervalli di tempo, anche prolungati, con assenza di precipitazioni meteoriche e quindi di aree estese in condizioni di scarsità prolungata. Tale riduzione nelle disponibilità delle acque superficiali si accompagna ad una non ancora completa e perfetta conoscenza dei cicli delle risorse sotterranee, della loro alimentazione, abbassamento o emersione, così come delle loro contaminazioni, in progressivo aumento nell'entità e gravità. Questo insieme di tendenze ha modificando il quadro delle disponibilità e reso il bene idrico sempre più limitato, con molte situazioni stagionali di totale carenza, di corsi d'acqua che svaniscono, torrenti che si prosciugano o immergono, laghi che si abbassano, cui si rimedia in parte con un progressivo trasferimento territoriale di risorse e realizzazione di nuovi pozzi, ma anche, si è osservato, con importanti interventi di razionalizzazione, programmazione ed incremento dell'efficienza d'uso.

In Piemonte la desertificazione non è risultata per ora un fenomeno significativo dal punto di vista economico ed ambientale, tuttavia i trends che si registrano nella domanda ed offerta idriche richiedono attenzione per le possibili ricadute future su alcuni sistemi territoriali, economici e sociali locali. La domanda idrica generante scarsità trova cause che si possono sinteticamente riassumere nella crescente richiesta da parte agricola di estensione irrigua, per scelte colturali più idroesigenti e per nuovi territori irrigui, per le crescenti non sincronie territoriali e temporali tra domanda e disponibilità idriche, per il ritardo nell'adozione di tecniche produttive risparmiatrici di acqua e maggiormente efficienti nella distribuzione; in altri settori produttivi per la crescita delle occasioni di consumo, per il moltiplicarsi di stazioni turistiche invernali e di piste per attività sciistica da innevare artificialmente, per il moltiplicarsi di consumi turistici, per il moltiplicarsi di piscine ed impianti sportivi idroesigenti, centri benessere, campi di golf, ecc.; in molti settori industriali per il ritardo nell'adozione di sistemi di riciclaggio ed il proliferare di prelievi incontrollati. Tutte situazioni che richiedendo nuove disponibilità hanno evidenziato nuove situazioni di scarsità e di competizione tra usi alternativi.

L'uso attuale di risorse idriche e le varie domande settoriali in atto risultano ancora calibrate su un concetto di disponibilità illimitata, certamente a costo molto contenuto, sostanzialmente nullo in alcuni comparti, e gli impianti e le tecniche irrigue utilizzate di conseguenza non risultano

progettate in una ottica di minimizzazione dei consumi, di risparmio e di riciclo del fattore produttivo idrico.

In un quadro di questo tipo è sembrato utile integrare la metodologia MEDALUS, proposta in ambito UE, con valutazioni dei comportamenti antropici responsabili delle tendenze osservate. Il calcolo di indicatori sintetici per una nuova formula di ESAI, e relative mappature, dovrebbero contribuire a migliorare la conoscenza dei problemi e la programmazione degli interventi necessari a contrastare la scarsità, come tendenziale siccità verso la desertificazione, e successivamente consentire un confronto dei costi delle misure necessarie per prevenirla, valutando anche gli aspetti socioeconomici più significativi per predire le variazioni della domanda e dell'offerta di risorse idriche. L'approccio economico alla carenza ed al deficit, cioè alla scarsità, come derivanti da comportamenti squisitamente antropici, è stato incentrato principalmente sul lato della domanda, considerando il lato dell'offerta solo sulla base delle informazioni rese disponibili da altri contributi scientifici.

Gli aspetti problematici del comparto agricolo regionale sul piano economico sono stati definiti sulla base degli stadi progressivi segnalati dagli operatori interessati: *carenza*, una situazione da intendersi come mancanza attuale delle risorse idriche necessarie agli usi in atto, una inedita divaricazione tra (maggior) domanda e (minor) offerta, a causa di riduzioni delle risorse originarie tradizionali ed a cui si rimedia con il ricorso al razionamento o con la ricerca di risorse alternative (quali nuovi pozzi scavati a maggior profondità, nuovi invasi), quindi una limitazione alla produzione possibile; *deficit*, una situazione da intendersi come limitazione attuale ad una estensione quantitativa di risorsa irrigua per effetto di una maggior domanda irrigua per nuovi terreni, nuove colture, quindi una non possibilità di espansione produttiva qualitativa e quantitativa. Le cause della carenza e della scarsità non differiscono sul piano fisico ed ambientale, trattandosi di una divaricazione tra disponibilità di risorse idriche naturali accessibili e domanda emergente, ma le conseguenze in termini produttivi ed economici, oltre che ambientali, sono diverse riguardando la prima il livello produttivo in atto, la seconda il livello produttivo potenziale.

Per gli altri settori produttivi regionali e per i prelievi potabili, si sono assunti i riferimenti e le analisi redatte dagli ATO e dalle attività di gestione ed analisi presso le Province, anche attraverso ricerche dirette, che tuttavia non hanno evidenziato particolari situazioni o realtà problematiche, sebbene in un contesto che delinea uno scenario non dissimile da quello individuato per il settore agricolo. La valutazione dei danni economici derivanti da scarsità e razionamento delle risorse, non è stato affrontato in termini monetari per una mancanza di dati ed informazioni sufficienti ai calcoli regionali e locali, sia sulle produzioni che sui corsi dei loro prezzi, rinviando ad una fase successiva tale approfondimento.

A parte si è proposto un modello teorico di valutazione economica dell'ottimo prelievo, sia in termini di sostenibilità ambientale che di sostenibilità economica. Dalle conclusioni cui porta il modello, sono emerse indicazioni operative dell'attività di regolazione e normazione del settore, più in generale delle risorse naturali rinnovabili, che da un lato hanno confermato la bontà degli indirizzi assunti dalle politiche pubbliche di salvaguardia attuate ed in fase di attuazione, sebbene debbano essere ancor più sostenute, da un altro lato hanno segnalato la necessità di coinvolgere nella ottimizzazione dell'uso delle risorse direttamente gli utenti, attraverso scelte di miglior uso e di razionalizzazione delle risorse, anche attraverso il coordinamento e la cooperazione nella gestione e distribuzione dei prelievi.

Accanto all'uso dell'abbondante raccolta di dati realizzata a livello istituzionale e centrale, Regione Piemonte ed Enti regionali strumentali, si è trattato spesso di individuare informazioni integrative locali che hanno richiesto una osservazione e raccolta puntuale ed organizzata, soprattutto utilizzando metodologie omogenee e comparabili, interviste, questionari, schede tecniche. Tuttavia, occorre ammetterlo, l'indisponibilità di talune informazioni adeguate, le valutazioni soggettive in assenza di informazioni istituzionali, han reso necessarie alcune semplificazioni o interpretazioni, senza peraltro che fosse sensibilmente ridotta la qualità del loro contributo conoscitivo.

Un fenomeno di desertificazione specifica realizzatosi in Piemonte, di cui si è tenuto conto, appare collegato ad un abbandono progressivo di aree montane ed alto collinari in cui la vita, divenuta sempre più difficile e costosa, in senso strettamente economico e sociale, ha generato come conseguenza un degrado ambientale che per molti aspetti propone problemi analoghi a quelli della desertificazione territoriale, ad esempio in termini di perdita di sorgenti idriche, perdite di risorse in precedenza utilizzate, instabilità territoriale, dissesti idrogeologici. Accanto alla considerazione di tali conseguenze negative, costi da diseconomie esterne, si sono evidenziati anche i risvolti positivi, le economie esterne positive, derivanti dalla crescita forestale in aree disboscate nel tempo, nel recupero di ampi territori alla vegetazione naturale, spesso spontanea, che ha ampliato le possibilità di riduzione dell'inquinamento atmosferico ed incrementato le biomasse disponibili per produzioni energetiche.

Infine si è proposto un approfondimento attraverso una analisi classica utilizzando la metodologia dell'analisi costi-benefici, integrando con ricerche specifiche gli elementi conoscitivi necessari e che allo stato attuale delle conoscenze non sono risultati disponibili.

Una prima conclusione può essere che negli ultimi anni risulta emergere con forza una problematica economica legata alla divaricazione tra riduzione di risorse idriche ed incremento dei consumi, quindi una situazione di stress idrico o di pre-desertificazione che si avvia ad assumere ancor più rilevanza economica in alcuni comparti produttivi ed alcune aree regionali, sebbene dall'analisi non si profili un rischio significativo di evoluzione territoriale, nel breve periodo, nella direzione di una rilevante desertificazione.

Una seconda conclusione, certamente scontata per gli addetti, è che allo stato attuale il settore agricolo in particolare risente di una insufficiente erogazione idrica a causa di un maggior uso sia per ampliamenti delle superfici interessate sia per maggior diffusione di colture più idroesigenti. Questo significa che occorrerà una spinta innovativa al suo interno che porti ad una efficiente distribuzione di risorse produttive sempre più scarse, in senso fisico ed economico, ad un loro uso razionale e razionato, con metodi più efficienti di distribuzione ed irrigazione, ad investimenti che contrastino tale scarsità attraverso infrastrutture quali invasi, laghi artificiali, integrazioni delle reti idriche ed interscambio tra zone diverse. Anche per gli altri settori produttivi e per i prelievi potabili, saranno necessari investimenti per ridurre le dispersioni e migliorare l'uso, il riciclo e recupero delle risorse disponibili, soprattutto investendo nella ricerca di maggior efficienza nell'uso delle risorse idriche, nella riduzione degli sprechi e delle perdite.

Una terza conclusione riguarda le linee di sviluppo delle azioni di regolazione e protezione con un rafforzamento delle dimensioni di censimento e controllo, confermando nel breve periodo le linee intraprese dalle istituzioni preposte, Regione Piemonte ed Enti Locali, incrementando per quanto possibile le disponibilità finanziarie, mentre nel medio e lungo periodo saranno necessari, accanto ad ulteriori ricerche per una maggior conoscenza e programmazione delle riserve disponibili e delle tecniche migliori per la loro tutela, per la razionalizzazione del prelievo sostenibile, superficiale e sotterraneo, e parallelamente un maggior sostegno alla ricerca e diffusione di tecniche produttive risparmiatrici di acqua in tutti i settori produttivi, nonché di sistemi di maggior efficienza in tutti i livelli di consumo.

La direzione virtuosa per superare il disequilibrio tra offerta e domanda idrica consiste nel sempre maggiore ricorso ad innovazioni tecnologiche risparmiatrici di risorse, nel sostenere processi produttivi e produzioni che consentano limitazioni nel loro uso industriale accanto a nuove metodologie culturali agricole, ma anche nuove filosofie comportamentali, nuovi usi più rispettosi degli equilibri ambientali naturali.

La problematica che si affaccia in Piemonte e che ha assunto rilevanza crescente negli ultimi decenni, è comune a molti territori e consiste in una scarsità derivante da una dicotomia tra crescita dei consumi e riduzione progressiva delle disponibilità naturali. Come già evidenziato l'area territoriale piemontese per la sua collocazione pedemontana dispone ancora di ingenti e diffuse risorse idriche, sebbene sempre più variabili stagionalmente, tali da allontanare la prospettiva immediata di fenomeni di desertificazione, ma tale da porre inediti problemi di distribuzione

periodica razionata tra diverse destinazioni ed usi. L'interrogativo filosofico finale, senza una risposta definitiva, riguarda le diverse velocità degli effetti prodotti dalle azioni antropiche distruttive, al netto degli effetti positivi delle azioni antropiche riparatrici, e la velocità e capacità di adattamento antropico alle distruzioni stesse: detto in altri termini riusciremo ad adattarci alle trasformazioni ambientali conseguenti le nostre azioni più velocemente delle conseguenze che le trasformazioni determineranno su di noi?

Minima bibliografia.

- Ambito Territoriale Ottimale n.1 "Verbano Cusio Ossola e Pianura Novarese", () Piano d'Ambito.
- Ambito Territoriale Ottimale n.2 "Biellese, Vercellese, Casalese", (2006), Piano d'Ambito.
- Ambito Territoriale Ottimale n.3 "Torinese", (), Studi Propedeutici Regione Piemonte Fase II.
- Ambito Territoriale Ottimale n.4 "Cuneese", (2002), Indagini e studi finalizzati alla produzione dei programmi di intervento e dei relativi piani finanziari. Rapporto di Sintesi e Quadro di prospettiva.
- Ambito Territoriale Ottimale n. 5 "Astigiano e Monferrato", (), Piano d'Ambito.
- Ambito Territoriale Ottimale n. 6 "Alessandrino", (2007), Piano d'Ambito.
- ARPA, Relazione sullo stato dell'ambiente in Piemonte, Edizioni 2009 e 2006.
- Buchanan J. M. (1980), "Rent-seeking Under External Diseconomies", in Buchanan J. M., Tollison R.D., Tullock G., (1980) "Towards A Theory Of The Rent-seeking Society" College Station, Texas A&M Press.
- Casini L., Gallerani V., Viaggi D., (2008), "Acqua, agricoltura e ambiente. Nuovi scenari di politica comunitaria", Franco Angeli
- Coase R.H., (1960), "The Problem of Social Cost" in *Journal of Law and Economics* 3.
- Dasgupta P.S. e Heal G. M., (1979) "Economic Theory And Exhaustible Resources, Cambridge University Press.
- Ferraris S., (2008), "Metodi irrigui per le colture erbacee di pieno campo: efficienza d'uso, consumi energetici, risparmio idrico". Relazione sul lavoro svolto. Facoltà di agraria, Università di Torino.
- Harris, JM. (2002), "Environmental and Natural Resource Economics: a contemporary approach", Boston, NY Houghton Mifflin.
- IPLA, (2007), "I boschi del Piemonte", Regione Piemonte
- Merlo C. , (2009), "Acqua Agricoltura Ambiente. Fondamenti tecnici e conoscitivi per il risparmio idrico nell'irrigazione con speciale riferimento alla regione Piemonte", Quaderno del Dipartimento di economia e ingegneria agraria, forestale e ambientale, Facoltà di Agraria, Università di Torino.
- Neher P.A., (1990), "Natural Resource Economics: Conservation and Exploitation", NY Cambridge University Press
- Regione Piemonte, (2006), Le risorse idriche in Piemonte, Direzione pianificazione delle risorse idriche.
- Regione Piemonte, (), PTA, Piano tutela delle acque Direzione Pianificazione delle risorse idriche.
- Turner R. K., Pearce D. W., Bateman I., (2003), "Economia Ambientale", Il Mulino, Bologna.
- UE Project ENV4 CT 95 0119, metodologia MEDALUS, Mediterranean Desertification And Land Use.