



Tool for Regional-scale assessment of groUndwater STorage improvement in adaptation to climate change

Strumento per la valutazione a scala regionale di migliori tecniche di stoccaggio delle acque sotterranee in adattamento con i cambiamenti climatici

Acqua in cassaforte

Una sperimentazione sulla ricarica artificiale della falda nel bacino del Brenta



Tool for Regional-scale assessment of groUndwater STorage improvement in adaptation to climate change

Beneficiario e Coordinatore:



Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione



Partners:



www.lifetrust.it

Progetto finanziato da:



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

Con la collaborazione del



Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione



Acqua in cassaforte

Una sperimentazione sulla ricarica artificiale
della falda nel bacino del Brenta

IL PROGETTO TRUST

La ricchezza del patrimonio idrico sotterraneo storicamente presente nella pianura veneta e friulana è stata il motore primario dello sviluppo urbano ed economico dell'area della media e bassa pianura. Tuttavia il sovrasfruttamento di tale risorsa ha comportato un depauperamento della stessa, manifestatosi con un abbassamento della falda freatica nella pianura superiore, stimato in media fino a 10 cm/anno, e una depressurizzazione delle falde artesiane. Il deficit nel bilancio idrogeologico attuale è causato sia da fattori naturali sia artificiali. In tale contesto va altresì tenuto conto, sia per gli aspetti qualitativi che quantitativi, dell'influenza sul bilancio idrogeologico dei futuri cambiamenti climatici, con gravi ripercussioni sul piano ambientale e socio-economico, quali ad esempio la scomparsa delle risorgive, i crescenti costi per il pompaggio, la subsidenza e l'intrusione salina negli acquiferi costieri.

Secondo tali presupposti l'Autorità di Bacino, in collaborazione con la SGI Studio Galli Ingegneria S.p.a. e con il Centro Euro-Mediterraneo per i Cambiamenti Climatici, ha ottenuto il finanziamento del progetto TRUST (Tool for Regional-scale assessment of groundwater Storage improvement in adaptation to climate change) dalla Commissione Europea nell'ambito del Programma LIFE + e dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare.

Lo scopo principale del progetto consiste nello sviluppo di strategie di gestione della risorsa idrica sotterranea finalizzata alla tutela quali-quantitativa della falda acquifera di ricarica prevedendone l'incremento mediante tecniche di ricarica artificiale (Managed Artificial Recharge), chiamate anche "Water banking". TRUST, pur ponendo l'attenzione sulla fascia della ricarica, affronta il problema a scala di bacino idrografico, come previsto dalla Direttiva Quadro sulle acque (art. 4 Dir. 2000/60/CE).

Gli obiettivi specifici del progetto sono:

- pianificare la gestione delle risorse idriche sotterranee nelle fasce di ricarica della pianura veneta e friulana in previsione degli impatti dei cambiamenti climatici;
- fornire uno strumento per la valutazione e la relativa gestione delle emergenze idriche future a scala regionale;
- supportare l'Autorità di bacino nell'attuazione della Direttiva europea quadro sulle acque;
- diffondere a scala nazionale ed europea le conoscenze acquisite mediante il progetto.

Per ulteriori notizie sul progetto si rimanda al sito www.lifetrust.it.

Il progetto prevede il coinvolgimento attivo di soggetti portatori di interesse qualificati per fornire un contributo tecnico e scientifico alle attività previste.

La presente pubblicazione si inserisce nell'ambito delle attività del progetto ed illustra in particolare le sperimentazioni di campo effettuate dal Consorzio di bonifica Brenta in merito a un progetto pilota di ricarica artificiale della falda con l'obiettivo di una larga diffusione dei risultati sul territorio.

Buona lettura

Il Project Manager
Ing. Francesco Baruffi



PRESENTAZIONE

Ci fa molto piacere presentare questa pubblicazione, frutto dell'intenso impegno degli ultimi anni da parte del Consorzio per la ottimizzazione della gestione della risorsa idrica, ed in particolare per la ricarica delle falde. Si tratta di tematiche di estrema attualità, sia per il generalizzato calo dei livelli dell'acquifero negli ultimi anni, sia per i nuovi previsti prelievi idrici a favore del basso Veneto. Nel cammino da noi avviato abbiamo avuto la fortuna di incontrare l'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico, che ha condiviso le nostre idee e ci ha chiesto di partecipare al progetto TRUST del programma europeo Life, cui abbiamo aderito molto volentieri.

Grazie a questa sinergia, oltre a proseguire con gli studi già avviati, si è soprattutto concretizzata la realizzazione di altre due aree di ricarica della falda, una peraltro poco a monte di una risorgiva esaurita: con l'ambizioso obiettivo di farla rinascere. Se questo avverrà grazie alla collaborazione intrapresa, il risultato sarà notevole.

Auspichiamo che, in parallelo, si possano concretizzare ulteriori progetti promossi dal Consorzio per la salvaguardia delle risorse idriche di questo nostro territorio.

Il Presidente del Consorzio di bonifica Brenta

Danilo Cuman

San Lazzaro di Bassano del Grappa, 13 maggio 2010



Workshop presso le antiche prese irrigue d'epoca veneziana recentemente restaurate dal Consorzio



Pannello dell'iniziativa TRUST davanti alla sede del Consorzio a Cittadella

L'AUTORITÀ DI BACINO DELL'ALTO ADRIATICO

L'Autorità di bacino è stata istituita dalla legge n. 183 del 1989 con lo scopo di pianificare e programmare le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e alla corretta utilizzazione delle acque.

Nell'ultimo decennio, le direttive europee (2000/60/CE, 2007/60/CE) e le corrispondenti norme nazionali di recepimento e attuazione, hanno sostanzialmente ribadito la necessità e il ruolo di coordinamento e pianificazione dell'Autorità di bacino nel campo della gestione quali-quantitativa delle acque e della gestione del rischio alluvioni.

Le competenze attive in tali settori sono esercitate principalmente dalle Regioni/Province Autonome ma anche a vario titolo da una molteplicità di enti (Consorzi di Bonifica, Province, ecc) per i quali l'Autorità di bacino si configura come luogo di intesa e sinergia operativa.

In tal senso l'Autorità di Bacino nel suo ruolo di coordinatore nel progetto TRUST e d'intesa con i partner, ha deciso di coinvolgere una significativa rappresentanza di soggetti istituzionali (Regioni, Arpa, Province, Consorzi di Bonifica, Gestori Servizi idrici) competenti nella gestione della risorsa acqua, per avere un supporto nell'approccio scientifico e per condividere i risultati rendendoli fruibili direttamente agli attori che operano nel settore.

L'esperienza si è rivelata molto stimolante e proficua e sono ben lieto di presentare questa pubblicazione come il risultato di una parte di progetto realizzata grazie alla collaborazione con il Consorzio di bonifica Brenta.

Sicuramente il tema della tutela dell'aspetto quantitativo delle acque sotterranee è già una sfida per il futuro prossimo; il contesto fortemente antropizzato ed idrodipendente del territorio in cui operiamo e gli scenari di cambiamento climatico ipotizzati, richiedono di prepararsi con un'adeguata pianificazione delle risorse idriche, i cui orientamenti sono già contenuti nel Piano di Gestione dei bacini idrografici delle Alpi Orientali adottato il 24 febbraio 2010 (www.alpiorientali.it) ai sensi della direttiva 2000/60/CE.

Nel presente lavoro si sono voluti riportare alcuni progetti sperimentali che potrebbero contribuire a ritrovare un nuovo equilibrio nella gestione della risorsa idrica.

Buona lettura

Il Segretario Generale dell'Autorità di Bacino
Ing. Roberto Casarin



IL CONSORZIO DI BONIFICA BRENTA

Uno dei 10 Consorzi di bonifica del Veneto, si situa a cavallo del fiume Brenta, tra la fascia pedemontana a nord, il fiume Bacchiglione a sud, il fiume Astico-Tesina a ovest ed il sistema del torrente Muson dei Sassi ad est. La superficie interessata, pari a 70.933 ettari, si estende su 54 comuni delle 3 province di Padova, Treviso e Vicenza.

Il Consorzio ha come compiti principali: regolare le acque, il cui flusso è continuamente mutevole in base all'andamento climatico, attraverso le infrastrutture di propria competenza (2.400 chilometri di canali, 8.000 tra manufatti e impianti) per garantire l'utilizzo dei terreni ad uso agricolo o urbano (funzione di bonifica); fornire l'acqua alle campagne attraverso l'irrigazione; più in generale concorrere alla difesa del suolo, alla tutela del territorio e dell'ambiente.

La bonifica idraulica nel comprensorio è per lo più a scolo naturale, tranne in 5 bacini dotati di sollevamento meccanico. Una o più volte all'anno è necessario pulire i collettori, ove possibile con mezzi meccanici, altrimenti manualmente. Periodicamente avvengono, inoltre, i lavori di espurgo dei collettori e di manutenzione e rinnovo dei manufatti idraulici.

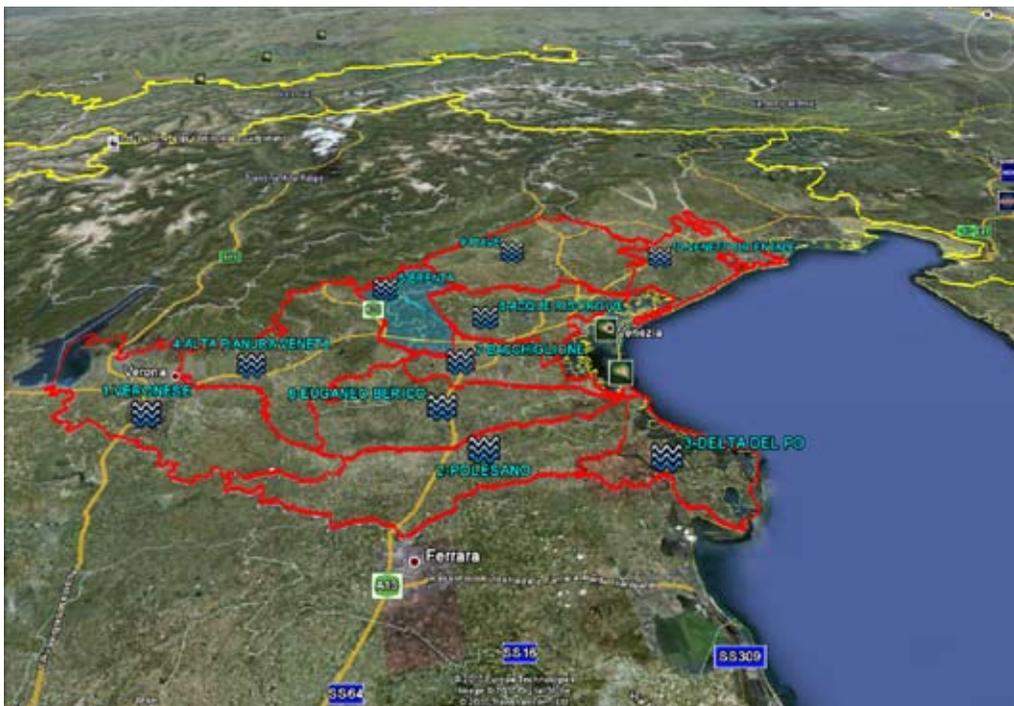
La Regione Veneto ha recentemente trasferito al Consorzio ulteriori corsi d'acqua, prima statali o regionali, incaricando il Consorzio anche della gestione amministrativa (concessioni, autorizzazioni) del Demanio idrico.

Pure la funzione irrigua è molto impegnativa: si manifesta su un'area di 30.000 ettari, a favore di circa 20.000 aziende agricole. Nell'alta pianura, visto il clima e la natura molto permeabile del terreno, senza l'esistente sistema artificiale di irrigazione, le coltivazioni delle campagne non sarebbero possibili.

Il Consorzio è un ente a carattere misto: privato in quanto si autogoverna e autofinanzia (è l'associazione di tutti i proprietari di immobili del comprensorio), pubblico in quanto controllato dalla Regione e soggetto alle norme pubbliche.

Il Consorzio ha l'incarico della gestione delle opere di bonifica esistenti (canali, impianti e manufatti). La realizzazione di nuove opere di bonifica, invece, compete allo Stato ed alla Regione, che possono farle progettare ed eseguire al Consorzio con appositi finanziamenti pubblici. Una volta realizzate, queste nuove opere passano poi in gestione al Consorzio.

Il Consorzio è anche dotato di tre centrali idroelettriche per la produzione di energia da fonte rinnovabile, che riduce gli oneri per i propri utenti; ne ha in progetto ulteriori.



I dieci Consorzi di Bonifica nel Veneto, il Consorzio Brenta è evidenziato in azzurro

Sperimentazioni sulla ricarica artificiale della falda nel bacino del Brenta

1. Sistema idrografico del comprensorio di alta e media pianura del fiume Brenta

Il bacino idrografico del Brenta si chiude a Bassano del Grappa, ove il fiume raggiunge la pianura. Esso comprende, oltre al ramo proveniente dai laghi di Caldonazzo e Levico, l'importante contributo del torrente Cismon, il maggiore dei suoi affluenti.

Nell'alta pianura, il territorio è costituito da un potente accumulo di materiali ghiaiosi, ricoperto dal sottile strato agrario. Il clima e la natura molto permeabile del terreno hanno imposto la necessità di un sistema artificiale per l'irrigazione delle campagne. Nei secoli si è costituito un articolato complesso di canali di irrigazione, con prelievo d'acqua dal fiume Brenta; tale sistema perdura tuttora.

Le acque di bonifica e irrigue nell'area compresa tra Bassano e Padova e tra Vicenza e Castelfranco sono oggi affidate al Consorzio di bonifica Brenta, con sede a Cittadella. Il suo comprensorio comprende 54 Comuni nelle Province di Padova, Vicenza e Treviso, per una superficie di oltre 70.933 ettari, all'interno dei quali sono presenti circa 2.400 chilometri di canali.

In questo comprensorio le principali fonti per l'irrigazione sono le acque del fiume Brenta e quelle della falda sotterranea.

La derivazione dal Brenta avviene in due punti principali.

Il primo è quello a Bassano del Grappa, ove una portata di 4,5 m³/sec viene prelevata dal canale Industriale (che si origina dal Brenta presso la traversa di Mignano e termina presso la centrale idroelettrica di Cà Barziza) attraverso alcune modeste derivazioni irrigue dirette e, soprattutto, mediante il canale Tronco Basso; questo, tramite l'impianto di pompaggio di San Vito, alimenta l'area servita dai canali Tronco Alto, Centrale, Orientale e Occidentale.

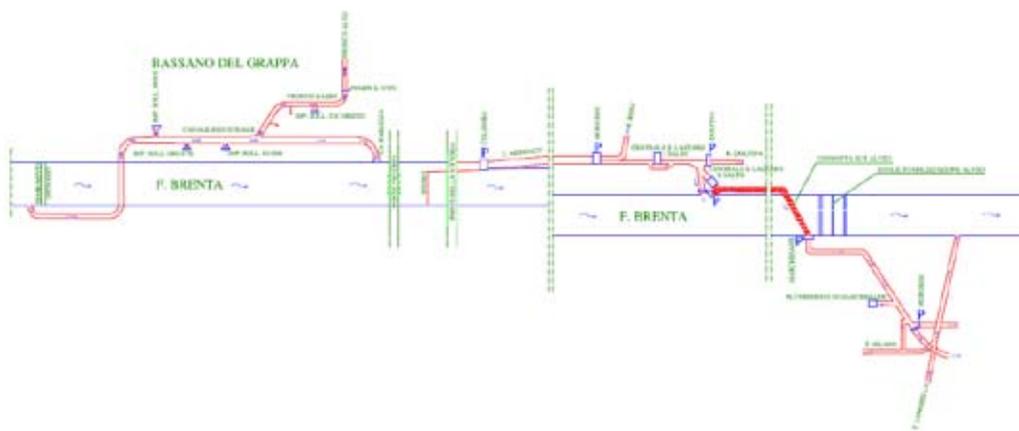


¹ Ingegnere idraulico, direttore del Consorzio di Bonifica "Brenta" di Cittadella

² Ingegnere idraulico, dirigente dell'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico

La seconda derivazione nasce dal Brenta poco a valle del Ponte di Bassano tramite uno sbarramento, al cui termine le acque (portata massima circa 37 m³/sec) si immettono nel canale Medoaco, il quale alimenta la roggia Rosà e sue derivate (Balbi, Moranda, Munara-Brentella-Cognarola e Giustiniana) e la roggia Dolfina e derivate (Civrana, Michiela-Zattiera, Vica, Molina, Cappella, Bernarda, Trona, Michela, Morosina, Cartigliana e Remondina) in sinistra Brenta. La rimanente portata si immette in una condotta che sottopassa il Brenta e riemerge in riva destra; qui, in località Marchesane di Bassano del Grappa, prosegue con il nome di canale Unico, a favore degli utilizzi irrigui ed industriali della destra del fiume (rogge Isacchina Superiore, Contessa, Grimana Vecchia, Isacchina Inferiore, Grimana Nuova, Rezzonico, Molina, Contarina).

SCHEMA PRINCIPALI DERIVAZIONI IRRIGUE CONSORZIALI



In magra estiva alle acque fluenti naturalmente nel Brenta si aggiungono quelle provenienti dai serbatoi montani del Corlo e del Senaiga. Queste riserve (circa 24 milioni di metri cubi a disposizione dell'irrigazione) sono molto importanti per fare fronte alle non infrequenti siccità.

Oltre alle acque superficiali, per l'irrigazione si sono sempre utilizzate anche le acque sotterranee, emergenti presso le risorgive. Le portate di affioro erano di circa 15 m³/sec fino agli anni '60; per il costante abbassamento delle falde, si sono notevolmente ridotte – molte sono addirittura scomparse – con gravi emergenze sia per gli utilizzi idrici che per l'ambiente. Le portate di risorgiva venute meno sono state sostituite con pozzi irrigui di soccorso o con le acque provenienti dallo stesso fiume Brenta, attraverso vari collegamenti tra canali.

L'irrigazione – attuata tramite turni, mediamente di 10 giorni, da aprile a settembre – interessa circa 30.000 ettari, di cui 8.000 serviti da impianti ad aspersione e 22.000 con i tradizionali metodi ad espansione superficiale, per oltre ventimila utenti serviti.

Sono previste ulteriori trasformazioni dell'irrigazione a sistemi pluvirrigui, il che offre l'occasione

per un notevole risparmio d'acqua. Esse potranno essere realizzate in base alle disponibilità di finanziamenti pubblici per questo tipo di opere.

La capillare rete di canali ha assunto valenze che trascendono quelle propriamente agricole. L'acqua in essa convogliata favorisce numerose altre utilizzazioni (produzione energetica, cicli industriali, allevamenti ittici).



Capofonte di risorgiva

La presenza costante della corrente idrica nelle rogge consente l'utilizzo delle stesse anche per la valorizzazione della fauna ittica (tanto da indurre le Province a classificare le rogge ai fini ittici).

Recenti studi (Dal Prà A. e altri, 1996 e 1998) hanno dimostrato che le acque del sistema irriguo contribuiscono all'alimentazione delle falde di quantità paragonabili alle dispersioni dall'alveo del fiume Brenta; infatti, oltre alle infiltrazioni in periodo estivo dalle aree irrigate a scorrimento, all'interno delle canalizzazioni viene mantenuto per tutto l'anno un rilevante flusso d'acqua (con portate pari a circa metà rispetto a quelle estive).

Sono inoltre numerose le potenzialità ambientali consentite attraverso il sistema delle rogge: le siepi lungo i canali, corridoi ecologici, abbattano i nutrienti (nitrati e fosfati) e caratterizzano il paesaggio; molte ville venete sono nate lungo le rogge, che ne abbelliscono i parchi; lo scorrere delle acque consente la sopravvivenza della flora e della fauna residenti.

Il sistema delle canalizzazioni ha un'altra importante funzione: quella di scolo. La rete idraulica, infatti, ha anche il compito di raccogliere, a seguito di piogge intense, le acque provenienti da terreni, strade, piazzali, tetti di case e fabbricati, fognature bianche.

Per svolgere tale compito, occorre che i canali siano costantemente tenuti in manutenzione, il che viene attuato dal Consorzio di bonifica; questo Ente, inoltre, gestisce gli eventi di piena (manovre presso i manufatti di smistamento, controllo degli impianti di pompaggio, ecc.).

La bonifica idraulica nel comprensorio è soprattutto a deflusso naturale, per gravità; solo una parte limitata (circa 3200 ettari), nelle zone più a sud, è caratterizzata da sollevamento meccanico, con cinque impianti idrovori.

Inoltre in molti casi la rete idraulica va a comprendere quella irrigua, che a seguito dell'urbaniz-

zazione del territorio è andata sempre più ricevendo, durante le piogge, i contributi delle acque bianche provenienti dai centri abitati; questo è particolarmente evidente nella zona prossima alla fascia pedemontana, ove, un tempo, una parte cospicua delle acque meteoriche si disperdeva direttamente nel materasso alluvionale, molto permeabile, mentre oggi va a confluire in superficie nelle canalizzazioni consortili.

I corpi idrici recipienti delle acque di piena convogliate dai canali di bonifica del comprensorio sono costituiti o da canali di ordine superiore oppure dai corsi d'acqua di maggiore importanza che interessano il territorio: sistema del torrente Muson dei Sassi, fiume Brenta, fiume Astico-Tesina, fiume Bacchiglione, canale Brentella; una parte non trascurabile del comprensorio (circa 4.000 ettari) è tributaria della laguna di Venezia attraverso i sistemi del Tergola, Vandura e Muson Vecchio.

Tra i corsi d'acqua facenti parte del sistema idraulico del territorio ricadono anche collettori le cui opere sono classificate di 2ª categoria (fiume Brenta, torrente Astico, fiume Tesina, fiume Bacchiglione, fiume Tesina Padovano, canale Brentella), di competenza regionale, e di 3ª categoria (torrente Longhella, roggia Armedola-Poina, roggia Riazzo, roggia Riello, fiume Ceresone), questi ultimi recentemente passati alla competenza del Consorzio a seguito della Delibera di Giunta Regionale n° 3260/2002.



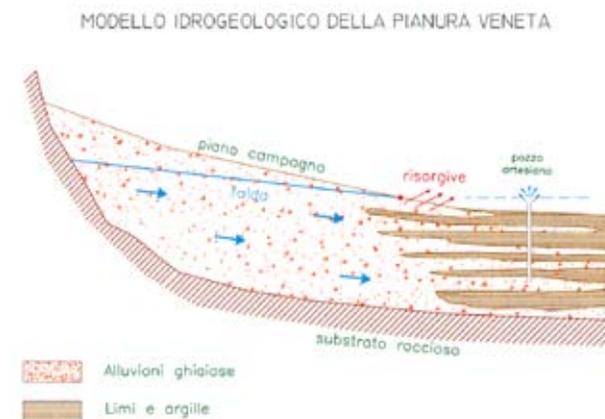
Piena del fiume Brenta a Fontaniva, 2 novembre 2010

Con la recente evoluzione del territorio, si è aggravato il rischio idraulico, sia per la riduzione o scomparsa di numerosi fossi "minori" privati, sia per l'effetto di impermeabilizzazione del suolo, a seguito delle urbanizzazioni, che ha fortemente incrementato i flussi di piena, sia per i maggiori danni in caso di eventuali esondazioni. Occorre quindi una particolare attenzione nello sviluppo della pianificazione territoriale e un potenziamento delle opere idrauliche esistenti, sia per quanto riguarda i fiumi che le reti di bonifica. Il Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio del Consorzio (2010) prevede una serie di interventi: scolmatori, risezionamenti, impianti di pompaggio, casse d'espansione, invasi.

2. Le risorgive

La pianura attraversata dal fiume Brenta, come del resto tutta la pianura padana, si basa su uno strato di depositi alluvionali, appoggiato su un supporto roccioso, che si approfondisce progressivamente dalla zona pedemontana fino alla costa.

I sedimenti sono costituiti da materiali di granulometria variabile: parallelamente ai rilievi montuosi, nell'alta pianura, per circa 10-15 chilometri si estende una fascia costituita da terreni ghiaiosi in modo pressochè indifferenziato fino al substrato roccioso; verso Sud, nella media pianura, le ghiaie diminuiscono progressivamente, sostituite da materiali via via più fini. Infine a ridosso del litorale prevalgono gli strati limoso-argillosi, con livelli sabbiosi di potenza limitata.



Polla di risorgiva

Lungo la fascia pedemontana il sottosuolo alloggia un'unica falda, di tipo freatico. Si tratta di un acquifero importante, intensamente sfruttato.

Dove la superficie libera della falda incontra il piano di campagna, avente pendenza maggiore, si originano le risorgive, che sono presenti in una estesa fascia, nel passaggio tra l'alta e la media pianura. Le risorgive, oltre a dar luogo presso le polle ad aree umide di particolare valenza ambientale e paesaggistica, alimentano una serie di corsi d'acqua che, scorrendo nel territorio, lo caratterizzano in maniera particolare. A valle, per la presenza di

strati sovrapposti di lenti sabbiose confinate entro livelli impermeabili, si riscontra un sistema multifalde, formato da un acquifero freatico a debole profondità (non sempre presente) e da più falde in pressione.

La profondità della falda freatica dal piano di campagna diminuisce progressivamente da monte a valle, variando da valori attorno ai 50 m a ridosso dei rilievi fino a meno di 1 m, finchè la falda affiora, dando luogo ai fontanili.

L'alimentazione dell'acquifero sotterraneo in esame è dovuta a più fattori, tra i quali: le infiltrazioni dall'alveo dei fiumi Astico e Brenta nei loro tratti disperdenti; le percolazioni attraverso le rogge irrigue e le aree irrigate a scorrimento; le piogge dirette.

Oltre ai fattori di ricarica, si ricordano quelli di “uscita” dal prezioso serbatoio presente in sottoterraneo: i prelievi attraverso pozzi (numerosissimi i pozzi privati in questo territorio) ed i drenaggi operati dal fiume stesso nei tratti in cui esso emunge la falda; anche le risorgive sono da considerarsi un elemento di *output*, in quanto costituiscono una sorta di sfioratore superficiale della falda.



Tradizionale irrigazione a scorrimento

Le risorgive sono sempre state un elemento caratterizzante di alcune zone della pianura padana. Esse costituiscono un'importante fonte idrica, di qualità, utilizzata sia a scopo irriguo che potabile; danno origine ad una serie di corsi d'acqua e fiumicelli che si irradiano nel territorio, vivificandolo; sono circondate in molti casi dai prati stabili irrigui, che garantiscono un impatto ambientale molto ridotto rispetto ad altre colture agrarie e costituiscono un importante fattore di ricarica della falda; la presenza del prato è assicurata dalle aziende zootecniche, che utilizzano gli sfalci per fare foraggio, la cui trasformazione dà luogo a prodotti caseari di qualità; grazie all'acqua sorgente che mantiene una temperatura pressoché costante, in inverno le specie che crescono in acqua e lungo la riva saltano all'occhio per il loro verde intenso, quando magari il terreno circostante è coperto di neve; e in estate, inoltrandosi tra la vegetazione che circonda le risorgive si avverte subito la frescura, per cui esse rappresentano delle vere e proprie oasi nel calore della campagna; i fontanili hanno un valore estetico nel paesaggio agrario, andando a interrompere l'omogeneità delle distese coltivate; le risorgive di per se stesse costituiscono luogo di eccezionale valenza ecologica, in quanto sede di habitat unici per la flora e la fauna, con funzione di rifugio per varie specie.

In particolare, per quanto riguarda la vegetazione, si citano specie che si sono adattate a vivere in ambiente acquatico (sia radicanti al fondo e sommerse, sia dotate di parti affondate nel



Contesto ambientale delle praterie irrigue in destra Brenta, nell'area delle risorgive

substrato del fontanile, sia liberamente flottanti o natanti nell'acqua) e specie presenti sulle rive dei fontanili, sia presso il capofonte che lungo il relativo corso d'acqua. Queste ultime possono avere anche una funzione di filtro biologico, in quanto tendono ad assorbire eventuali nutrienti in eccesso.

La flora e la vegetazione delle risorgive sono state oggetto di censimento (Zecchin B., 2000-2001) da cui è emersa la presenza di specie un tempo piuttosto comuni e oggi sempre più rare in questa area.

Per quanto riguarda la fauna, le risorgive sono un biotopo particolarmente ricco di specie (hanno un'elevata biodiversità). Tra gli animali più vistosi e noti spiccano diverse specie di uccelli (gallinella d'acqua, martin pescatore, germano reale, ballerina gialla, usignolo di fiume, usignolo, ecc.). Tra i mammiferi, molto peculiare è la presenza dell'arvicola terrestre e del toporagno d'acqua. Sono presenti poi numerose specie di anfibi (rana verde, rana rossa, tritone) e di rettili (natrice dal collare, natrice tessellata). Ricca e pregiata è inoltre la fauna ittica, tra cui spiccano lo scazzone, la sanguinerola, lo spinarello, la trota, il temolo, il luccio. Passando agli invertebrati, negli ambienti di risorgiva si incontra una vasta gamma di specie di insetti e di molluschi che segnalano la presenza di acque di elevata qualità: libellule, ditischi, idrometri, ecc. Da ultima va segnalata la presenza del gambero d'acqua dolce, che proprio qui trova uno dei suoi ultimi rifugi negli ambienti di pianura. Il che testimonia, peraltro, dell'ottima qualità di queste acque.

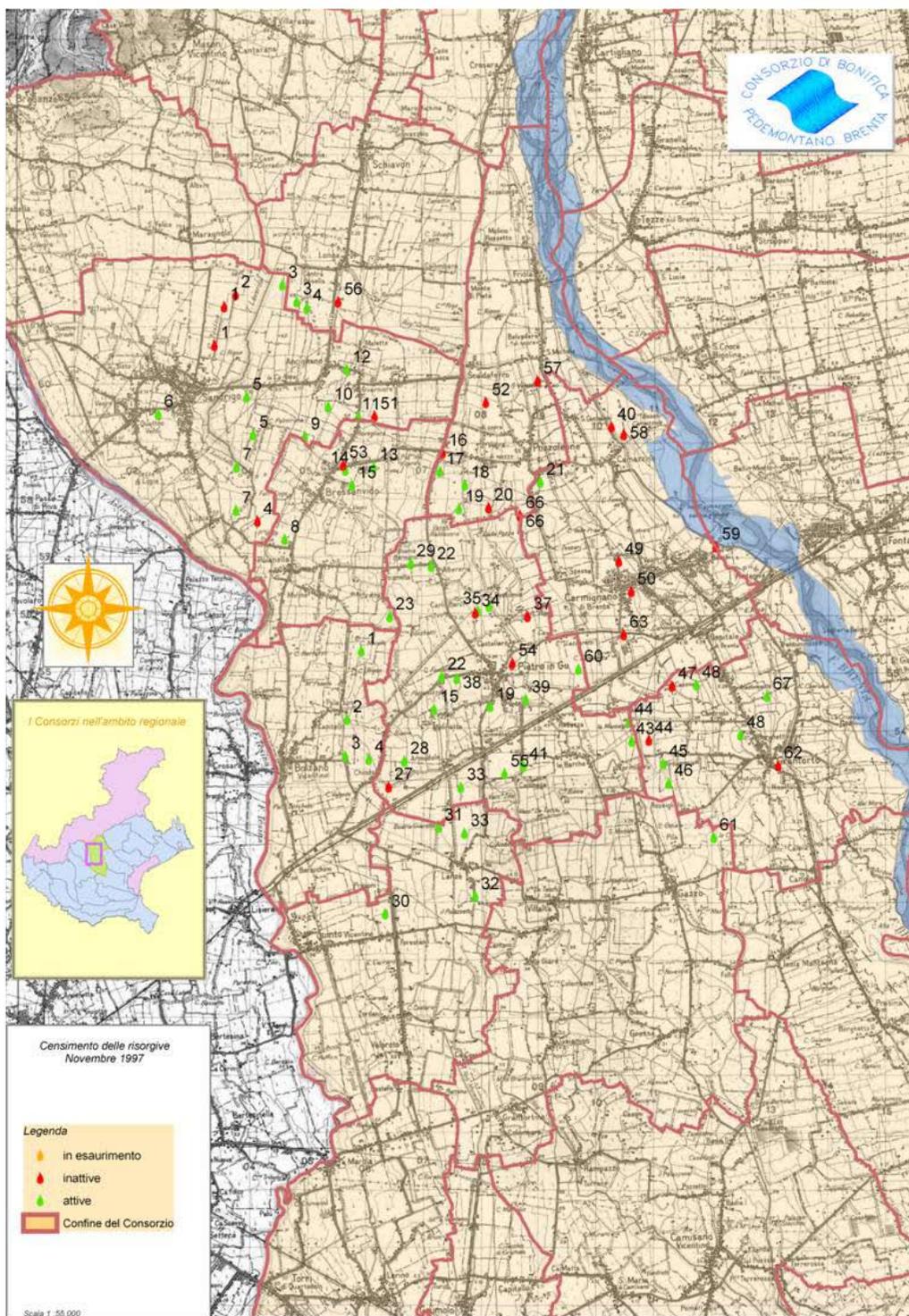
3. Depauperamento delle falde.

Dopo aver riassunto sinteticamente alcuni elementi di inquadramento, si forniscono alcune indicazioni sulle attuali problematiche relative all'acquifero indifferenziato che interessa l'alta pianura del Brenta, che autorevoli studiosi del C.N.R. definivano pochi anni fa tra i più ricchi d'Europa (AA. VV., 2000).

Il patrimonio idrico sotterraneo, da sempre utilizzato per scopi acquedottistici, ha assunto negli ultimi decenni importanza sempre maggiore sia come fonte idropotabile che nel campo produttivo e la sua presenza è stata sicuramente una delle premesse fondamentali per lo sviluppo economico della zona.

Del resto piccole alterazioni dell'acquifero possono causare gravi conseguenze, sia in termini quantitativi che qualitativi. Negli ultimi decenni si è riscontrato un graduale abbassamento del livello freatico (v. figura), dovuto ad una serie di motivi; tra questi l'intenso numero di prelievi dall'acquifero e l'abbassamento del letto del Brenta a seguito del mancato apporto naturale rispetto alle escavazioni praticate, con il conseguente adeguamento del livello della falda ove il fiume funge da asse drenante.





Consorzio Pedemontano Brenta - Censimento delle risorgive (1997)

Come conseguenza dell'abbassamento dei livelli delle falde, nella fascia delle risorgive sono scomparse moltissime zone umide, che avevano caratteristiche di unicità. Anche nella gronda lagunare si riscontrano riflessi legati alla depressurizzazione degli acquiferi, tra cui si ricordano l'effetto sulla subsidenza e sull'ingressione salina nelle falde lungo i litorali.

La diminuzione dei livelli di falda nel territorio a cavallo del fiume Brenta si è accentuata in particolare negli ultimi decenni.

Se non si provvede alla loro tutela e ricostituzione, tali zone umide rischiano di rimanere solo un ricordo.

La preoccupante tendenza alla diminuzione degli apporti delle risorgive e la scomparsa di numerose di esse ha portato il Consorzio di bonifica - ente competente per il territorio in esame - a provvedere a periodici censimenti (1997, 2002, 2008), che sono andati a rilevare tutti i capifonte di risorgiva, sia attivi che non, con la valutazione della portata attuale, nonché la ricerca storica dei valori primitivi; è stata inoltre segnalata l'epoca di inizio del depauperamento e l'anno di eventuale interruzione dell'affioro.

In particolare, le macro-risorgive in destra Brenta risultano essere in numero di 65, composte da 75 polle, su un territorio di circa 12.100 ettari; ben 25 risorgive non danno più acqua e sono quindi a rischio di estinzione; tutte le altre 40 forniscono portate comunque molto inferiori rispetto al passato.

Le risorgive con maggiori carenze sono soprattutto quelle prossime al fiume Brenta, il che conferma quanto abbia influenzato il loro depauperamento il drenaggio operato dal fiume a causa dell'abbassamento dell'alveo. In alcuni casi i siti ove un tempo erano presenti le risorgive esse sono in stato di abbandono.

In termini di portata, si riscontra una diminuzione a circa 3 m³/sec degli apporti di risorgiva, su un valore originario di circa 14 m³/sec. La portata è quindi meno di un terzo di quella primitiva! L'inizio del depauperamento è iniziato negli anni '60 e '70. In alcuni casi, onde integrare i carenti



Risorgiva esaurita

Risorgiva in vita

contributi o vivificare risorgive ormai scomparse, il Consorzio ha provveduto, durante gli anni, a collegare ai corsi d'acqua di risorgiva altri canali, derivati dal fiume Brenta, o a realizzare dei pozzi, quasi rincorrendo la falda nel suo progressivo abbassarsi. Questo significa aver salvato in modo solo apparente quelle risorgive, ed ha costretto a notevoli spese di pompaggio o a notevole impegno nella gestione di una risorsa idrica un tempo abbondante ed oggi sempre più scarsa, nella necessità di dover comunque garantire i diritti di irrigazione ai propri utenti, per i quali l'acqua, in certi momenti, è veramente preziosa.

Appositi studi svolti anche in collaborazione con l'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico (AA.VV., 2000) hanno autorevolmente confermato tale negativo scenario.

In particolare, grazie a questo studio e alle azioni di supporto condotte dal Consorzio³, la stessa Autorità di bacino dell'Alto Adriatico ha emanato la deliberazione del 3 agosto 2000 con cui è stato disposto il blocco delle escavazioni in alveo e l'inibizione dei rilasci in Brenta di acque sotterranee provenienti da cave di ghiaia.

Proprio a seguito di questo provvedimento veniva limitato lo scarico del bacino di Boschi di Camazzole a Carmignano di Brenta che precedentemente scaricava in continuo una portata di 1000-2000 litri al secondo.

Una approfondita valutazione sulla positività della chiusura di tale scarico era stata peraltro evidenziata da uno studio specifico (Dal Prà A., 1999).

Si segnala che con la chiusura di tale scarico le falde ne hanno localmente risentito in modo molto positivo, con dei significativi rialzi del loro livello. Inoltre con l'innalzamento delle quote idriche, oltre che in falda, anche nel bacino, si sono create condizioni molto favorevoli dal punto di vista ambientale, soprattutto per l'avifauna, destando l'interesse degli esperti della materia e degli appassionati di *bird-watching*.

Oltre a continuare a mantenere sotto osservazione e a misurare gli apporti di risorgiva, onde valutarne l'andamento temporale, dandone opportuna informazione nelle varie sedi, le Autorità idrauliche si sono fatte promotrici di appositi interventi di riequilibrio, che risultano di pubblica e generale utilità. Di tale interventi si fornisce una sintesi nei paragrafi seguenti.

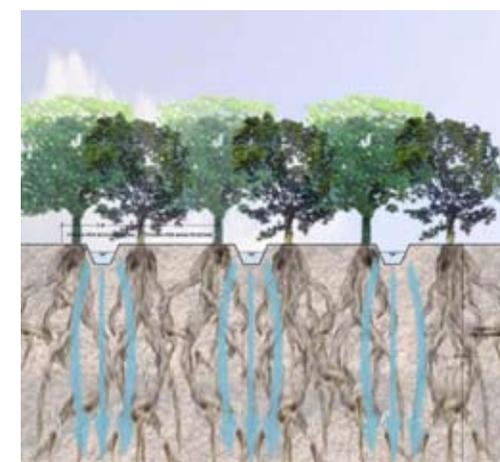
4. Iniziative di ricarica della falda.

Il Consorzio di bonifica ha ritenuto opportuno attivare una concreta sperimentazione per la ricarica della falda applicando un metodo innovativo ed inedito, denominato "area forestale di infiltrazione" o "campo d'acqua".

In particolare, il Consorzio (nel mese di gennaio 2007) ha acquisito una prima area di circa 1

³ Tra tutte si cita la manifestazione del 27 luglio 2000 a Santa Croce Bigolina (Cittadella): il Consorzio, in collaborazione con i sindaci del territorio e con la Pro Loco di Santa Croce Bigolina (Cittadella), organizzò una manifestazione, dal titolo "Giù le mani dal Brenta. Veneto senz'acqua? Regione senza futuro!" per sensibilizzare la popolazione sulla ripresa delle escavazioni di ghiaia nel fiume Brenta, in un tratto di drenaggio della falda.

La manifestazione ebbe notevole successo, avendo visto la presenza numerosa di cittadini, di sindaci (nell'occasione, in fascia tricolore e con i gonfaloni comunali), di organizzazioni agricole e ambientali, di rappresentanti della Regione e della Provincia. L'incontro si concluse con un corteo e con una pacifica invasione del fiume Brenta, entro cui erano in azione le ruspe.



Planimetria e sezione trasversale di un'area forestale di infiltrazione



A



B



C



D

Fasi di realizzazione di una AFI (area forestale di infiltrazione): scavo delle scoline longitudinali (A), messa a dimora dopo la stesura della pacciamatura (B), dispersione idrica (C) e crescita piante (D)

ettaro in comune di Schiavon (Vicenza), in prossimità di un proprio esistente impianto pluvirriguo. Su questo terreno sono state scavate delle trincee, affiancate da alberature, in cui viene immessa acqua nelle stagioni di abbondanza, determinandone così l'infiltrazione nel terreno. L'iniziativa associa benefici idraulici ed ambientali: a fianco delle trincee si è effettuata la messa a dimora di specie arboree a ciclo breve (v. figure), che consentono di ottenere una produzione di biomassa, utile per un impiego energetico da fonte rinnovabile, con un interessante recupero dei costi.

A seguito della prima, positiva esperienza sopra illustrata, Provincia di Vicenza (Assessorato alle risorse idriche) e Consorzio hanno stipulato una convenzione di collaborazione per attuare una seconda area forestale di infiltrazione, realizzata nel 2009. In tale caso, su suggerimento



Area forestale di infiltrazione a Schiavon (VI)

dell'agenzia regionale Veneto Agricoltura, si sono messe a dimora diverse essenze arboree (salice bianco, ontano nero, platano, olmo campestre, pioppo, robinia pseudoacacia e paulownia) per valutare quali si prestano meglio in questo tipo di ambiente.

Una terza area forestale di infiltrazione è stata realizzata nell'anno 2010 dal Consorzio su 1,7 ettari in comune di Tezze sul Brenta, questa volta in sinistra idrografica del fiume. Vi è in questo caso un'ulteriore valenza: è in corso una sperimentazione, in collaborazione tra Veneto Agricoltura e Consorzio, avente lo scopo di quantificare l'abbattimento dei nutrienti utilizzati per la concimazione dei cedui e l'aumento delle potenzialità produttive in termini di biomassa legnosa a fini energetici, garantendo in ogni caso la qualità dell'acqua ai sensi della vigente normativa. Ciò sarà utile per approfondire la potenzialità di utilizzare le aree forestali di infiltrazione anche per l'abbattimento dei nitrati provenienti dai liquami zootecnici, con conseguente vantaggio per le aziende agricole interessate viste le stringenti normative europee al riguardo. Dalle sperimentazioni attuate, si possono dedurre i seguenti valori di capacità di infiltrazione per ettaro di superficie agraria:

- su terreni ghiaiosi, di circa 50 l/sec/ettaro;
- su terreni meno permeabili, quale quello oggetto di sperimentazione, di circa 15-20 l/sec/ettaro.

Si sottolinea un ulteriore beneficio del sistema in esame: infatti, non solo si mantengono nel tempo i valori di infiltrazione, ma addirittura possono aumentare per effetto dell'apparato radicale delle piante affiancate alle trincee. Tale beneficio è difficilmente riscontrabile in altri sistemi di ricarica, che invece hanno proprio l'inconveniente di far registrare un significativo calo dell'infiltrazione nel tempo, per progressivo intasamento, che richiede costosi sistemi di manutenzione per recuperare i valori iniziali.

Sulla base dei dati esposti, si può valutare la superficie necessaria per poter ottenere una portata complessiva di infiltrazione pari a 3 m³/sec, pari cioè alla capacità di vettoriamento delle infrastrutture consortili. Tale estensione per terreni ghiaiosi è pari a circa 68 ettari, come si ricava dal seguente conteggio: 3.000 l/sec : 44 l/sec = 68.

In conclusione, a titolo prudenziale si può considerare che una superficie di circa 100 ettari potrebbe tranquillamente garantire tale ricarica, che peraltro pareggerebbe abbondantemente i nuovi prelievi acquedottistici dalle falde del Brenta previsti dalla Regione Veneto a favore del basso Veneto⁴.

Per valutare il corrispondente volume annuo di infiltrazione nella falda, si ipotizza di poter svolgere l'attività di ricarica nel solo periodo extra-irriguo; si tratta preliminarmente di stimare la durata di tale attività.

A tal fine, si sono svolte le seguenti considerazioni:

- il deflusso minimo vitale in alveo del fiume Brenta, in base alle prescrizioni del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto (che stabilisce un valore di 3 l/sec/km² di bacino), è pari a 3 l/sec/km² * 1.567 km² (bacino idrografico f. Brenta) = 4,7 m³/sec, quindi pari a circa 5 m³/sec;
- le derivazioni idriche dal Brenta in periodo extra-irriguo sono pari a circa 20 m³/sec;
- la futura derivazione idrica a fini di ricarica della falda in periodo



Area forestale di infiltrazione a Tezze su Brenta (VI)

⁴ Tali territori sono attualmente serviti da fonti superficiali (fiume Adige) che non garantiscono un'ideale qualità idrica; per tale motivo un'apposita pianificazione regionale ha previsto la loro sostituzione con fonti sotterranee, provenienti, appunto, dall'acquifero del Brenta.

extra-irriguo attraverso la tubazione Marchesane-Pianezze si può prevedere pari a circa 3 m³/sec.

Pertanto, per garantire tale portata di ricarica occorre che in Brenta fluiscono almeno 5+20+3 = 28 m³/sec.

Si sono analizzati i dati giornalieri di portata in Brenta misurati a Bassano del Grappa nei mesi extra-irrigui, negli ultimi 10 anni. È risultato che mediamente in tali mesi si registrano portate inferiori a 28 m³/sec per 66 giorni.

È quindi evidente come il progetto del Consorzio non sottrae portate utili al fiume, in quanto nei periodi di scarsità è prevista la sospensione dell'attività di ricarica.

Si è poi considerato di sospendere i prelievi idrici destinati alla ricarica della falda durante le morbide fluviali, per evitare che l'elevata torbidità presente durante tali eventi possa rallentare l'infiltrazione, riducendo per intasamento la capacità disperdente del suolo. Si sono valutati – prudenzialmente – in media 15 giorni di stato fluviale di morbida.

In base alle precedenti considerazioni, la durata annua dell'infiltrazione è di circa 194 giorni (365 giorni annui - 66 giorni all'anno con portate fluviali minime - 15 giorni all'anno di morbide - 90 giorni all'anno di irrigazione).

Valutata la durata utile della ricarica, si può alla fine calcolare il volume annuo di ricarica offerto dal sistema delle aree forestali di infiltrazione esteso a circa 100 ettari:

$$V = 3 \text{ m}^3/\text{sec} * 194 \text{ giorni} * 86.400 \text{ sec/giorno} = 50,3 \text{ milioni di m}^3.$$

Si tratta di un valore molto significativo.

5. Altre due aree di ricarica della falda grazie al progetto TRUST

Il coinvolgimento del Consorzio nel progetto TRUST è stata un'importante esperienza per approfondire e consolidare le tecniche e le aree di ricarica della falda quali iniziative concrete nella direzione intrapresa dall'Autorità di bacino. Oltre a registrare la problematica di abbassamento delle falde e di scomparsa delle risorgive, infatti, il progetto propone anche effettive azioni sperimentali di riequilibrio.

Nell'ambito del *workshop* del progetto TRUST svoltosi il 13 maggio 2010 è stata presentata l'area forestale di infiltrazione in comune di Schiavon già realizzata dal Consorzio Brenta, fornendo utili dati sull'esperienza effettuata, nonché indicazioni sulla metodologia utilizzata. Tali indicazioni si sono peraltro rivelate un utile riferimento nell'ambito delle altre esperienze di ricarica, dimostrando così un'ampia valenza metodologica e territoriale.

A seguito della collaborazione instaurata nell'ambito del progetto TRUST, inoltre, si è riusciti a realizzare altre due aree forestali di infiltrazione per la ricarica della falda, una in comune di Marostica ed una di Pozzoleone, per un totale di 1,2 ettari.

A tal fine è stato sancito apposito protocollo d'intesa sottoscritto dall'Autorità di bacino e dal Consorzio di bonifica Brenta in data 22 giugno 2009, poi perfezionato con specifico accordo in data 6 maggio 2010.

la ricarica previsti dal progetto TRUST, sarà molto interessante valutare gli effetti dell'area forestale di infiltrazione sul regime delle portate della risorgiva. Su essa esiste inoltre un progetto, in collaborazione tra Consorzio e Comune, per la sua valorizzazione. Sussistono altre iniziative simili già realizzate, ad esempio la riqualificazione delle fontane del Tesina in collaborazione con la Provincia di Vicenza ed il Comune di Sandrigo; ulteriori sono previste (vedasi immagine precedente).

La collaborazione tra Consorzio ed Autorità di bacino nell'ambito del progetto TRUST, oltre alla fase sperimentale di cui si è fornita una sintesi, si è estesa ad ulteriori valutazioni, tra cui: l'inquadramento gestionale dell'attività ed una conferma sull'opportunità di estendere l'esperienza della ricarica artificiale ad altre aree potenzialmente utilizzabili.

Per quanto riguarda il primo aspetto, si sono stimati in linea generale i costi finanziari e di risorse umane, nonché la compatibilità con le altre attività del Consorzio.

Per quanto riguarda il secondo aspetto, si riportano nel successivo paragrafo le iniziative già avviate nel merito, che ben si raccordano con i progetti di sviluppo delle tematiche affrontate dal progetto TRUST.

6. Prospettive future

Grazie alle esperienze avviate, al Ministero delle Politiche Agricole, nell'ambito del Programma Nazionale per l'approvvigionamento idrico in agricoltura e per lo sviluppo dell'irrigazione, è stato proposto il progetto esecutivo "*Ricarica dell'acquifero in fascia pedemontana in destra Brenta tramite impianto pluvirriguo di 1550 ettari nei comuni di Molvena, Mason, Breganze, Schiavon e Sandrigo, in provincia di Vicenza*". Esso si propone la prosecuzione verso ovest di un impianto pluvirriguo consorziale già esistente, il quale attualmente preleva le acque dal fiume Brenta e le adduce per gravità mediante condotta sotterranea (del diametro di 2 metri) a varie centrali di rilancio poste in serie (Marchesane, Nove e Pianezze). Le centrali di rilancio esistenti mettono in pressione una serie di tubazioni secondarie con percorso nord-sud, che a loro volta alimentano, "a pettine", i rami terziari, che portano l'acqua alle singole aziende agricole, con consegna a 3,5 atmosfere. In tal modo le aziende servite possono irrigare, con il metodo a pioggia, le proprie campagne.

Il progetto prevede quindi di estendere su un'area di circa 1.500 ettari l'irrigazione a pioggia, con notevole risparmio idrico rispetto ai tradizionali sistemi irrigui ad espansione superficiale, e consentirebbe altri futuri stralci anche per i territori più a ovest, fino al torrente Astico-Tesina, oltre che per alcune aree collinari interessate da colture di pregio (viti, ciliegi).

Le linee distributrici (v. figura seguente), oltre alla loro valenza estiva per l'irrigazione, potrebbero essere opportunamente utilizzate per un'ulteriore, significativa funzione: quella di ricaricare artificialmente le falde in periodo extra-irriguo, da settembre a maggio, periodo notoriamente abbondante dal punto di vista idrico.

Infatti, tali linee, avendo attraversato da nord a sud un territorio caratterizzato da elevata pen-



Schema del progetto di irrigazione estiva e di ricarica extrairrigua tra i fiumi Astico (ad ovest) e Brenta (ad est).

In azzurro le tubazioni esistenti; in rosso l'ipotizzata prosecuzione; le frecce indicano i flussi idrici nord-sud con la duplice funzione di irrigazione e di adduzione per raggiungere i siti di ricarica della falda; sono indicate anche le linee isofreatiche.

denza del piano di campagna (si è, infatti, in zona pedemontana), potrebbero funzionare a gravità nel periodo extra-irriguo, senza necessità di alcun pompaggio (che verrebbe limitato al solo periodo irriguo estivo), pertanto senza consumi di energia.

Le linee distributrici si svilupperebbero nell'alta pianura alluvionale, area di ricarica della falda, a monte della fascia delle risorgive, e sufficientemente distanti dal fiume Brenta per evitare il suo effetto drenante: pertanto nella posizione ideale per poter essere utilizzate per l'alimentazione della falda.

Un primo stralcio di questo progetto è stato finanziato dalla Regione Veneto con D.G.R.V. n° 4152/2009; inoltre nello "accordo di programma per la tutela delle risorse idriche superficiali e sotterranee del fiume Brenta" di cui alla D.G.R.V. 1030/2010 la Regione ha ipotizzato lo stanziamento di una ulteriore somma. Pertanto, a breve tale progetto potrebbe concretizzarsi.

7. Conclusioni

Le risorgive sono un tipico esempio in cui la crisi di una risorsa naturale comporta negativi effetti non solo sull'ambiente, ma anche sulla fruizione umana.

L'impoverimento di tali habitat e dello stesso acquifero sotterraneo da cui un tempo essi traevano copiosa alimentazione è ormai evidente e testimoniato, tra l'altro, dai censimenti di cui si è trattato.

Sono possibili delle soluzioni, che sono state avviate e che si auspica possano essere opportunamente estese; diversamente sussiste il rischio non più del degrado o della diminuzione di una fonte idrica prima inserita armonicamente nel territorio, ma della sua definitiva scomparsa.

Si auspica che nelle opportune sedi tali proposte di soluzione o di riequilibrio vengano colte e sposate, e, nello spirito del D. Lgs. 152/2006, si possa concretizzare una effettiva salvaguardia delle aspettative e dei diritti delle generazioni future a fruire di un integro patrimonio ambientale.



Capifonte della risorgiva Lirosa a Bressanvido - foto G. Mezzalira

Bibliografia

- AA. VV., *Difesa degli acquiferi dell'alta pianura Veneta - Stato di inquinamento e vulnerabilità delle acque sotterranee del bacino del Brenta*. C.N.R., Regione del Veneto, U.L.S.S. n. 15 e n. 19, volumi 1, 2, 3, 4, 5, Venezia 1988
- AA. VV., *Qualità delle acque sotterranee nella conoide del Brenta - tendenze evolutive*. C.N.R., Regione del Veneto, U.L.S.S. n. 15 e n. 19, volumi 1, 2, Venezia 1993
- AA. VV., *Brenta e brentane: utilizzazione e difesa*, atti del convegno, Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, Bassano del Grappa, 23 novembre 1996
- AA. VV., *Salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del Veneto: cause del depauperamento in atto e provvedimenti urgenti da adottare*, Presidenza Consiglio Ministri, Venezia 2000
- AA. VV., *Studio sulla gestione delle acque di un bacino idrografico del Veneto*, atti del convegno, Cittadella, 23 novembre 2000, Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta
- AA.VV., *Le risorgive, un patrimonio da salvare... se siamo ancora in tempo*, Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, 2004
- Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, *Programma degli studi idrogeologici per la fattibilità dell'attingimento sotterraneo per la centrale dello schema acquedottistico 6/1 nella zona di Carmignano di Brenta*, a cura della Zollet Ingegneria S.p.A., 1986
- Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, *Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio Rurale*, 1991
- Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta e Zollet Ingegneria S.p.A., *Studi per la salvaguardia del patrimonio idrico sotterraneo del bacino del Brenta: la ricarica artificiale della falda nel territorio consortile*, 1994
- Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, *Censimento delle risorgive*. 1997
- Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, *Metodi innovativi per la protezione delle acque sotterranee nell'area dei prati stabili del destra Brenta*. Cittadella 2000
- Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, *Censimento delle risorgive*. 2008
- Dal Prà A. e Veronese F., *Considerazioni sulla possibilità di alimentazione artificiale della falda freatica nelle conoidi alluvionali del Brenta*. Atti Gior. Studio "Sep/Pollution 74", 1974
- Dal Prà A., *Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta*. Ist. Geol. Univ., Padova 1980
- Dal Prà A., Martignago G., Niceforo U., Tamaro M., Vielmo A. e Zannin A., *Il contributo delle acque irrigue alla ricarica delle falde nella pianura alluvionale tra Brenta e Piave*, riv. "L'acqua", n° 4, 1996
- Dal Prà A., *Il Brenta: rapporti tra fiume e falda. Una situazione da considerare nei progetti idraulici*, riv. "L'acqua", n° 5, 1997
- Dal Prà A., Mazzola M. e Niceforo U., *Misure sperimentali sulla dispersione delle acque irrigue alle falde nell'alta pianura del fiume Brenta*, riv. Irrigazione e drenaggio, n° 3, 1998
- Dal Prà A., *Valutazione degli effetti sulla falda determinati dalla cava Giaretta, ubicata nella località Boschi di Camazzole in Golena destra del Brenta*, Consorzio di Bonifica Pedemontano Brenta, atto interno, 1999
- Dal Prà A., Mezzalira G. e Niceforo U., *Esperienze di ricarica della falda con aree forestali di infiltrazione*, riv. "L'acqua", n° 2, 2010
- Fracalanza L. e Giaretta M., *Relazione sull'abbassamento dell'alveo del fiume Brenta e conseguenti ripercussioni sulla falda freatica*. Consorzio Irrigazione Brenta, 1966
- Mezzalira G., *Alberi ed infiltrazione dell'acqua*, rivista "Alberi e territorio", n° 10/11, 2007
- Niceforo U., *Le risorgive e le acque del fiume Brenta*, nel libro "Padova, città tra pietre e acque", ed. Biblos, 2001
- Niceforo U., *Problematica delle risorgive nell'area compresa tra i fiumi Astico-Tesina e Brenta*, 2004, pubblicazione "Le risorgive, un patrimonio da salvare... se siamo ancora in tempo", ed. Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, 2004
- Regione Veneto e Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, *Studio per la trasformazione delle vecchie irrigazioni e l'incremento delle riserve idriche del bacino del fiume Brenta nel Veneto centrale*, a cura della Zollet Ingegneria S.p.A., 1985
- Rusconi A. e Niceforo U., *Le acque del Brenta tra risorsa e minaccia*, libro "Il Brenta", ed. Cierre, 2003
- Rusconi A. e Niceforo U., *Problematiche delle riserve idriche degli acquiferi nella pianura del bacino Brenta*, atti del convegno "la siccità in Italia", Accademia dei Lincei, 21 marzo 2003, Roma 2004
- Sottani N., Pretto L., Marcolongo B. e Viero C., *Gli acquiferi della pianura a nord di Vicenza. Studio del sistema idrico e proposte gestionali*. AIM Vicenza, CNR Padova, 1982
- Varini S., *Censimento delle antiche risorgive nella zona dei prati del destra Brenta nell'anno 2002*, atto interno del Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta, 2003

