



QUARTA SESSIONE
LE RETI DI MONITORAGGIO



Antonio RUSCONI

Autorità di bacino dei Fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave e Brenta-Bacchiglione

Diamo inizio alla sessione pomeridiana del convegno, l'ultima sessione, che ha per titolo "Le reti di monitoraggio". Faccio una battuta: concludiamo con la testa, nel senso che l'esame, il confronto, il dibattito, la discussione dei temi di queste giornate, fondamentali, devono fare il conto con le conoscenze che abbiamo dei vari sistemi fisici, della complessità dei sistemi fisici, di cui stiamo parlando.

Le conoscenze: questo è un tasto non dolente ma molto dolente. Chi vi parla ha operato per circa vent'anni nei Servizi Tecnici dello Stato, nel Servizio Idrografico in particolare, ed abbiamo assistito al graduale, lento, inesorabile disgregamento, sfacelo di questa struttura. Devo peraltro osservare, con soddisfazione, che i nuovi dettami legislativi, fra i quali quello più importante, il decreto legislativo 152, il testo unico in materia di acque, dedicano molta attenzione all'attività conoscitiva, all'attività di monitoraggio delle acque ed in particolare anche delle acque sotterranee.

Questa mattina però facevo una constatazione, che meriterebbe probabilmente una considerazione, un confronto, una meditazione. Leggendo la legge 152 uno dice: ma come, in Italia non si facevano prima i monitoraggi ambientali? I monitoraggi ambientali sono stati introdotti dalla legge 152 sulla tutela delle acque? Io, osservando il testo unico del 1933, in realtà vedo che con questo viene istituito il Servizio Idrografico Italiano, e la legge, il testo unico del '33, dedica tutto sommato poche parole per questo importantissimo argomento. Evidentemente cioè delega il cosa fare, come farlo, quando farlo, dove farlo, lo delega a questa struttura. Invece, nella legge di adesso, non ci si preoccupa di parlare dell'apparato, dell'istituzione. Si dà per scontato che ci sia qualcuno che queste cose le fa. Ed in particolare si fa riferimento, dalla prima pagina all'ultima della legge 152 sulle acque, alle Regioni. Benissimo. Ma perché poi questa norma, nell'allegato 1, nell'allegato 3, ci insegna come dobbiamo fare i monitoraggi delle acque sotterranee, quali parametri dobbiamo misurare, quali quantitativi, che dobbiamo fare il bilancio del bacino idrografico?

Io questa mattina mi chiedevo perché queste cose sono state scritte dal legislatore e sono state scritte Gazzetta Ufficiale. Credo che la differenza del modo di fare le leggi sia proprio la conseguenza di ciò in maniera diversa rispetto ad alcuni decenni fa, governiamo il territorio, le risorse del territorio. Questo discorso ci porterebbe avanti ma la mia vuole essere solo un'introduzione, proprio per evidenziare quanto sia preliminare e propedeutico e fondamentale curare l'osservazione della realtà e dei processi fisici che interessano la realtà, con particolare riferimento a cosa accade, cosa succede alle acque sotterranee.



LE RETI DI MONITORAGGIO DELLE ACQUE SOTTERRANEE DELLA REGIONE VENETO

Marina AURIGHI
Regione del Veneto – Servizio Tutela Acque

Con il termine monitoraggio nel '68 l'UNESCO ha definito l'attività standardizzata di misura e osservazione dell'ambiente; le attività connesse al monitoraggio sono finalizzate quindi alla descrizione di un sistema nel suo complesso e non possono essere limitate ad osservazioni disperse nello spazio e nel tempo. Si tratta pertanto di studiare e di gestire un programma di osservazioni e di misurazioni di alcune selezionate componenti e variabili di un sistema idrogeologico. Tale programma deve essere quindi, continuo e standardizzato sia dal punto di vista metodologico che tecnico.

Date queste due definizioni, importanti per quanto riguarda le reti di monitoraggio, voglio fare un brevissimo excursus storico sulle reti esistenti, nel corso del tempo, in regione Veneto, ed in particolare sulla rete di controllo quali-quantitativo delle acque sotterranee della pianura veneta realizzata dalla Regione ed ora gestita dall'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale (ARPAV).

Le reti di monitoraggio esistenti nel Veneto sono: la rete del Magistrato alle Acque, messa a punto all'inizio degli anni '20 per il controllo delle falde freatiche dell'alta pianura veneta e friulana. Le misurazioni venivano effettuate ogni tre giorni e sono durate, per taluni pozzi, da quegli anni fino ai giorni nostri, i dati raccolti venivano pubblicati negli Annali che molti di noi conoscono, immagino. La rete progettata dal Magistrato alle Acque è stata in seguito gestita dall'Ufficio Idrografico e Mareografico di Venezia, poi ci sarà un intervento relativo proprio a questa rete e quindi non mi dilungo, ma sottolineo il fatto che è stata ed è ancora davvero importante per tutti noi che lavoriamo su questi temi.

Due parole sulla rete regionale. E' stata predisposta all'inizio degli anni '80 dalla Regione Veneto, dall'equipe del dottor Mari, che ora è al Servizio Geologico Nazionale ed è qui presente in sala; era costituita inizialmente da circa 300 pozzi, ne parlerò fra un attimo; un'altra rete di monitoraggio molto importante è stata quella che riguarda il bacino del Brenta, realizzata sempre dalla Regione Veneto, negli anni '82-'83, con la collaborazione del CNR e di due ULLS, le allora ULLS 19 e ULLS 5. Era costituita, da circa 250 pozzi, freatici, e successivamente è stata estesa per una quota parte anche agli acquiferi in pressione. Importante anche la rete dell'Agno Guà, area sulla quale la Regione ha lavorato a lungo, sempre definita da Regione, CNR e con la collaborazione dell'Università di Padova, i pozzi di controllo erano circa 350. Per le zone di bassa pianura è stata importante la rete per il monitoraggio delle falde freatiche, realizzata dal Consorzio di secondo grado per l'irrigazione del Polesine ed ora ereditata dai Consorzi di Bonifica del rodigino.

Per quanto riguarda la rete regionale, questa era costituita in origine da 272 pozzi, ma alcuni hanno avuto qualche problema e, quindi, a regime venivano usati per il monitoraggio solo poco più di 200 pozzi; su questi sono state eseguite nove campagne di misura dei livelli di falda negli anni che vanno dall'81 all'86 e, con i dati rilevati nel corso della campagna dell'autunno '83, è stata ricavata la carta isofreatica della pianura veneta, a scala 250.000, che penso molti di noi abbiano utilizzato a lungo e che ancora utilizzino. Regione ed ARPAV stanno lavorando per riuscire a breve ad aggiornare tale carta cartografia.

Per quanto riguarda le campagne di campionamento qualitativo non è stato possibile, per vari motivi, eseguire indagini complete sull'intera rete, sono state eseguite indagini solo in alcuni settori, ad esempio sulla conoide del Brenta, nel periodo '83-'87 e anche all'inizio degli anni '90, e sul territorio dell'Agno-Guà.

Nel '94 la Regione ha deliberato, al fine di procedere alla revisione completa della rete, per il ripristino della sua efficienza, perché alla fine degli anni '80 i monitoraggi erano stati sospesi ed alcuni pozzi di rete



avevano subito danneggiamenti, altri erano andati perduti e via dicendo.

Il programma dei lavori prevedeva ovviamente una fase di raccolta dati, analisi critica ed omogeneizzazione di questi, la sintetizzazione delle informazioni in una nuova scheda tecnica, che conteneva più informazioni rispetto alle vecchie schede utilizzate negli anni '80, uno studio inerente la situazione litostratigrafica, strutturale e idrogeologica del sottosuolo, la definizione di un modello idrogeologico, una prima selezione di pozzi utilizzabili e le verifiche in campagna.

Gli obiettivi di una rete di monitoraggio sono molteplici: la conoscenza dello stato attuale delle falde e della probabile evoluzione, sia per quanto riguarda l'aspetto qualitativo che quantitativo, la definizione e quindi la protezione di aree vulnerabili, per esempio le aree di ricarica della pianura, la previsione e il controllo di episodi di contaminazione, la salvaguardia delle aree da cui attingono gli acquedotti pubblici, in definitiva la corretta gestione delle risorse idriche (in primo luogo quelle idropotabili) e la valutazione delle priorità di intervento. Lavorando in un ente pubblico dobbiamo fare i conti con tutta una serie di problematiche, che magari chi lavora in istituti di ricerca, università ecc. possono, forse, qualche volta, lasciare in secondo piano.

I requisiti prioritari dei pozzi da sottoporre a monitoraggio, sia per quanto riguarda la revisione dei vecchi che la selezione dei nuovi, sono quelli che qui elenco molto velocemente perché sono abbastanza ovvi. I pozzi devono essere significativi in funzione della struttura geologica e idrogeologica, ed essere facilmente raggiungibili, quindi con accesso libero o controllato. Qualche volta ci si trova a dover monitorare pozzi di rete chiusi a chiave o ubicati dentro edifici non sempre accessibili, quindi anche se la rete, dal punto di vista tecnico va benissimo, non è possibile operare con facilità e velocità; sono difficoltà magari banali che però possono mettere in crisi. I punti devono essere inoltre facilmente campionabili e/o misurabili; deve essere possibile il prelievo di campioni d'acqua grezza, quindi non ci devono essere punti di trattamento. A volte capita di prelevare campioni che hanno subito processi di trattamento, magari in una sede non immediatamente visibile in loco, ovviamente il dato sarà completamente falsato. I pozzi devono essere inoltre “misurabili” utilizzando i normali strumenti, quindi freatimetri per le falde freatiche e manometri o canne piezometriche per la misura dei livelli piezometrici delle falde in pressione, devono avere caratteristiche tecniche note e captare da un unico acquifero. Non sempre le reti qualitative e quantitative sono sovrapponibili, è spesso necessario realizzare una rete di misura e una rete di campionamento, che solo in alcuni casi utilizzano lo stesso pozzo con caratteristiche adatte per entrambi gli scopi.

Tornando alla rete di controllo delle acque sotterranee della pianura veneta, i sopralluoghi di ricognizione fatti, come già detto, a metà degli anni '90, hanno portato a dei risultati non molto positivi infatti lo stato generale dei pozzi di rete non era tra i migliori. Ho preparato questa slide in cui si vede che la maggior parte dei pozzi della vecchia rete, cioè il 72%, pescava dalle falde freatiche, il 28% dalle falde in pressione.

Presento poi una serie di slides che descrivono, provincia per provincia, lo stato dei manufatti che abbiamo trovato nel corso della ricognizione. Per esempio, per quanto riguarda la Provincia di Venezia, la rete comprendeva 40 pozzi ubicati all'interno del territorio provinciale e 11 pozzi nell'immediato intorno, cioè in Provincia di Treviso ed in Provincia di Pordenone, molto vicini al confine. Di questi 40, 18 erano freatici, 22 in pressione, cioè ovviamente molti, date le caratteristiche idrogeologiche della provincia. In origine 30 erano misurabili e 24 campionabili, alcuni pozzi erano quindi utilizzabili per entrambe le reti ma solo 12 erano dotati di una pompa fissa che permettesse il campionamento immediato. Per altri era possibile il campionamento ma utilizzando dei campionatori o delle pompe portatili.

Lo stato dei manufatti era questo: 24 erano ancora utilizzabili, 11 erano assolutamente non più utilizzabili in quanto scomparsi, gravemente danneggiati, divelti eccetera, 7 non erano al momento utilizzabili, ma, con qualche intervento, più o meno oneroso, è stato possibile risistemarli. Vi faccio vedere velocemente la situazione nelle altre provincie. Vedete riportata anche la provincia di Pordenone, perché la rete comprendeva anche una ventina di pozzi dell'alto Pordenonese, in quanto, per la geometria delle falde acquifere, era importante monitorare anche quelle aree.

Dopo questa prima ricognizione si è provveduto alla ottimizzazione della rete, che però è stata realizzata per

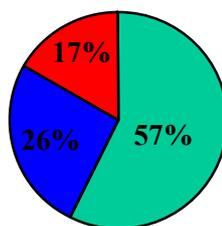


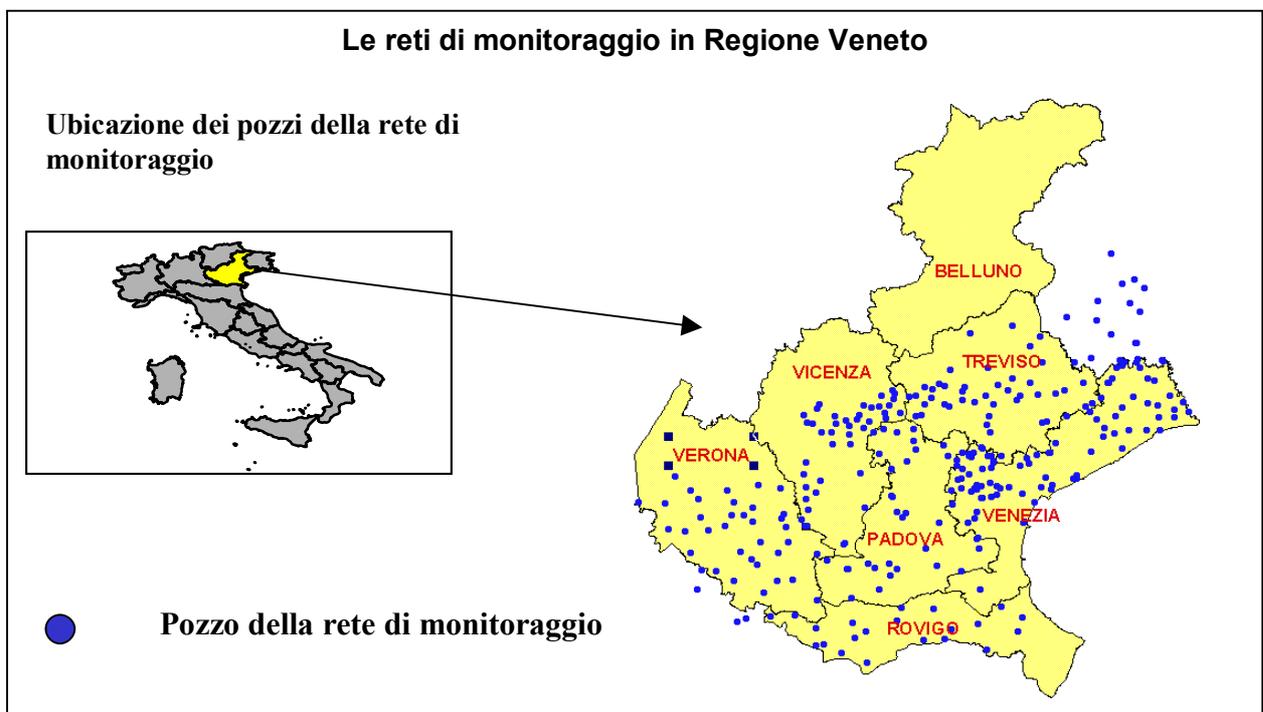
stralci. La Regione ha lavorato innanzitutto in collaborazione con la provincia di Venezia, la rete è stata ottimizzata per quanto riguarda quest'area territoriale, in quanto la provincia di Venezia, come in questi giorni abbiamo avuto modo di constatare tutti quanti, ha lavorato tantissimo su questi aspetti, ne parleranno in seguito il dottor Vitturi ed il dottor Zangheri.

Insieme con ARPAV adesso la Regione sta lavorando per l'ottimizzazione di tutta la rete, l'ARPAV infatti, con DGR n. 3003 del 98, ha avuto l'incarico di gestire le reti di monitoraggio regionali, il dottor Ferronato dell'Osservatorio Acque dell'ARPAV vi descriverà gli sviluppi di tali attività dal 1998 in poi.

Le reti di monitoraggio in Regione Veneto

REVISIONE RETE REGIONALE – PROVINCIA DI VENEZIA		
numero pozzi totale = 51 (fuori provincia = 9)		
numero pozzi ubicati all'interno del territorio provinciale = 42		
Freatici = 20	In pressione = 22	
Misurabili = 28	Campionabili (totale)= 24	
	Campionabili con pompa portatile = 12	
STATO DEI MANUFATTI		
Pozzi utilizzabili = 24	Pozzi non utilizzabili = 11	Pozzi non utilizzabili attualmente ma ripristinabili = 7







Angelo Ferronato e Filippo Mion
Arpav - Osservatorio Regionale Acque

Ringrazio gli organizzatori della possibilità che mi viene data di illustrare l'attività che ARPAV svolge, dalla sua costituzione, sul monitoraggio delle acque, interne, (superficiali e sotterranee) e marino costiere di competenza della Regione Veneto. Il capitolo acque sotterranee è estremamente importante nella Regione Veneto sia per la quantità rilevante di questa risorsa, sia per le peculiari caratteristiche qualitative.

Nell'ambito del “Censimento dei corpi idrici e Piano Regionale di Risanamento delle Acque (PRRA)” è stata individuata una rete regionale di controllo delle acque sotterranee del Veneto. Tale rete di monitoraggio deriva da quella predisposta dal Dipartimento dell'Ambiente della Regione Veneto nel 1983. La Regione, con DGR n. 3003/98, ha affidato all'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) il compito di eseguire e coordinare le attività di monitoraggio delle acque sotterranee del Veneto. L'Osservatorio Regionale Acque (ORAC) dell'ARPAV, riprendendo le attività di monitoraggio già eseguite dalla Regione, in collaborazione con i Dipartimenti ARPAV Provinciali (DAP), ha coordinato a partire dal mese di Maggio 1999 undici campagne di monitoraggio quantitativo e 6 di monitoraggio qualitativo.

Nel corso degli anni molti pozzi sono stati abbandonati, e quindi esclusi dalla rete di monitoraggio. La situazione al Maggio 1999 era la seguente:

Pozzi <u>totali</u> inseriti nella rete di monitoraggio al Maggio 1999: 306			
Freatici	Artesiani	Misurabili	Campionabili
177	129	221	134
Pozzi <u>utilizzabili*</u> inseriti nella rete di monitoraggio al Maggio 1999: 245			
Freatici		Artesiani	
147		98	

*si intendono utilizzabili il totale dei pozzi misurabili (su cui si possono effettuare misure di livello) e campionabili (provvisi di impianti di sollevamento per prelevare l'acqua).

Fig.1 *La rete di monitoraggio quali-quantitativa delle acque sotterranee della Pianura Veneta.*

La delibera ARPAV n° 520 del 13/10/1999 ha approvato le modalità realizzative del Progetto Quadro (“Sistema di monitoraggio e controllo della rete idrica scolante in Laguna di Venezia” ed “Interventi strutturali in rete di bonifica-estensione del sistema di telecontrollo nel bacino scolante”).

Volendo dare attuazione all'istituzione di una rete di monitoraggio nell'area del bacino idrogeologico che insiste sulle acque di risorgiva presenti tra Cittadella e Castelfranco (area di ricarica del bacino scolante in laguna) come citato nell'azione n° 12 del suddetto Progetto Quadro, dall'Aprile 2001 è stata predisposta una rete di monitoraggio costituita da pozzi già facenti parte della rete regionale delle acque sotterranee, da pozzi di captazione degli acquedotti di quest'area e nuovi pozzi di cui sono disponibili alcune informazioni presso l'Osservatorio Regionale Acque (ORAC).

Fig.2 *La rete di monitoraggio quali-quantitativa delle acque sotterranee dell'Area di Ricarica del Bacino Scolante in Laguna di Venezia.*

La densità dei punti di controllo quali-quantitativo subirà un notevole aumento nel momento in cui saranno operative alcune “sub-reti” di monitoraggio relative alla provincia di Rovigo ed alle Sorgenti Montane delle province di Belluno, Vicenza, Verona e Treviso. Inoltre è in corso una verifica relativa alla disponibilità di



monitorare qualitativamente (e se possibile anche quantitativamente) alcune risorgive delle province di Treviso, Padova, Vicenza e Verona.

Numero sorgenti	Provincia	Campionamento	Portata
8+1(PN)	Belluno	9	5
5	Treviso	5	-
4	Vicenza	4	-
5	Verona	5	-

Numero previsto di risorgive	Provincia	Campionamento
4	Treviso	4
4	Padova	4
4	Vicenza	4
4	Verona	4

Le integrazioni finora introdotte e quelle già programmate sono atte ad intensificare i punti di controllo, aumentando la densità dei pozzi sul territorio regionale. L'intenzione è quella di poter disporre di una rete di monitoraggio a scala regionale, costituita da un numero di punti tali da ottenere una copertura sul territorio di circa *un pozzo ogni 25 km²*, che costituisca una struttura di controllo di “primo livello”, a dettaglio ovviamente minore di altre reti più specifiche a livello provinciale o comunale. In questo contesto, la rete dovrà consentire un controllo qualitativo in aree ritenute maggiormente vulnerabili all'inquinamento, sia di tipo puntuale che diffuso, in relazione alla particolare conformazione litostratigrafica. La raccolta dei dati e la loro elaborazione permetterà di pianificare eventuali interventi di miglioramento delle caratteristiche qualitative dei corpi idrici sotterranei anche in relazione all'ubicazione delle fonti di pressione, alla conoscenza di eventuali situazioni di degrado idrico sia a livello qualitativo che quantitativo, soprattutto come supporto alla razionalizzazione dell'uso delle risorse idriche sotterranee. E' necessario quindi acquisire un'accurata conoscenza del territorio, della geologia, delle fonti di pressione e della rete acquedottistica regionale. Pertanto la scelta dell'ubicazione dei pozzi non va impostata in modo rigido, scegliendo maglie quadrate di 5 km di lato in tutto il territorio regionale, ma intensificando il monitoraggio nelle zone maggiormente vulnerabili sia per le particolari condizioni geologiche che per la presenza di particolari fonti di pressione, nelle aree in cui si hanno i maggiori prelievi d'acqua ad uso potabile e nelle aree con condizioni idrogeologiche particolari.

Al mese di Dicembre 2001 la rete di monitoraggio è costituita da **340** pozzi: **209** pescanti da falde freatiche e **131** da falde in pressione. I pozzi attualmente utilizzabili per misure e/o campionamenti sono **219**, **131** pescanti da falde freatiche (pari al **60%** del totale) e **88** da falde in pressione (pari al **40%** del totale). I pozzi misurabili (su cui si effettuano misure di livello) sono **207** (**128** freatici e **79** artesiani), mentre quelli campionabili (su cui si eseguono prelievi d'acqua) sono **113** (**36** freatici e **77** artesiani). Il totale dei pozzi inseriti nella rete di monitoraggio dell'Area di Ricarica del Bacino Scolante in Laguna è **37**, di cui **21**



misurabili e **32** campionabili. Il totale dei pozzi risulta quindi essere **256, 168** pescanti da falde freatiche (pari al **65%** del totale) e **88** da falde in pressione. I pozzi totali misurabili sono **228** e quelli campionabili **145**.

In **tabella 1** sono riassunti i pozzi totali, suddivisi per provincia, appartenenti alla Rete di Monitoraggio Regionale e alla Rete di Monitoraggio dell’Area di Ricarica del Bacino Scolante in Laguna di Venezia (*aggiornamento: dicembre 2001*).

Provincia Rete di monitoraggio	Pozzi attualmente utilizzabili	Pozzi attualmente misurabili	Pozzi attualmente campionabili	Pozzi Freatici	Pozzi Artesiani
Padova RMR	24	22	8	18	6
Rovigo RMR	17	14	2	15	2
Treviso RMR	34	32	15	28	6
Venezia RMR	74	73	58	12	62
Verona RMR	21	19	7	16	5
Vicenza RMR	34	32	16	29	5
Pordenone RMR	12	11	5	11	1
Mantova RMR	3	3	2	2	1
Brescia RMR	1	1	0	1	0
Totale RMR	219	207	113	131	88
Padova RMBS	9	4	9	9	0
Vicenza RMBS	17	8	16	17	0
Treviso RMBS	11	9	7	11	0
Totale RMBS	37	21	32	37	0
Totali RMR+RMBS	256	228	145	168	88

Tabella 1. RMR: Rete di monitoraggio quali-quantitativo delle acque sotterranee della Regione Veneto. **RMBS:** Rete di monitoraggio quali-quantitativo delle acque sotterranee dell’Area di Ricarica del Bacino Scolante in Laguna di Venezia.

I risultati delle campagne di monitoraggio quali-quantitativo delle acque sotterranee del Veneto finora ottenuti hanno permesso di realizzare una serie di rappresentazioni cartografiche, tra cui carte isofreatiche, allo stato provvisorio, e carte relative allo stato chimico delle acque sotterranee ai sensi del D. Lgs. 152/99



(consultabili nel sito internet dell'ARPAV <http://www.arpa.veneto.it/>) delle quali si riporta di seguito un esempio.

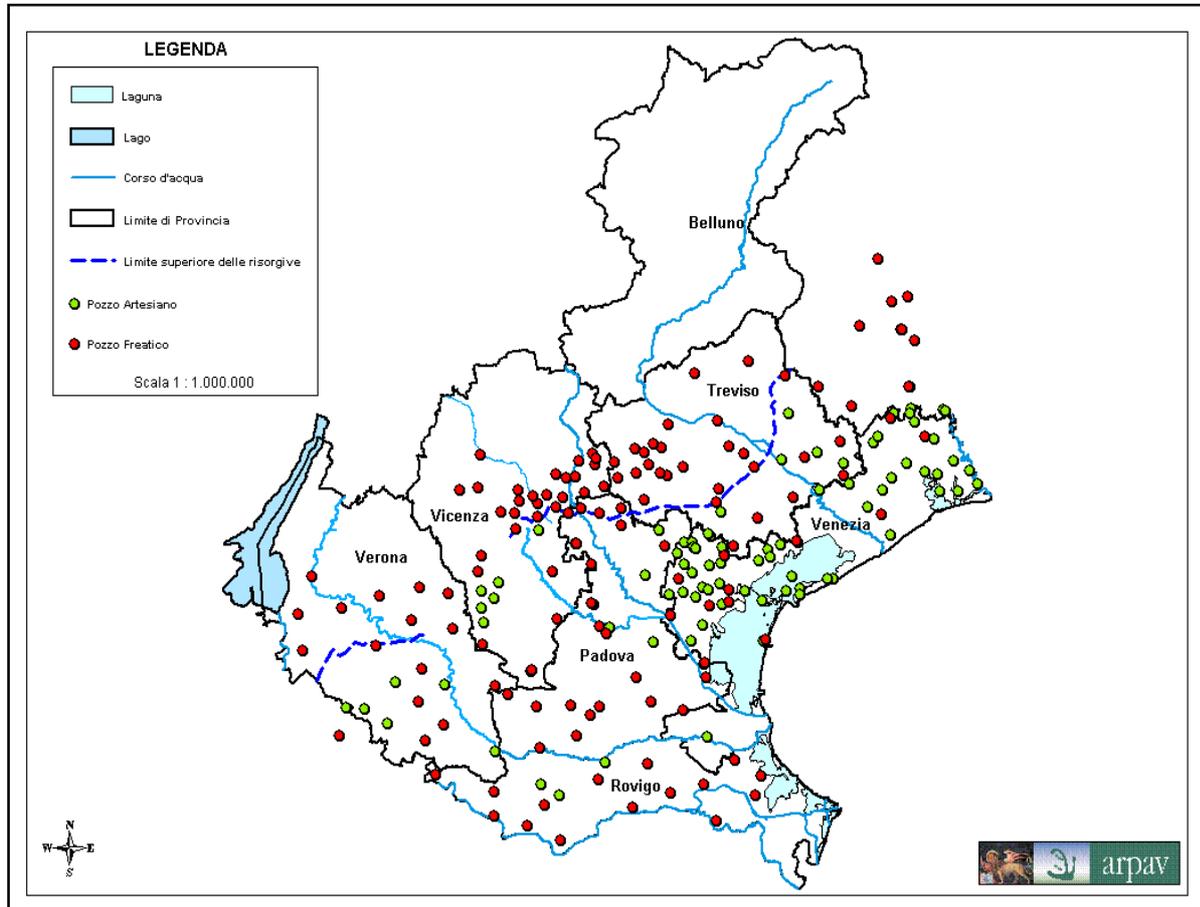


Fig. 1

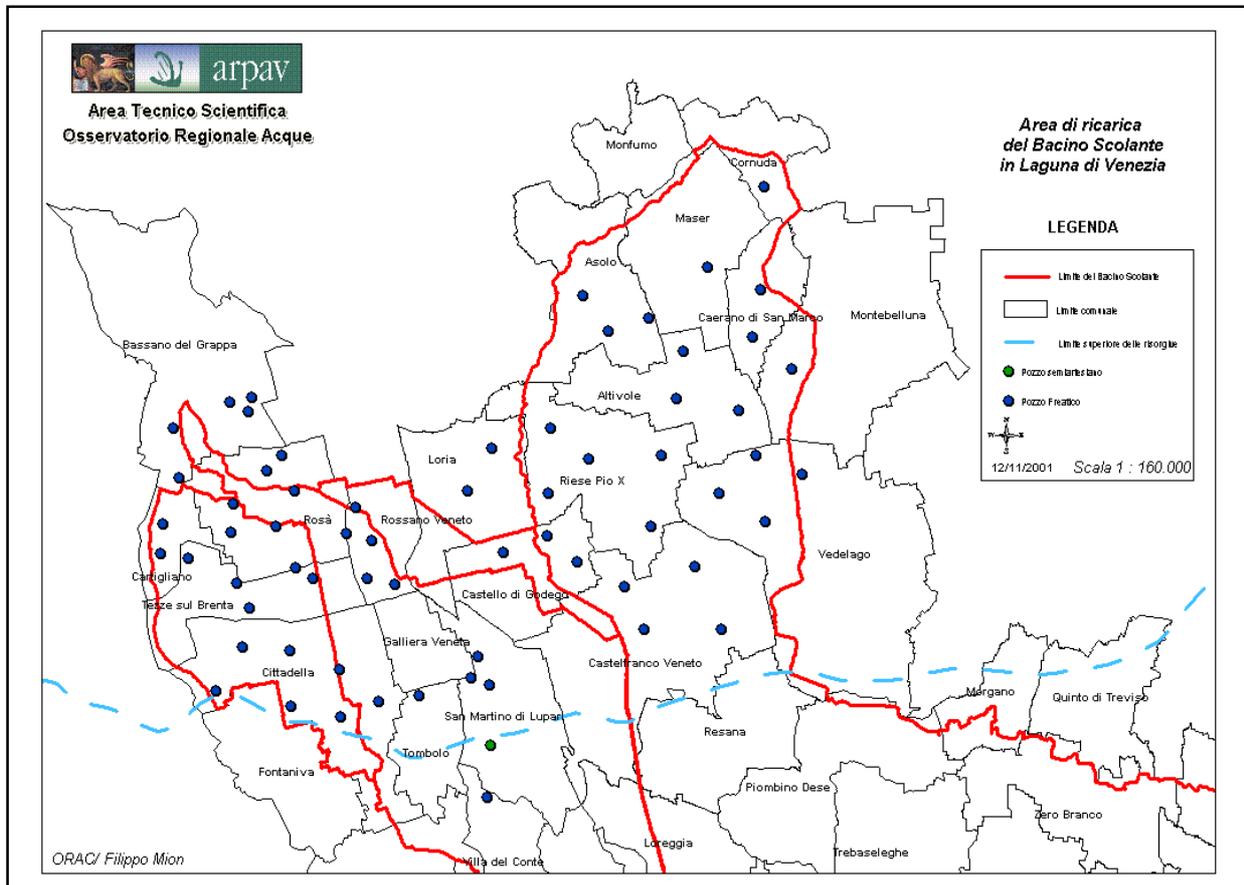


Fig. 2

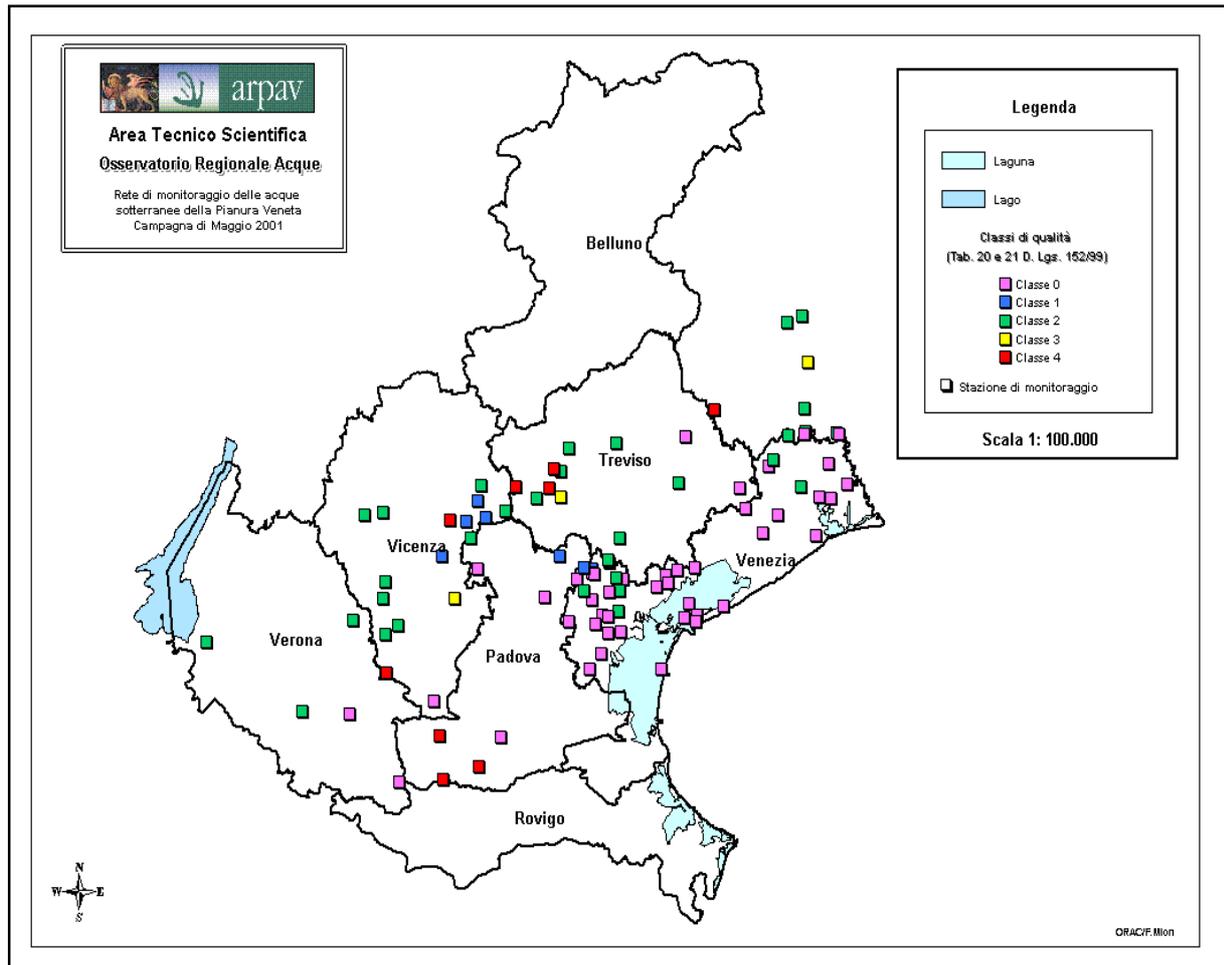


Fig. 3



Andrea Vitturi¹, Pietro Zangheri²

La presente relazione riporta in estrema sintesi i risultati del progetto “Rete di monitoraggio”. A tutti i partecipanti al convegno è stato consegnato un CD³ che riporta il progetto completo ed a cui si rimanda per approfondimenti.

Premessa: obiettivi e fasi di lavoro

Sulla base dei risultati della Indagine idrogeologica del territorio provinciale, la Provincia di Venezia ha curato la progettazione idrogeologica di una rete di monitoraggio delle acque sotterranee. Tale obiettivo è stato perseguito congiuntamente con la Regione del Veneto e coinvolgendo nel lavoro vari altri Enti. Infatti la Regione, a partire dal 1995, ha iniziato a revisionare completamente la rete di monitoraggio dell'intera Pianura Veneta, che aveva predisposto all'inizio degli anni '80, costituita da circa 250 pozzi. Perseguendo obiettivi comuni, Regione Veneto e Provincia di Venezia, all'inizio del 1997, hanno sottoscritto un Protocollo di Intesa che impegna i due Enti a lavorare in stretta collaborazione, nel quadro di comuni iniziative, nel campo dell'idrogeologia ed in particolare per la realizzazione del progetto “*Rete di monitoraggio*” relativamente al territorio veneziano.

Il lavoro si è articolato nelle seguenti fasi:

- verifica, analisi critica ed omogeneizzazione dei dati idrogeologici ed idrochimici esistenti relativi all'intero territorio provinciale (definizione del *modello idrogeologico di riferimento*);
- definizione dei criteri di realizzazione della rete (in collaborazione con il Dipartimento Ambiente della Regione Veneto);
- definizione di un primo schema di rete qualitativa e quantitativa sulla base dei dati esistenti, con particolare riferimento alla “*Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia*” ed all’“*Archivio informatizzato delle prove geognostiche della Provincia di Venezia*”;
- verifica delle condizioni idrogeologiche dei punti di controllo scelti, loro selezione, realizzazione delle schede-pozzo e delle relative cartografie;
- definizione del metodo informatico di archiviazione dei dati, nonché del sistema di elaborazione dati, di georeferenziazione e di restituzione cartografica degli stessi coerentemente con quelli definiti dal Dipartimento Ambiente della Regione Veneto;
- archiviazione informatizzata dei dati, utilizzando la strumentazione informatica della Provincia, presso gli Uffici della Provincia stessa;
- ottimizzazione della rete;
- definizione degli standard di gestione della rete.

La rete è stata progettata antecedentemente alla entrata in vigore del D. Lgs. 152/99; nonostante ciò ben risponde agli adempimenti richiesti da questo testo di legge che comprende un allegato (Allegato 1) specificatamente dedicato al tema del monitoraggio delle acque.

La rete di monitoraggio in provincia di Venezia

Con l'istituzione dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV) le competenze in materia di monitoraggi ambientali sono passati a tale Ente; in particolare la Regione ha affidato all'ARPAV le attività di monitoraggio delle acque sotterranee che ha quindi preso in carico il proseguimento dei monitoraggi in atto. Di conseguenza i dati che si presenteranno sono relativi alla sola fase di progettazione idrogeologica e non alla gestione della rete che è di competenza di altri enti.

La rete di monitoraggio in provincia di Venezia è costituita attualmente da circa 80 pozzi, 12 dei quali interessano la falda freatica e vengono utilizzati per sole misure di livello; i rimanenti punti, che captano il

¹ Dirigente Settore Tutela e Valorizzazione del Territorio della Provincia di Venezia

² Geologo, libero professionista (Padova)

³ Il CD può essere richiesto alla Provincia di Venezia, Ufficio Difesa del Suolo.



sistema di falde in pressione, sono generalmente utilizzati sia per la misurazione dei livelli piezometrici, che per il controllo di qualità. La rete viene riportata in Figura 1. Va notato che nello specifico della provincia di Venezia la progettazione e la realizzazione di una rete di monitoraggio risulta idrogeologicamente complesso per una serie di problematiche specifiche dell'area. Tra queste si ricordano:

1. nelle aree in cui i pozzi sono ad erogazione spontanea, si ha la diffusa abitudine di lasciare i pozzi ad erogazione continua: ciò sta comportando una progressiva diminuzione della quota piezometrica delle falde;
2. vi è in generale perdita di efficienza dei pozzi che emungono acquiferi in pressione. Nei pozzi artesiani, in particolare quando non siano stati correttamente costruiti, con il passare del tempo si possono verificare fenomeni di intasamento e/o di incrostazione dei filtri che provocano la diminuzione dell'efficienza;
3. sono diffusi gli approvvigionamenti idrici autonomi a scopo potabile (per mancato allacciamento da parte dei privati, pure in presenza di una adiacente rete acquedottistica);
4. negli ultimi anni, nell'area della risorsa termale, sono proliferati pozzi profondi (500-600 m) che comportano una serie di rischi ambientali legati alla depressurizzazione degli acquiferi (subsidenza e problemi connessi, particolarmente allarmanti in un'area di bonifica quasi totalmente posta a quote inferiori al livello del mare e confinante col mare stesso);
5. vi è un'ampia presenza di falde che, per cause naturali, risultano non potabili per eccesso di ferro ed ammoniaca, a cui possono essere associati altri metalli tra cui l'arsenico (si tratta di acque che, secondo il recente D. Lgs. 152/99, vanno classificate in “classe 0”);
6. la maggior parte dei pozzi esistenti sono privi di stratigrafia; tale elemento non solo riduce drasticamente il numero di pozzi ove il monitoraggio è realizzabile in modo ottimale, ma rende difficile l'esecuzione di profili idrogeologici, fondamentali per l'interpretazione dei dati raccolti.

Problemi aperti

Va peraltro notato che, nonostante la mole di lavoro svolta, rimane una serie di problemi aperti che per una corretta gestione della risorsa sotterranea sarà necessario affrontare. Infatti le indagini idrogeologiche condotte negli ultimi 10 anni sul territorio provinciale sono partite da una base conoscitiva limitatissima. La grande mole di dati raccolti ha permesso la definizione di un modello idrogeologico di riferimento e di una prima rete di monitoraggio, entrambi finalizzati alla gestione delle acque sotterranee. Esistono tuttavia importanti elementi che vanno integrati per giungere al miglioramento del modello idrogeologico di riferimento e, di conseguenza, ad una ottimale gestione della risorsa idrica sotterranea.

In particolare va notato che:

1. per la maggior parte dei pozzi esistenti in provincia di Venezia non si hanno dati stratigrafici, oppure si hanno dati qualitativamente inadeguati. E' necessario, per i pozzi della rete, raccogliere informazioni sulla struttura geologica del punto di controllo tramite, ad es., la realizzazione di logs geofisici; ciò porterà a quanto recentemente richiesto obbligatoriamente dalla normativa sulle acque (D. Lgs. 152/99): *“Il modello idrogeologico deve essere periodicamente aggiornato sulla base delle nuove conoscenze e delle attività di monitoraggio. La rilevazione dei dati sullo stato quantitativo e chimico deve essere riferita agli acquiferi individuati”*.
2. i parametri idrogeologici degli acquiferi sono noti su un numero limitatissimo di punti. E' necessario (anche per dare significatività alle misure idrochimiche) che almeno sui pozzi di monitoraggio vengano determinati sperimentalmente i parametri idrogeologici (permeabilità, porosità, parametri idrodispersivi, velocità efficace, ...);
3. non si è mai proceduto alla redazione di un bilancio idrogeologico complessivo dell'area;
4. di molti punti di monitoraggio non si è ancora misurata la quota del Piano di Riferimento (P.R.);
5. la gestione della rete è stata fino ad oggi esclusivamente “manuale”. Anche allo scopo di adempiere a quanto previsto dal D. Lgs. 152/99, dovrà essere previsto, su un numero limitato di punti, l'installazione di appositi strumenti per misurazioni in continuo;
6. il D.Lgs n. 152/99 prevede che si giunga ad una classificazione di qualità dei corpi idrici sotterranei; classificazione di notevole importanza per scopi gestionali. Infatti il punto 2.2 dell'allegato 1 al D. Lgs.



7. 152/99 prevede la definizione dello stato di qualità ambientale dei corpi idrici sotterranei, definito sulla base dello stato quantitativo e dello stato chimico. Tale classificazione deve essere riferita ad ogni singolo acquifero individuato. I dati finora raccolti, eventualmente integrati, potranno quindi servire alla realizzazione della classificazione richiesta dal D. Lgs. 152/99 e, conseguenzialmente, all'adeguamento della gestione della risorsa.

ANDREA VITTURI
Provincia di Venezia

Vi è stato consegnato oggi un CD nel quale c'è praticamente il sunto della relazione fatta dal geologo Pietro Zangheri, che è apparso più volte in queste giornate, in quanto si è occupato delle attività nel settore idrogeologico della Provincia di Venezia dal 1994, quando era un interno della Provincia, ad oggi, che invece è un affermato professionista.

Tengo a dire che, perseguendo obiettivi comuni, la Provincia di Venezia e la Regione del Veneto hanno realizzato insieme questo progetto di rete di monitoraggio. La Provincia, infatti, teneva molto che ci fosse una integrazione dei propri dati con quelli regionali per non fare uno studio bello in sé ma poi non utilizzato od utilizzabile. Per questo Regione e Provincia hanno stipulato un apposito Protocollo d'intesa, a suo tempo da me sottoscritto con l'ing. Roberto Casarin, che ha consentito di realizzare questo prodotto comune, lavoro che poi è stato trasferito all'ARPAV per sopraggiunta competenza ed alla quale compete quindi, ora, la gestione.

A conclusione di quanto relazionato ed approfittando del fatto che non sono qui presenti i miei amministratori (davanti a loro certe cose magari non è il caso di dirle perché può sembrare piaggeria), voglio chiudere con un'annotazione non tecnica.

Avete visto in queste due giornate quanto lavoro ha realizzato la Provincia di Venezia, e non solo nel campo delle acque sotterranee. Sono convinto che per riuscire a fare tutto quanto è stato fatto in un ente, tutto sommato piccolo, come una Provincia, che quindi ha disponibilità economiche scarse, ci vuole sia un "motore" interno che abbia della credibilità verso l'Amministrazione, ma soprattutto è indispensabile vi siano Amministratori nel vero e pieno senso del termine, sensibili su questi problemi, disposti a programmare studi che si concluderanno anche ben al di fuori del loro mandato; dev'esserci poi un gruppo di persone (consulenti e non) molto motivato, quindi persone legate anche da vincoli di amicizia e non solo da un rapporto di lavoro, in modo che possono dedicare ben di più di quello che sarebbe quanto dare in relazione ai compensi che ricevono, e ci vuole proprio fiducia, bisogna credere veramente agli obiettivi da conseguire.

Tengo a dire infine un'ultima cosa, a carattere più personale: occorre anche che dietro a queste persone ci siano delle famiglie, disposte a sopportare che si investa nel lavoro molto tempo, che in buona parte è sì sottratto alla famiglia, ma viene impiegato per mettere a frutto qualcosa che va a beneficio dell'intera collettività.



SPERIMENTAZIONI E PROPOSTE PER UNA RETE DI CONTROLLO DEI CORPI IDRICI SOTTERRANEI NELLA PROVINCIA DI VENEZIA

Dottor Gian Maria Mari

Renzo Antonelli °, Paolo Fabbri°, Gianluigi Maria Mari°, L. Martarelli°, A. Silvi °°, Alberto Tagliapietra °
° Dipartimento Geologia, Paleontologia e Geofisica - Università degli Studi
°° Dipartimento Servizi Tecnici Nazionali - Servizio Geologico Nazionale
Geologo in San Donà di Piave (VE)

Riassunto

Il Servizio Geologico Nazionale ha promosso un progetto di ricerca con l'obiettivo di verificare, nel territorio di competenza dell'Ufficio Compartimentale Idrografico e Mareografico di Venezia, la fattibilità della riorganizzazione di una rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei.

La ricerca ha l'obiettivo di: realizzare una base conoscitiva litostratigrafica, idrogeologica, e delle utilizzazioni delle risorse idriche sotterranee; definire i criteri e le metodologie per la realizzazione di una rete di controllo degli acquiferi; sperimentare la utilizzazione di strumenti e metodologie informatiche in tutte le varie fasi e realizzare un Sistema Informativo Territoriale; sperimentare un sistema di controllo piezometrico in aree caratterizzate da un forte impatto antropico.

La nota illustra i principali risultati del progetto nella area campione prescelta, che si identifica con il settore di pianura compreso tra il fiume Tagliamento, i rilievi prealpini, i rilievi Berico-Euganei, il fiume Bacchiglione e la linea di costa.

In una prima fase si è realizzata la base conoscitiva derivata dal censimento degli studi idrogeologici e idrochimici a scala regionale, dal censimento delle principali reti di controllo delle acque sotterranee e dai dati relativi alle caratteristiche dell'approvvigionamento idropotabile. A questi elementi si sono aggiunte le verifiche di campagna, le misure di livello della falda effettuate nel 1996 e 1997 e nuovi dati litostratigrafici e idrogeologici dei pozzi (LEGGE 4/8/1984 n° 464).

Nella seconda fase il progetto di ricerca ha approfondito gli aspetti metodologici generali connessi con la realizzazione di reti di controllo differenziate in funzione delle varie unità acquifere individuate, libere o in pressione, nonché ridotte e ottimizzate su tutta l'area di studio. Sono state approfondite le conoscenze sulla costituzione del sottosuolo e realizzate nuove misure di livello di falda nel 2000 e nel 2001.

I dati raccolti sono stati selezionati, archiviati e organizzati in un Sistema Informativo Territoriale appositamente realizzato.

[Parole chiave: idrogeologia, reti di monitoraggio, pianura veneta, Sistema Informativo Territoriale].

Abstract

The National Geological Survey (SGN) has promoted a research project to reorganise the groundwater monitoring network in the territory within the competence of the Hydrographical Office of Venice.

The methodological and operative purposes are as follows:

- to realise a lithostratigraphic and hydrogeologic database;
- to deepen the exploitation aspects of the groundwater resources;
- to define rules and methods for a groundwater monitoring project;
- to test the application of computing tools and methods during all the research phases;
- to perform a Geographical Information System;
- to verify the reliability of the information results by the monitoring system applied in some critical areas.

This paper deals with the results obtained in a large plain sector among the Tagliamento River, the Pre-Alps, the Berico-Euganei relieves, the Bacchiglione River and the Adriatic coastline.

In the first phase the main experimental data have been collected from previous researches as follows:

- hydrogeological and hydrochemical studies at a regional scale;
- operating groundwater monitoring networks;
- geological and hydrogeological data acquired from the Public Stations operating in groundwater supply;



- surveys and piezometric measurements carried out in 1996 and 1997;
- geological and hydrogeological drilling logs.

In the second phase, with the collaboration of the Geology, Palaeontology and Geophysics Department of Padua University, some methodological aspects have been improved by experimental measurements, in order also to optimize and reduce the observation wells attaining different aquifer units (unconfined and confined aquifers).

Thanks to new lithostratigraphical and hydrogeological data, the assessment of the alluvial reservoir hydrostructures was better defined, moreover some new piezometric surveys were carried out in 2000 and 2001.

The collected data have been selected, stored and organised in a specific Geographical Information System. [Key words: hydrogeology, groundwater monitoring networks, Veneto Plain, Geographical Information System].

Introduzione

Nello specifico settore delle risorse idriche sotterranee il Servizio Geologico Nazionale svolge attività finalizzate a: definire le caratteristiche dei corpi idrici sotterranei; approfondire le problematiche relative al monitoraggio; valutare la vulnerabilità all'inquinamento; sperimentare la “Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia a scala 1:50.000 (Quaderno SGN, n° 5, serie III, 1995)” e realizzare cartografie tematiche sperimentali e/o ufficiali. Le attività, effettuate in aree campione di interesse idrogeologico e ambientale, consentono di sviluppare aspetti conoscitivi e di fornire elementi tecnico - scientifici e normativi da utilizzare per una corretta gestione e tutela delle risorse idriche sotterranee.

In questo contesto il Servizio Geologico Nazionale ha promosso un progetto di ricerca (MARI,1996) con l'obiettivo di verificare la fattibilità della riorganizzazione di una rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei nel territorio di competenza dell'Ufficio Compartimentale Idrografico e Mareografico di Venezia, che comprende i bacini con recapito nel litorale alto adriatico a nord del Po e il tratto costiero tra il confine nazionale e Porto Levante, incluse le superfici lagunari venete.

Area di studio e obiettivi della ricerca

Nell'area campione, che si identifica con il settore di pianura compreso tra il fiume Tagliamento, i rilievi prealpini, i rilievi Berico-Euganei, il fiume Bacchiglione e la linea di costa, le caratteristiche litostatigrafiche e idrogeologiche, le modalità e le condizioni di alimentazione e di deflusso degli acquiferi sono sufficientemente note. Nei depositi ghiaiosi grossolani dell'alta pianura è presente un acquifero monostrato indifferenziato; nella media e bassa pianura inizia a differenziarsi un sistema multifalde relativamente superficiale di tipo semiconfinato a cui spesso si associa un acquifero freatico di modesto spessore e continuità. A profondità più elevate acquistano sempre maggiore definizione le singole unità acquifere sovrapposte e in pressione.

Gli obiettivi dello studio possono essere così schematizzati :

- realizzare una base conoscitiva litostatigrafica e idrogeologica;
- definire criteri e metodologie da utilizzare per la realizzazione di reti di controllo dedicate alle varie unità acquifere;
- sperimentare strumenti e metodologie informatiche in tutte le varie fasi e realizzare un Sistema Informativo Territoriale;
- proporre e sperimentare una rete di controllo in aree note dal punto di vista geologico e idrogeologico e caratterizzate da un forte impatto antropico.

Dati raccolti, verifiche di campagna e elaborazioni di 1° fase

Nella prima fase della ricerca è stata realizzata la base conoscitiva litostatigrafica, idrogeologica e delle utilizzazioni delle acque sotterranee. Essa comprende il censimento degli studi idrogeologici e idrochimici alla scala regionale o di bacino, il censimento delle reti di controllo organizzate e/o gestite da vari Enti (MARI et al., 1985 e 1987; ANTONELLI, DAL PRA', 1980; DAZZI et al., 1988 e 1993; SOTTANI et al.,



1982; DAZZI et al., 1994; DAL PRA' et. al., 2001) e i dati relativi alle caratteristiche dell'approvvigionamento idropotabile.

A questi elementi si sono aggiunte le verifiche di campagna, le misure di livello della falda effettuate nel 1996 e 1997 in collaborazione con l'Ufficio Compartimentale Idrografico e Mareografico di Venezia, e i dati litostratigrafici e idrogeologici di circa 800 pozzi perforati a partire dalla seconda metà degli anni '80 fino al 1997 (LEGGE 4/8/1984 n° 464).

Le elaborazioni di prima fase hanno messo in evidenza le caratteristiche idrostratigrafiche dei pozzi, la loro distribuzione per territorio comunale e per classi di profondità. Sono state elaborate carte del deflusso sotterraneo e carte di profondità della falda nei vari settori dell'area oggetto di studio (MARI et al., 1999 e 2000).

Dati raccolti, verifiche di campagna e elaborazioni di 2° fase

Nella seconda fase della ricerca, in collaborazione con il Dipartimento di Geologia, Paleontologia e Geofisica della Università degli Studi di Padova, sono stati proposti gli aspetti metodologici e funzionali connessi con la realizzazione di “osservatori” idrogeologici destinati ai sistemi acquiferi di pianura compresi tra il Livenza a Est e il Laverda e il Bacchiglione a Ovest.

Sono state approfondite le conoscenze sull'assetto idrostrutturale del sottosuolo implementando le interpolazioni e correlazioni litostratigrafiche e idrogeologiche.

La realizzazione di nuove campagne piezometriche (2000 e 2001) ha permesso la sperimentazione della funzionalità e rappresentatività dei punti prescelti.

L'utilizzazione di metodi geostatistici ha consentito inoltre di proporre una prima riduzione e ottimizzazione della rete per il sistema indifferenziato dell'alta pianura e per la I unità acquifera in pressione.

Nuovi dati litostratigrafici e idrogeologici

L'analisi dei dati di circa 1200 perforazioni litostratigrafiche relative al catasto aggiornato a tutto l'anno 2000, e i sopralluoghi effettuati hanno portato alla realizzazione di una carta di base con l'ubicazione dei pozzi misurati e dei pozzi potenzialmente misurabili (fig. 1).

Le perforazioni si concentrano in generale in due settori della pianura alluvionale. Il primo, a Sud del limite settentrionale delle risorgive, è compreso in una fascia che dalla sinistra Piave si estende poco a Sud-Ovest di Treviso e prosegue con la medesima latitudine fino a Vicenza, in corrispondenza quindi dell'area di transizione tra l'acquifero freatico e le falde in pressione.

Il secondo, a Nord del limite settentrionale delle risorgive, è compreso tra la sinistra Astico, la destra Piave e il rilievo prealpino, in corrispondenza dell'area di massima ricarica delle falde idriche.

Una tale distribuzione definisce in sostanza un'ovvia corrispondenza tra le aree caratterizzate da un elevato numero di perforazioni e la presenza di condizioni favorevoli al reperimento e alla utilizzazione delle risorse idriche sotterranee e evidenzia, in generale, una forte “pressione antropica” sulle principali unità acquifere presenti nel sottosuolo.

L'analisi dei dati di perforazione dei pozzi e dei loro tratti fenestrati ha consentito dapprima una correlazione delle idrostrutture alla scala di settore, successivamente un'interpretazione dell'estensione delle stesse anche alla scala regionale. In tal modo è stata possibile l'identificazione dei livelli acquiferi maggiormente sfruttati su buona parte dell'area esaminata.

A Nord della fascia delle risorgive il 90% dei pozzi ha una profondità inferiore a 130 m dal p.c., mentre solo il 10% raggiunge profondità più elevate, con intervalli di utilizzazione a 130-160 m, 170-190 m, 200-220 m, 230-260 m di profondità (fig. 2).

A cavallo e a Sud delle risorgive dalla maggioranza delle perforazioni prese in considerazione (96%), si evidenziano due gruppi principali, che rispettivamente si spingono a 100-140 m e a 200-220 m di profondità, e due secondari, rispettivamente a 290-300 m e 310-330 m di profondità. Alcuni livelli acquiferi sono sfruttati eccezionalmente negli intervalli 350-390 m, 470-500 m, 520-560 m, 570-600 m, e 700-720 m di profondità (fig. 3).

A questa prima classificazione generale compete un buon grado di affidabilità in quanto quasi tutte le perforazioni idriche sono completate con un unico tratto filtrante.



La messa a punto di un Sistema Informativo Territoriale in ambiente ArcView 3.2 ha permesso di aggiornare i dati relativi alle perforazioni, di identificare potenziali elementi di criticità nei vari ambiti territoriali, di adeguare a specifiche esigenze il controllo delle risorse idriche sotterranee.

Una prima valutazione di validità e utilizzabilità dei dati litostratigrafici di varia provenienza è stata effettuata con un programma di elaborazione in grado di visualizzare lungo una determinata direzione prescelta le perforazioni idriche con relativa profondità e posizione dei tratti filtranti. Questa procedura speditiva permette di identificare le aree e le direzioni più favorevoli, in termini di numero dei punti e loro rappresentatività del sottosuolo, per la costruzione di nuove sezioni idrogeologiche.

Identificazione delle principali unità idrogeologiche

Il principale obiettivo da perseguire in un moderno progetto di monitoraggio ha una definizione semplice e razionale: per ciascuna unità acquifera di cui è comprovata una sufficiente continuità spaziale si deve disegnare una rete di punti di osservazione rappresentativa dei parametri di interesse.

Le fasi funzionali del processo metodologico adottato per tradurre la definizione generale in un risultato pratico e operativo hanno previsto il confronto, la revisione critica, la correlazione grafica dei dati di perforazione e la costruzione di sezioni idrogeologiche relative ai settori territoriali strutturalmente più complessi e significativi ai fini dell'indagine, reperibili al passaggio tra alta e media pianura e nell'area di bassa pianura.

La consistenza del catasto stratigrafico nel suo complesso si può considerare rilevante almeno su ampi settori dell'area considerata. La distribuzione areale dei punti stratigrafici condiziona in qualche caso la completezza dell'interpretazione e della correlazione degli orizzonti acquiferi, e incide quindi sul grado di accuratezza del modello idrostrutturale su cui impostare il monitoraggio.

Nonostante l'inevitabile approssimazione del metodo l'elaborazione di sezioni idrogeologiche rimane l'unico criterio sufficientemente oggettivo nella scelta di punti di osservazione già esistenti.

L'approccio è stato ovviamente facilitato dalle conoscenze geologiche e idrogeologiche già acquisite sul territorio considerato nel suo complesso, ma si è anche basato su un'attenta revisione dei nuovi dati disponibili.

Nel caso specifico, in relazione agli studi quantitativi eseguiti alla stessa scala del progetto, sull'espansione e sovrapposizione dei grandi conoidi fluviali depositi a vari livelli di profondità dai principali fiumi veneti nelle varie fasi di dinamica paleo - fluviale (DAL PRÀ et al., 1976 e 1977), si è ritenuto opportuno suddividere il territorio esaminato in 4 domini idrogeologici :

- settore orientale, compreso tra il fiume Livenza e il fiume Piave, ed esteso dal rilievo prealpino fino al mare;
- settore centrale, compreso tra il fiume Piave e il fiume Brenta;
- settore occidentale, compreso tra il fiume Brenta e il fiume Astico-Tesina;
- settore di bassa pianura, che delimita a Sud il settore centrale e quello occidentale lungo la congiungente Vicenza, Grisignano di Zocco, Padova, Chioggia ed è a sua volta delimitato a Sud dal fiume Bacchiglione.

Le indagini e le sezioni litostratigrafiche realizzate nell'ambito della ricerca confermano che in corrispondenza dei poli territoriali di Bassano, Cittadella, Piazzola sul Brenta, Resana, Castelfranco, Riese Pio X, e tra Trevignano, Scorzè, Mogliano Veneto, Treviso, Carbonera fino a Oderzo, S.Polo e Negrizia, in sinistra Piave, sono posizionati i corpi idrici più produttivi e continui, sia in senso laterale che verticale, di tutta la porzione di pianura veneta presa in considerazione.

Poco più a Ovest del fiume Brenta, i caratteri stratigrafici delle alluvioni denotano un incremento delle sequenze ritmiche dei materiali più fini che finiscono per prevalere sui potenti orizzonti ghiaioso-sabbiosi. Tale evidente variazione configura la presenza di uno spartiacque sotterraneo di tipo aperto che si estende in continuità dai rilievi almeno fino a Sandrigo e che separa il bacino del Brenta da quello del Leogra-Astico.

In sinistra Piave al passaggio dal dominio centrale ai territori di S. Lucia, Mareno di Piave, Fontanelle e Ponte di Piave, l'evoluzione litostratigrafica del materasso alluvionale non è tale da produrre una sostanziale discontinuità sull'assetto delle principali unità acquifere. Tuttavia a cavallo del fiume Monticano e in corrispondenza dei bacini più meridionali del Piave e del fiume Livenza, si è evidenziata una drastica riduzione del grado di correlabilità idrostratigrafica, che indica un passaggio netto al sistema Livenza-



Meduna-Tagliamento (STEFANINI, CUCCHI, 1979).

Il Dominio di Bassa Pianura è caratterizzato in generale da modeste risorse idriche sia in termini di quantità che di qualità. La insufficiente classificazione granulometrica dei sedimenti genericamente definiti fini (sabbie, limi, argille, indistinti), almeno entro i primi 200-250 m di profondità, non consente per il momento un'interpretazione in continuità spaziale del tutto attendibile con le unità idrogeologiche individuate più a Nord.

La tabella 1 definisce uno schema delle possibilità discriminanti derivate dai dati censiti in questa fase delle ricerche. La tabella 1 rappresenta il necessario compromesso tra un modello fisico-concettuale e l'esigenza di basare su questo un sistema di controllo delle varie unità acquifere in grado di esprimere misure significative, correlabili e ripetibili.

Tab. 1: Individuazione delle unità acquifere sulla base della interpretazione strutturale del sottosuolo				
Unità acquifera	Dominio di bassa Pianura (m da p.c.)	Dominio occidentale (m da p.c.)	Dominio centrale (m da p.c.)	Dominio orientale (m da p.c.)
A	P.C. – 90	P.C. – 70	P.C. – 80	P.C. – 70
I	100 – 140	120 – 150	90 – 140	80 – 130
II	150 – 230	180 – 200	150 – 220	140 – 180
III	250 – 270	220 – 250	220 – 250	200 – 240
IV	280 – 300		260 – 280	260 – 280
V	300 – 330		300 – 330	300 – 340
VI	360 – 400		360 – 380	360 – 400
SISTEMI PROFONDI			> 400	> 400

La casella “Sistemi Profondi” segnala il posizionamento dei filtri a profondità da 400 ad oltre 600 m. Allo stato attuale delle conoscenze non è consentito correlare questi livelli e quindi identificarli come unità acquifere.

L'unità più superficiale "A" comprende una falda di tipo libero e più livelli semiconfinati, all'interno dei quali gli “effetti” sul potenziale idraulico, alla scala locale, possono propagarsi con maggiore o minore velocità.

Nella maggior parte dei casi a ciascuna unità individuata nei rispettivi domini, è stato assegnato uno spessore variabile dai 20 ai 40 m, che, considerando la vastità e la complessità dell'area considerata, può ancora assicurare un grado di definizione accettabile.

Nel dominio centrale, la concentrazione di un rilevante numero di informazioni stratigrafiche, ha prodotto una particolare incertezza nella definizione del primo e del secondo acquifero. Questo fatto porta a due brevi considerazioni:

- a una elevata quantità di informazioni indirettamente acquisite, non corrisponde necessariamente un risultato di sintesi migliore;
- la verifica e taratura degli intervalli di profondità assegnati ai vari livelli di monitoraggio si potrà ottenere dal confronto di una reiterata serie di misure interpolate su un numero discreto di punti attribuibili a uno specifico orizzonte, eventualmente integrate con un numero ridotto di perforazioni in settori ben definiti dell'osservatorio in progetto.



Verifiche di campagna, rilevamenti piezometrici e carte a isopotenziali

La verifica in sito, che ha seguito la fase di identificazione litostratigrafica e idrogeologica, ha interessato punti di misura scelti con l'obiettivo di dare un contenuto operativo al progetto e di ottenere una distribuzione omogenea dei punti stessi.

Il processo di riduzione della rete e di qualificazione del controllo, nella prospettiva di un osservatorio stabile, è stato condizionato da diversi fattori, tra i quali:

- l'elevata difficoltà della misura, o per cause strutturali della utenza idrica, tali da richiedere tempi impronunciabili, o per indisponibilità dei proprietari;
- difficile individuazione del punto di misura;
- elevata inaffidabilità o ridotta utilizzabilità dei pozzi o piezometri in termini di ripetibilità e confrontabilità delle misure nel tempo.

Per tale motivo a ogni punto della rete è stato assegnato un coefficiente di misurabilità (grado di accessibilità e attendibilità delle misure) e un coefficiente di utilizzabilità (ripetibilità delle misure).

La realizzazione di una prima campagna di misura, effettuata nel 2000, ha richiesto un arco di tempo inevitabilmente lungo, in relazione alla vastità del territorio (oltre 3000 Km²), alla complessità idrogeologica e alla elevata disomogeneità strutturale dei punti di rilevamento. Si è cercato quindi, almeno in quei settori dell'area di studio dove i più rilevanti processi di rialimentazione degli acquiferi provocano oscillazioni piezometriche particolarmente sensibili, di programmare le operazioni di rilievo piezometrico nel più breve tempo possibile.

Nel complesso sono stati effettuati circa 500 sopralluoghi ai potenziali punti di controllo, in precedenza individuati in base alla documentazione disponibile, e sono state eseguite 223 misure piezometriche.

La seconda campagna di misura è stata realizzata in un arco di tempo più breve rispetto alla prima, dalla prima decade di dicembre 2000 alla fine di gennaio 2001. In tale occasione sono stati acquisiti nuovi elementi per la stabilizzazione della rete e sono state realizzate integrazioni di punti nelle aree più carenti, utilizzando anche i dati relativi alla rete di monitoraggio del CNR - Istituto per lo Studio della Dinamica delle Grandi Masse di Venezia.

La nuova serie di misure eseguite su 234 pozzi, ha consentito un discreto incremento della rete relativa al I acquifero in pressione, almeno per quanto riguarda il settore centrale, il settore occidentale e quello di bassa pianura. Un discreto miglioramento nella descrizione del campo di flusso si è ottenuto anche per la II, III e IV unità acquifera in pressione.

Quest'ultima campagna è stata eseguita durante una fase di costante ascesa dei livelli piezometrici, da attribuire ad apporti pluviometrici superiori del 50% rispetto alla media stagionale, che si sono registrati a partire dalla fine di settembre per tutto il periodo autunnale e invernale.

Lungo tutta la fascia d'alta pianura si è rilevato un incremento generalizzato dei livelli rispetto alle misure precedenti, compreso tra meno di 1 m e di poco superiore a 8 m. L'incremento è risultato più moderato nelle unità acquifere di media e bassa pianura, compreso, salvo alcune eccezioni, tra alcuni decimetri e poco più di 2 m.

L'elaborazione di una carta a isopotenziali destinata a ogni singola unità acquifera individuata, e estesa alla scala regionale, si è necessariamente avvalsa di semplificazioni e approssimazioni nell'interpolazione geometrica dei valori, a volte estremamente rarefatti.

Si ritiene tuttavia che questa seconda fase delle misure abbia sostanzialmente raggiunto lo scopo di una verifica della funzionalità e significatività del progetto di monitoraggio, contribuendo quindi alla validazione, sia pure su scala ampia, del modello idrostrutturale proposto.

Ambidue le campagne di misura dimostrano un'elevata regolarità del deflusso sotterraneo al passaggio dal complesso indifferenziato d'alta pianura al complesso semiconfinato "A", rappresentativo dei primi 60-90 m di sottosuolo, senza evidenze di particolari discontinuità idrogeologiche.

La continuità nell'assetto della rete di flusso sotterraneo permane anche tra il complesso d'alta pianura, che ne condiziona strettamente l'alimentazione, e le unità acquifere in pressione, di cui è possibile apprezzare l'incremento relativo del potenziale all'aumentare della profondità. La distribuzione dei potenziali stessi, condizionati dalle quote di livello della falda libera, tende a disporsi con regolarità da Nord verso Sud, a meno delle perdite di carico.



Il confronto tra le carte a isopotenziali (figg. 4, 5 e 6) consente di evidenziare la differenziazione idraulica tra le unità acquifere.

E' evidente che una rappresentazione più efficace di tale interessante aspetto della ricerca sarebbe possibile se si disponesse, alle varie latitudini della media e bassa pianura, di punti di rilevamento rappresentativi di tutte le unità acquifere profonde identificate.

Si vuole sottolineare infine che nelle carte a isopotenziali relative alla IV, V e in particolare VI unità acquifera, si può notare una tendenza nell'assetto del deflusso sotterraneo a disporsi su direttrici più marcatamente Est-Ovest, probabilmente in relazione all'orientazione dei più antichi conoidi del fiume Brenta.

In conclusione il confronto tra queste prime applicazioni sulle reti di osservazione proposte, e tra queste e i risultati forniti dalla bibliografia conferma una sostanziale stabilità nella distribuzione dei potenziali, i quali definiscono un campo di flusso in assetto unitario su buona parte della pianura veneta e in tutte le sue principali componenti idrostratigrafiche, anche in condizioni di regime molto diverse.

Ottimizzazione della rete di monitoraggio e considerazioni preliminari

Allo stato attuale delle ricerche si ritiene che, almeno su alcuni settori dell'area di indagine, si sia ottenuta una rete di osservazione discretamente consolidata e in alcuni casi sovrabbondante, come ad esempio su buona parte del complesso indifferenziato e sul primo acquifero in pressione.

In specifici settori del territorio esaminato è stato quindi possibile operare una scelta dei punti di misura in base a criteri non solo di agibilità e di distribuzione omogenea, ma soprattutto in considerazione dei processi di ricarica naturale dei sistemi idrogeologici, che condizionano in modo determinante la distribuzione spaziale delle oscillazioni piezometriche più rilevanti (tab. 2).

Il confronto dei risultati di sintesi ottenuti in questa ricerca e i risultati prodotti dalle ricerche precedenti conferma che le soluzioni di progetto adottate sul sistema indifferenziato sono in grado di supportare le applicazioni di *routine* di una rete di monitoraggio alla scala regionale, come ad esempio le reti di flusso o analisi di regime.

La successiva drastica riduzione di punti operata con i metodi geostatistici ha ulteriormente confermato la validità di questa risoluzione.

La situazione nelle aree di media e bassa pianura è certamente meno favorevole ad una scelta dei punti più rappresentativi, in base ai criteri sopra enunciati, ai fini di un'ottimizzazione dell'osservatorio.

In tabella 2 infatti, ad eccezione della prima unità acquifera in pressione, il numero dei punti di rilevamento riportati per i singoli domini e le rispettive eventuali integrazioni costituiscono la disponibilità effettiva dei siti verificati allo stato attuale delle ricerche.



Tab. 2: Quadro generale ed ottimizzato della rete di controllo

Unità acquifera	Dominio di bassa Pianura		Dominio occidentale		Dominio centrale		Dominio orientale		N° POZZI TOTALE	
	RETE	INTEGR	RETE	INTEGR	RETE	INTEGR	RETE	INTEGR	RETE	INT.
INDIFFERE NZIATO			22		65		4		91	
A	3	2	5	1	11	7	1	1	20	11
I	8	10	6	4	24	11	7	2	45	27
II	6	2	5	1	14	6	6		31	9
III	1		2	4	11	2	4		18	6
IV	2				13	2			15	2
V			2		6	3	1	1	9	4
VI					5	1			5	1
TOTALI A- VI	20	14	20	10	84	32	19	4	143	60

Il primo acquifero in pressione, rilevabile mediamente ad una profondità variabile tra 90-150 m, presenta senza dubbio la copertura migliore, considerando anche l'elevato numero di punti alternativi o di integrazione. Per tale motivo questa unità acquifera profonda è stata sottoposta alla verifica di riduzione su base geostatistica.

Se le applicazioni sperimentali realizzate attraverso le varie reti di osservazione proposte definiscono campi di flusso sostanzialmente stabili a profondità e fasi di regime diverse, si ritiene lecito avanzare una proposta operativa volta a ridimensionare il problema di una inevitabile rarefazione dei punti di controllo all'aumentare della profondità delle unità acquifere identificate.

Su buona parte delle aree di media e bassa pianura è possibile realizzare una rete di controllo di un orizzonte idrogeologico ben identificabile nelle sue geometrie in ciascuno dei domini individuati. La rete di controllo deve essere in grado di descrivere correttamente il campo di flusso a cui, come ampiamente dimostrato alla scala adottata, si uniforma l'assetto generale del moto negli altri orizzonti.

Qualora si individui una rete standard di riferimento, ad esempio per la I unità acquifera in pressione, stabilizzata e ottimizzata secondo i criteri esposti, anche su quei settori di pianura tuttora parzialmente privi di punti di misura, si potranno ritenere sufficientemente rappresentative le densità ottenute per tutte le altre unità acquifere, opportunamente integrate con un numero modesto di punti.

Queste considerazioni sono applicabili alla definizione dell'assetto generale del campo di moto delle unità acquifere e non ad esempio alla valutazione di eventuali elementi di criticità in specifici ambiti territoriali.



Riduzione delle reti di monitoraggio mediante metodologie geostatistiche

Nell'ambito del progetto di ricerca sono state utilizzate alcune metodologie geostatistiche con la finalità di ottimizzare le reti di monitoraggio, e quindi di consentire una riduzione dei punti di misura.

La procedura utilizzata si basa su di un algoritmo di stima non distorto a minima varianza, detto *kriging*. Il metodo del *kriging* consente di onorare i valori noti, di minimizzare e di calcolare la varianza dell'errore di stima, nei punti dove non si possiede una misura sperimentale. Conoscendo la varianza dell'errore di stima σ_k^2 e considerando una distribuzione normale degli errori, si può pensare la σ_k^2 come una sorta di “precisione” della stima. Inoltre la σ_k^2 è indipendente dai valori stimati ma dipende dalle reciproche posizioni dei punti di misura disponibili. Quest'ultima caratteristica del *kriging* può essere studiata al fine di ottimizzare una rete di monitoraggio.

La prima fase dello studio si concentra sull'analisi variografica, nella quale è possibile individuare la struttura statistica del fenomeno esaminato mediante l'analisi del variogramma sperimentale. Durante questa analisi è anche possibile individuare la presenza di una eventuale deriva e quindi la necessità di evidenziare una direzione del variogramma priva di deriva dove effettuare lo studio. In tale situazione occorre usare un *kriging* non stazionario con deriva.

Nello specifico si è individuata una deriva e si è quindi utilizzato un *kriging* con *trend*, usando tutti i punti della rete disponibili per effettuare la stima e la determinazione della σ_k^2 ad ogni nodo della griglia scelta. A questo punto si sono ipotizzate delle possibili reti composte da un numero inferiore di punti di controllo; su questa nuova proposta di rete sono state fatte le nuove stime e determinate le rispettive varianze dell'errore di stima σ_k^2 . Avendo a disposizione l'originale $\bar{\sigma}_k^2$ e la nuova σ_k^2 è possibile verificare il peggioramento percentuale G% prodotto dalla proposta di rete ottimizzata, rispetto a quella che considera tutti i punti disponibili.

Questo tipo di analisi è in grado di indicare che non tutti i punti di misura hanno la stessa importanza ai fini della mappatura di un determinato parametro e che in certe aree le informazioni possono essere in eccesso o in difetto. Questa situazione può essere numericamente quantificata tramite il calcolo del parametro:

$$G\% = \left[\frac{\sigma_k^2 - \bar{\sigma}_k^2}{\bar{\sigma}_k^2} \right] * 100$$

che consente di valutare il peggioramento percentuale, che si verifica in termini di aumento della varianza dell'errore di stima, scegliendo una rete di monitoraggio ridotta rispetto a quella che utilizza tutti i punti di misura.

Con riferimento al settore centrale dell'area oggetto di studio, le procedure geostatistiche sopra descritte sono state utilizzate per ottimizzare la rete di controllo dell'acquifero indifferenziato dell'alta pianura e la rete di controllo della I unità acquifera in pressione nella media e bassa pianura.



Tab. 3: Acquifero indifferenziato

N° TOTALE DI PUNTI 91		
PROPOSTE	N° PUNTI	G%
1°	75	1.3 %
2°	71	1.9 %
3°	61	4.6 %
4°	50	7.3 %
5°	33	44.9 %

Tab. 4: I Unità acquifera in pressione

N° TOTALE DI PUNTI 37		
PROPOSTE	N° PUNTI	G%
1°	16	85%
2°	27	5.8%

Dal confronto tra le varie proposte formulate (tab. 3 e tab. 4) si evidenzia che la 4° (G%=7.3%) risulta sicuramente un'ottima proposta di rete per l'acquifero indifferenziato. Infatti si evidenzia una riduzione dei punti di misura da 91 a 50 a fronte di un peggioramento percentuale di solo 7.3%. La 2° proposta risulta la più interessante per la I unità acquifera in pressione; infatti a fronte di una riduzione di punti di misura da 37 a 27 il peggioramento percentuale risulta G% = 5.8%.

Considerazioni conclusive

La definizione di un modello idrostratigrafico per ciascuno dei 4 domini in cui si è suddivisa l'area di indagine, e l'identificazione spaziale delle principali unità acquifere, rappresentano la necessaria sintesi idrostrutturale sulla quale deve basarsi un progetto di questo tipo. Il processo di revisione critica, confronto e correlazione dei dati di varia provenienza, in genere caratterizzati da un elevato grado di disomogeneità, necessita di ulteriori informazioni nonché di approfondimenti e miglioramenti nei metodi di elaborazione. Si ritiene tuttavia che allo stato attuale le proposte avanzate rappresentino già una base concreta per lo sviluppo delle conoscenze. La predisposizione di reti di controllo specializzate per ciascuna delle unità acquifere identificate, caratterizzate come è noto, da diversi gradi di sensibilità allo sfruttamento e alla contaminazione, rappresenta un efficace strumento di indagine nell'ambito delle attività di tutela delle risorse idriche sotterranee da attivare secondo quanto previsto dal D.Lgs. 152/99. Le condizioni al contorno dei domini idrogeologici considerati instaurano nei sistemi acquiferi dei vari conoidi alluvionali adiacenti e tra loro in interazione idraulica, un campo di moto sostanzialmente unitario. Questo interessante aspetto della ricerca è chiaramente emerso grazie ai rilievi piezometrici che per la prima volta sono stati eseguiti contemporaneamente su più reti specializzate.

La particolare uniformità del campo di flusso che si riscontra in tutte le unità acquifere su gran parte del bacino considerato, ha permesso di individuare una proposta in grado di ridimensionare le difficoltà di completamento e gestione di 6 reti distinte nei settori di media e bassa pianura.

Allo stato attuale delle ricerche sarebbe sufficiente infatti realizzare in modo ottimale una sola rete standard di riferimento, ad esempio quella relativa alla I unità acquifera confinata, per ottenere una sufficiente rappresentatività di tutte le altre integrandole con un numero modesto di punti di rilevamento.



E' evidente che questa possibilità risulta strettamente condizionata dalla scala a cui si opera, dalla specifica applicazione della indagine e dagli ambiti territoriali coinvolti, che di volta in volta possono richiedere un adeguamento dello schema di osservazione a un grado di dettaglio maggiore. Per tale motivo si ritiene assolutamente indispensabile un continuo aggiornamento dei dati litostratigrafici e idrogeologici mediante un archivio informatico; è infatti ampiamente dimostrato un rapido processo di inutilizzabilità per una rete di monitoraggio considerata definitivamente acquisita.

La validità di impostazione del progetto ha trovato una buona conferma nell'applicazione dei metodi geostatistici i quali hanno definito una serie di schemi ridotti dei punti di misura ponendoli rispettivamente a confronto con il peggioramento percentuale della varianza dell'errore di stima. Le drastiche riduzioni adottate per la rete del complesso indifferenziato di alta pianura e del primo acquifero in pressione, relativamente al settore centrale della pianura, mantengono un grado di efficienza sufficiente per una corretta rappresentazione dell'assetto idrodinamico del deflusso sotterraneo.

L'attività di ricerca infine ha consentito di mettere a punto un metodo efficace per l'archiviazione informatica dei dati e per la loro elaborazione ai fini della rappresentazione grafica e cartografica. Di conseguenza è stato anche possibile individuare le principali problematiche connesse con l'avvio di un sistema finalizzato all'aggiornamento continuo delle informazioni.

Bibliografia

- ALBINET M., MARGAT J. (1971) - *Evolution du programme des cartes hydrogéologiques. Projet de nouvelle légende*. Mem. I.A.H. , 9, Tokyo.
- ANTONELLI R., DAL PRÀ A. (1980) - *Carta dei deflussi freatici dell'alta pianura veneta con note illustrative* - Quad. Ist. Ric. sulle Acque, 51 (1), Roma.
- ANTONELLI R. (1986) - *Primi risultati di ricerche idrogeologiche sulla ricarica naturale delle falde nell'alta pianura alluvionale del fiume Piave* - Mem. Sc. Geologiche, vol. XXXVIII, Padova.
- BERETTA G.P., DE LUCA D.A., FILIPPINI G., MASCIOTTO L., NEGRO G., VIOTTO C. (1999) - *Monitoraggio delle acque sotterranee: criteri generali ed esempio di applicazione del D.Lgs. 152/99 sulla tutela delle acque dall'inquinamento in un settore della pianura piemontese*. Quad.Geol.Applicata, v.2, pp.3.49-3.59.
- DAL PRA' A., BELLATI R., COSTACURTA R., SBETTEGA G. (1976) - *Distribuzione delle ghiaie nel sottosuolo della pianura veneta*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, P/341, Roma.
- DAL PRA' A. et al. (2001) - *Indagine idrogeologica del territorio provinciale di Venezia - PROVINCIA DI VENEZIA - TUTELA E VALORIZZAZIONE DEL TERRITORIO - UFFICIO DIFESA DEL SUOLO* - Venezia.
- DAZZI R. et al. (1988) - *Difesa degli acquiferi dell'alta pianura veneta. Stato di inquinamento e vulnerabilità delle acque sotterranee del bacino del Brenta* - CNR- Regione del Veneto - ULSS n.5 - ULSS n. 19 - Venezia.
- DELHOMME J.P. (1978) - *Application de la Théorie des variables régionalisées dans le sciences de l'eau*. Bull. B.R.G.M., sect. III, 4, pp.341-375.
- FABBRI P., MARI G.M. (1998) - *Valutazioni geostatistiche su una rete freaticometrica nella pianura veneta (province di Padova, Vicenza, Treviso e Venezia)*. Acque sotterranee, a. XV, Fasc. 58, pp. 19-26.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA (1979) - *Lineamenti idrogeologici della Pianura Padana* - Quad. Ist. Ric. sulle Acque, 28, (II), Roma.
- GRUPPO DI STUDIO SULLE FALDE ACQUIFERE PROFONDE DELLA PIANURA PADANA (1981) - *Indagine sulle falde acquifere profonde della Pianura Padana. Contributi tematici per la conoscenza della idrogeologia padana*. Quad. Ist. Ric. sulle Acque, 51, (III), Roma.



- KITANIDIS P.K. (1997) - *Introduction to geostatistics. Applications in Hydrogeology*. Cambridge University Press, p. 249.
- LOBBRECHT A.H. (1997) - *Dynamic Water System Control*. A.A. Balkema, p. 315.
- MARI G.M. (1984) - *Carta delle acque sotterranee. Relazione illustrativa* - in *Carta Regionale delle Acque* - REGIONE DEL VENETO - SEGRETERIA REGIONALE PER IL TERRITORIO.
- MARI G.M. (1985) - *Carta Isofreatica. Rilievi del dicembre 1983* - *Carta Piezometrica. Rilievi del dicembre 1983*. REGIONE DEL VENETO - DIPARTIMENTO AMBIENTE.
- MARI G.M., CAMILLA S., SPECIALE M. (1987) - *Falde acquifere sotterranee* - in *Piano per il Rilevamento delle caratteristiche qualitative e quantitative dei corpi idrici della Regione del Veneto* - REGIONE DEL VENETO - DIPARTIMENTO AMBIENTE - Venezia.
- MARI G.M., CASARIN R., GORGONI V., FICO L., DEL GIUDICE C., PIZZI G. (1989) - *Mathematical Model of Veneto Region Groundwater System* - *Water Quality Bulletin*, vol. 14, n°3.
- MARI G.M. (1996) - *Un progetto di riorganizzazione della rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei nel territorio di competenza dell'Ufficio Compartimentale Idrografico e Mareografico di Venezia*- Quad. Istit. di Ric. sulle Acque, 99, Roma
- MARI G.M., BAGNAIA R., VENTURA R. (1999) - *Rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei. Risultati preliminari delle indagini e delle sperimentazioni effettuate nella pianura veneta* - Quad. Geol. Applicata, Pitagora Editrice, Bologna.
- MARI G.M., BAGNAIA R., VENTURA R. (2000) - *Rete di monitoraggio dei corpi idrici sotterranei nella pianura veneta. Approfondimento di alcuni elementi conoscitivi di base* - Atti del Convegno "Le Pianure. Conoscenza e salvaguardia. Il contributo delle Scienze della Terra" Ferrara, 8-11 novembre 1999.
- MATHERON G. (1971) - *The theory of regionalized variables and its application*. Cah.Cent. de Morph. Math. 1, p. 211, Fontainebleu.
- NEVEN K. (1997) - *Hydrogeology and groundwater modeling*. Publish. Lewis, p. 461.
- REPUBBLICA ITALIANA (1984) - *Legge 4 agosto 1984 n. 464 . Norme per agevolare l'acquisizione da parte del Servizio Geologico della Direzione Generale delle Miniere del Ministero dell'Industria, del Commercio e dell'Artigianato di elementi di conoscenza relativi alla struttura geologica e geofisica del sottosuolo nazionale*. G.U. n. 226 del 17/8/1984.
- SOTTANI N., PRETTO L., MARCOLONGO B. (1982) - *Gli acquiferi nella pianura a nord di Vicenza. Studio del sistema, bilancio idrico e proposte gestionali* - Aziende Industriali Municipalizzate di Vicenza, CNR, AQ/2/18,-Roma.
- STEFANINI S., CUCCHI F. (1978) - *Gli acquiferi nel sottosuolo della pianura veneta fra i fiumi Piave e Tagliamento*. IRSA,CNR, P/514, Roma.

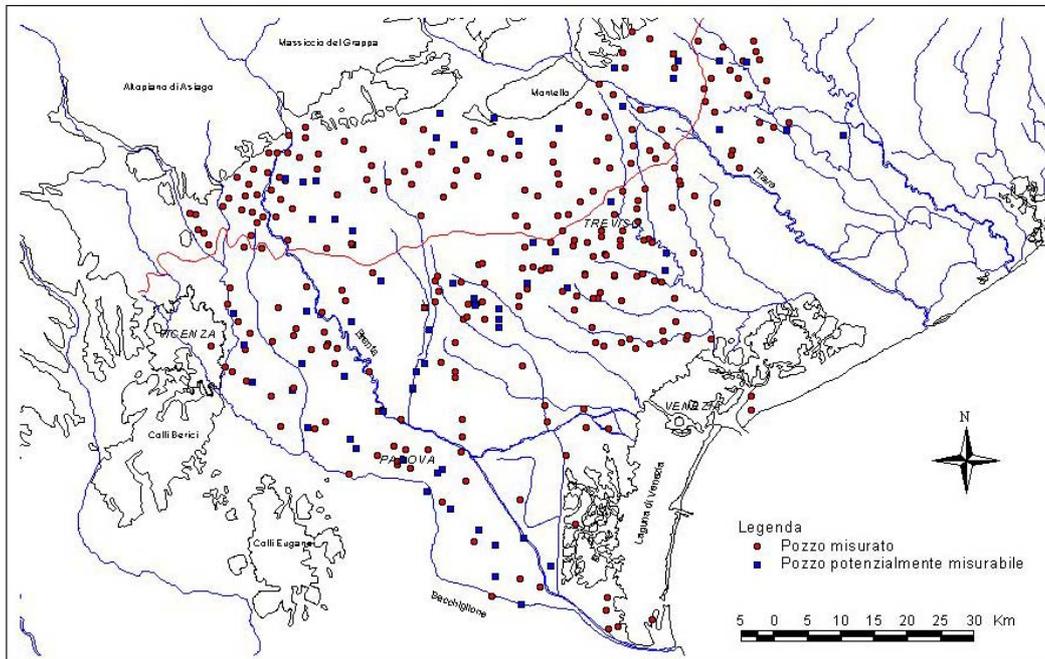


Figura 1. Distribuzione dei pozzi misurati e potenzialmente misurabili

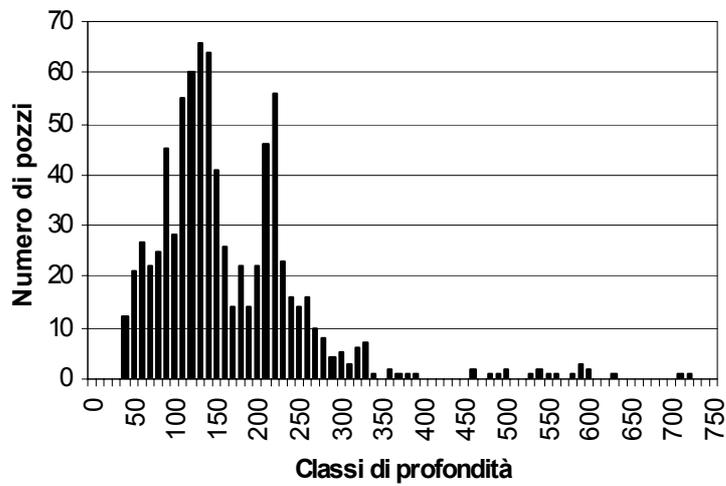


Fig. 2 - Profondità dei pozzi a Nord del limite settentrionale della fascia delle risorgive

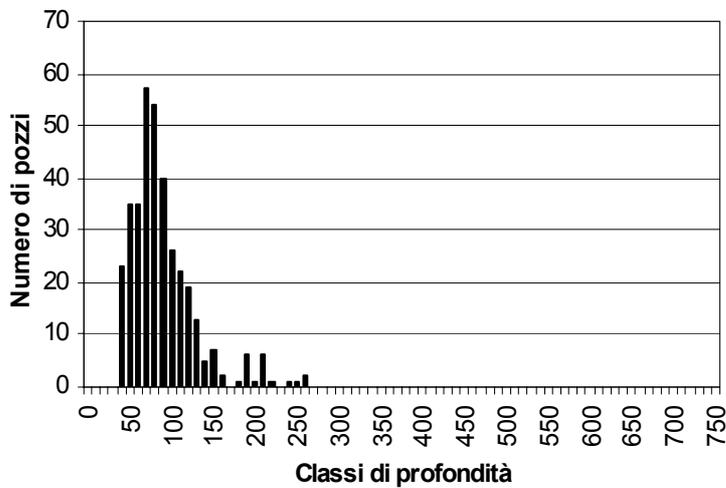


Fig. 3 - Profondità dei pozzi a Sud del limite settentrionale della fascia delle risorgive

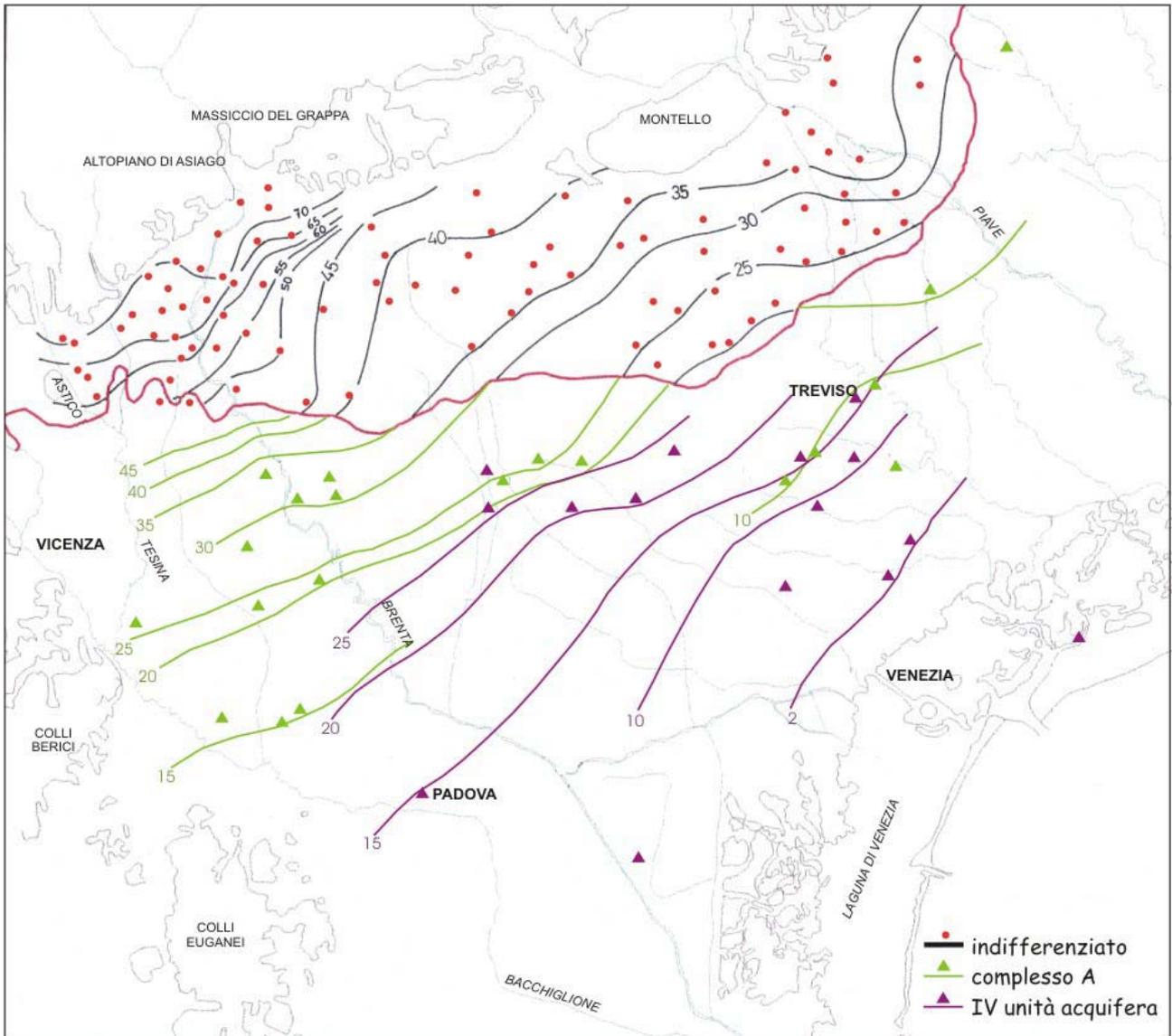


Fig. 4 - Carta degli isopotenziali : acquifero indifferenziato, complesso “A” e IV unità acquifera.
Rilievi gennaio 2001 .

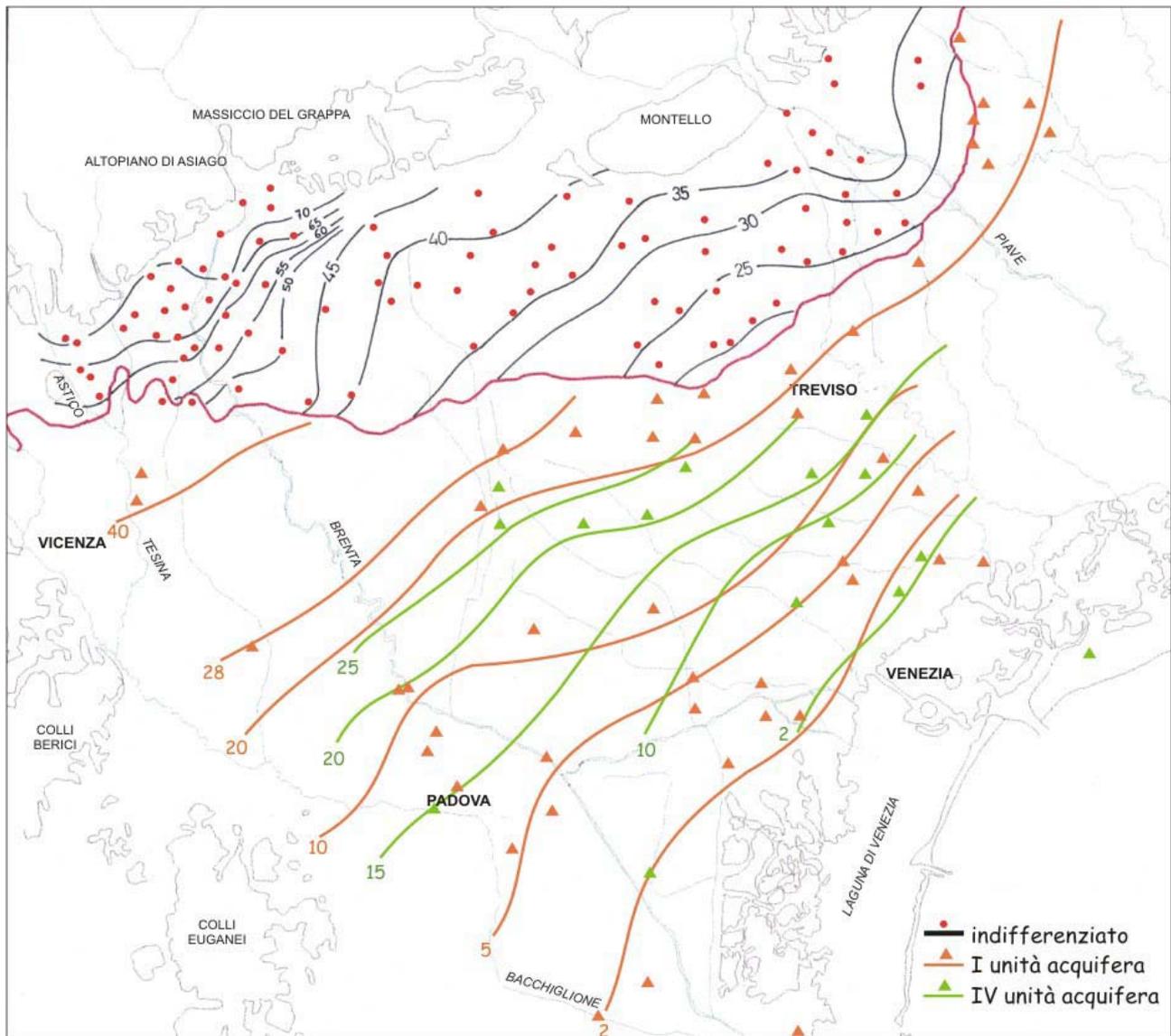


Fig. 5. - Carta degli isopotenziali : acquifero indifferenziato, I e IV unità acquifera.
Rilievi gennaio 2001 .

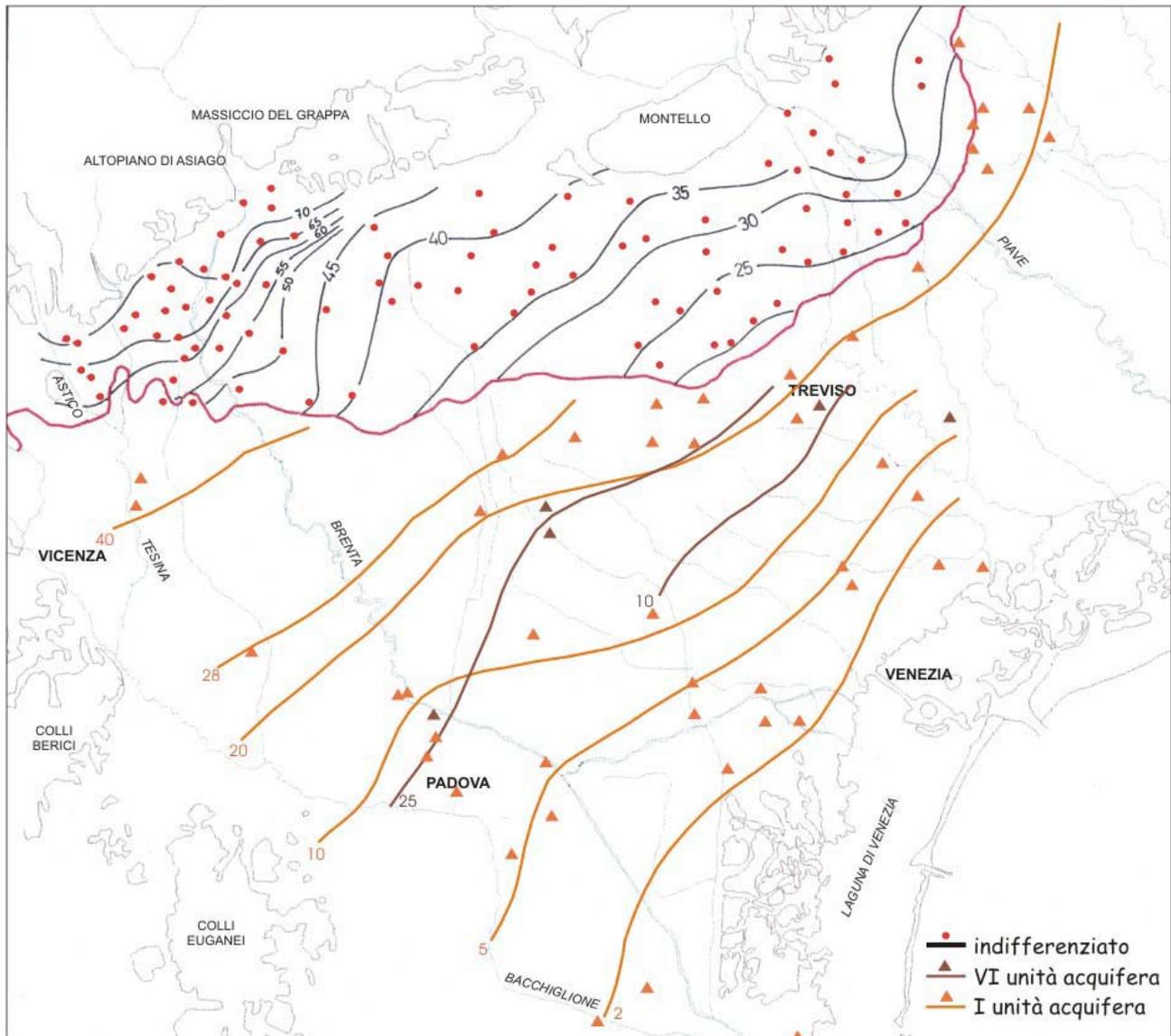


Fig.6. - Carta degli isopotenziali : acquifero indifferenziato, I e VI unità acquifera.
Rilievi gennaio 2001 .



**CITERI DI IMPOSTAZIONE DELLE RETI, METODOLOGIE DI RILEVAZIONE E GESTIONE
DEI DATI E RISULTATI TECNICO-SCIENTIFICI ED ECONOMICI DEL PROGETTO
INTERREGIONALE PRISMAS**

Giovanni Pietro BERETTA
Università di Milano

Io vi parlerò di un territorio che non è il vostro, quindi concentrerò l'attenzione soprattutto sugli aspetti metodologici. Vi parlo di questo progetto perché io, assieme al professor Giuliano, ne siamo stati i responsabili scientifici; è qui presente anche il dottor Marchetti della Regione Umbria, che è stato il direttore tecnico di questo progetto. Questo è quindi il progetto PRISMAS, che è un acronimo, vuol dire Progetto Interregionale Sorveglianza e Monitoraggio Acque Sotterranee. Io vi parlerò di questi argomenti dopo una breve presentazione del progetto, vi parlerò di alcuni aspetti metodologici, delle tecnologie sperimentate, della gestione informatizzata dei dati, di alcuni esempi di risultati e degli aspetti economici. Il progetto, infatti, ha avuto la finalità di sviluppare e di razionalizzare lo stato dell'arte ma anche di affrontare nuovi aspetti d'applicazione di tecnologie consolidate, magari in altri campi, ma anche per quanto riguarda le acque sotterranee.

Questo era il panorama di partenza, in base alle mie conoscenze, fino a oggi si è arricchito delle conoscenze relative al territorio del Veneto, come vedete il panorama era abbastanza deprimente e il monitoraggio veniva fatto per volontà di diversi enti, in qualche caso era stato soppresso, come nel passaggio delle competenze dallo Stato alle Regioni, e non era più stato dato luogo a misure significative sulle acque sotterranee. Questo è un aspetto parecchio importante perché poi vedremo che il monitoraggio delle acque sotterranee si inserisce all'interno delle altre attività che riguardano la gestione più in grande delle acque sotterranee.

Il progetto PRISMAS quindi ha avuto a che fare con quattro Regioni, con un finanziamento statale di 3,6 miliardi e con 0,9 miliardi a carico delle Regioni. Ha avuto la partecipazione delle Regioni Basilicata, Liguria, Piemonte, Umbria, con la suddivisione dei costi che vedete lì rappresentata. La durata è stata dal 1996 al 2000; queste date sono abbastanza significative, soprattutto perché alcune esperienze sono poi state trasmesse per la stesura del Decreto Legislativo 152.

Primo obiettivo del progetto è stato quello di standardizzare i criteri per realizzare, gestire, elaborare e trasferire i dati; tutte le Regioni si sono impegnate, in questo modo, ad avere uno standard comune di riferimento, per poter poi colloquiare quando si va a trattare una risorsa che non ha confini amministrativi. Abbiamo elaborato all'interno del progetto i criteri con cui impostare delle reti di monitoraggio e abbiamo affrontato anche il problema di verificare le linee guida per eseguire in campo le operazioni relative al monitoraggio, per dare proprio un significato di scienza o arte del monitoraggio. Abbiamo poi stimato i costi per allestire, quindi impiantare, delle reti di monitoraggio e gestirle sul territorio, e abbiamo indicato e definito i soggetti da coinvolgere nella gestione, per dare quello che si chiama un ciclo virtuoso del dato, che può essere rilevato da diversi enti, quindi deve essere utilizzato in quanto costa produrlo, e come devono essere poi i flussi informativi che caratterizzano questi dati.

Per quanto riguarda gli aspetti metodologici, l'esperienza è risultata parecchio significativa, perché ha investito praticamente tutti quelli che sono gli acquiferi del territorio italiano. Come vedete in Piemonte si è sperimentato nelle grosse depressioni quaternarie, in Umbria nelle rocce carbonatiche, in Liguria nelle alluvioni vallive, in Umbria ancora nelle rocce vulcaniche, in Basilicata nei depositi plioleistocenici che sono posti nelle zone limitrofe al mare. Per quanto riguarda la sperimentazione, il Piemonte ha sviluppato il monitoraggio in una parte della pianura padana, la Basilicata in un'area costiera caratterizzata da problemi d'intrusione marina, la Liguria in un bacino del torrente Bisagno, soprattutto in vicinanza della città, quindi in presenza di acquiferi urbani, e l'Umbria ha sperimentato una rete sia nelle zone di pianura sia sulle zone di montagna in massicci calcarei e vulcanici.

Dopo una prima ricostruzione, preliminare, dell'idrogeologia, si sono individuati dei criteri per arrivare a una stesura della rete di monitoraggio, costruendo un data base delle informazioni disponibili. E si è sperimentato, là dove non esisteva la rete di monitoraggio, una cosiddetta rete preliminare; Piemonte e



Basilicata hanno fatto questo tipo di sperimentazione. Là dove esisteva già una rete, più o meno consolidata e gestita, si è passati ad una rete definitiva. In sostanza si è un po' utilizzato questo schema di flusso; sulla base dei soli dati esistenti si può arrivare a una rete preliminare; sperimentando la rete preliminare oppure partendo da dati già esistenti si arriva a una rete definitiva e dalla rete definitiva si può organizzare una rete gestionale che abbiamo definito rete esecutiva un po' a similitudine delle denominazioni che si adottano nella realizzazione dei lavori pubblici.

I criteri. Prima avete visto anche degli esempi: partendo da conoscenze assai ridotte si è adottato un primo criterio, che è un criterio geometrico, cioè numero di punti per area oppure per distanza; un secondo criterio utilizzato, dopo le prime misurazioni, è quello idrogeologico, ad esempio differenza di densità nelle zone di alimentazione, quelle di recapito della falda, il criterio idrochimico, in corrispondenza di situazioni differenziali da un punto di vista ad esempio litologico, e alla fine il criterio statistico, di cui vi ha parlato prima il dottor Mari, cioè una densità in funzione della variabilità del sistema, ma anche di quello che ci sta sopra.

Una prima fase, ad esempio (questo è un criterio adottato per la Regione Piemonte): si è stabilita una differenziazione degli acquiferi sulla base della ricostruzione idrogeologica allora esistente, ad esempio un punto ogni 9 chilometri quadrati, mentre per quanto riguarda gli acquiferi profondi un punto ogni 16 chilometri quadrati. Questo è un buon criterio. In una fase successiva, sempre con criterio geometrico, sono stati utilizzati altri criteri facendo anche affidamento su quelle che erano le strutture allora disponibili. E' chiaro che, avendo a disposizione investimenti ridotti e personale ridotto si deve anche gestire il sistema in funzione di questi elementi. Quindi sono stati utilizzati altri criteri geometrici che hanno portato a questa densità di rilevazione.

Questa è l'area investita dal progetto PRISMAS, e similmente sono stati fatti altri progetti regionali in Piemonte, quindi è venuta fuori questa densità di rilevazione. Per quanto riguarda gli acquiferi superficiali una prima fase in cui si è utilizzata una densità di 0,05 punti per chilometro quadrato, e una seconda fase è risultata una densità per gli acquiferi profondi di 0,07 pozzi per chilometro quadrato, che corrispondono, in sostanza, a un pozzo ogni 25 chilometri quadri per l'acquifero superficiale e a 1:52 per quello profondo.

Per quanto riguarda invece le reti definitive impostate sulla base di queste conoscenze preliminari, là dove esistevano già delle conoscenze evidentemente si sono fatte ulteriori valutazioni, ed è stato utilizzato un approccio multicriteri così strutturato: sulla base di iniziali criteri geometrici, utilizzando poi i criteri idrogeologico ed idrochimico visti in precedenza, si è poi passati anche a considerare l'effettivo utilizzo delle acque nelle diverse aree e l'utilizzo del suolo, quindi le attività presenti sul sito. E' venuta fuori una diversa distribuzione delle densità. Ma questo deriva dal fatto che siamo in presenza di acquiferi diversi dove il segnale idrochimico, ma anche quello piezometrico, tende più a mediarsi; è maggiore la variabilità locale delle caratteristiche quantitativo-qualitativo degli acquiferi per cui la densità dei punti si è dimostrata molto più elevata rispetto a quella che si è poi adottata in Piemonte.

Per quanto riguarda le linee guida per il monitoraggio delle acque, una volta definita la rete di monitoraggio con quei criteri che vi ho raccontato in parte, si è passati alla definizione delle linee guida, sia per quanto riguarda le misure di laboratorio che di campo e per quanto riguarda anche la parte di misurazione continua.

Per quanto riguarda le misure quantitative sono stati definiti degli standard operativi per i piezometri e pozzi non in funzione e per i pozzi in funzione, nonché per i pozzi artesiani che presentano problematicità, ad esempio per quanto riguarda la misura del livello piezometrico.

Per quanto riguarda invece gli standard operativi per i prelievi si è passati a definire le caratteristiche ad esempio dello spurgo, utilizzando ad esempio questa operazione anche per fare delle mini prove di pompaggio, al prelievo dei campioni, la significatività delle analisi in sito, il condizionamento tra asporto del campione prima delle analisi di laboratorio. Questo è stato un po' il plusvalore del progetto in quanto si è passati ad una sperimentazione tecnologica. Alcune metodologie sono consolidate in altri campi, ma sono state sperimentate per le acque sotterranee. Dalla rete GPS alla rete di misura automatica sui pozzi e le sorgenti, la progettazione di un laboratorio mobile con concentratore ad una stazione ad elevata automazione per registrazione in continuo dei dati. Per quanto riguarda la rete GPS, essa è stata sperimentata dalla Regione Umbria, la quale ha provveduto ad una livellazione e ad un posizionamento cartografico dei diversi punti di misura.



Per quanto riguarda invece le misurazioni in continuo sui pozzi, esse sono sempre state sperimentate sia dal Piemonte che dall'Umbria; ad esempio in Piemonte è stato appaltato un primo lotto di punti, 80 punti sui pozzi superficiali e profondi, e vedete, ad esempio, in questa situazione, sono stati scelti per ovvie ragioni di conservazione del manufatto dei siti pubblici, come un campo sportivo, oppure una scuola materna, una scuola media, piazzale del Municipio e così via, e un esempio di registrazione in continuo dei livelli piezometrici. Questo è un po' la carta della rete piezometrica messa in atto dalla Regione Piemonte, dove si vedono i punti di misura degli 80 punti della rete di misura piezometrica in continuo. Anche la Regione Umbria ha fatto una installazione di questo tipo con questa densità dei punti di misura.

Per quanto riguarda poi la trasmissione dei dati, è stata organizzata attraverso trasmissioni differenti, a seconda della presenza o no di una rete Enel per cui, ad esempio, trasmissioni del dato attraverso rete GSM con chiamate periodiche dai diversi punti di misura sia per registrazioni del dato ma per sapere anche in caso di diversi funzionamenti. Un'ulteriore sperimentazione è stata fatta sul monitoraggio in continuo delle sorgenti, che è stato realizzato, sempre dall'Umbria, sia su sorgenti di tipo in massicci calcarei che in massicci vulcanici, con installazione di un sensore di pressione a misurazione in canalette libere; questo è un esempio di registrazione del dato di portata delle sorgenti, conducibilità, temperatura, con dei dati che non si trovano quasi mai, tipo non so le curve di esaurimento delle sorgenti che, se non sono misurate con queste metodologie in continuo, non riescono poi ad essere mai ricavate in pratica.

Ulteriore tecnologia sperimentata è stato questo laboratorio mobile, sempre della Regione Umbria, che è stato integralmente progettato da Fiat, che ha il pregio di poter dare modo di utilizzare delle strumentazioni di campo e tra l'altro di ridurre notevolmente, ad esempio, i volumi di acque prelevate, perché altrimenti, per alcune determinazioni specialistiche, sarebbero necessari litri e litri d'acqua, e quindi limiterebbero molto l'operatività del personale che va in sito per prelevare dei campioni d'acqua. Questo laboratorio mobile è stato dotato delle attrezzature che avevate visto in precedenza, ed effettua soprattutto una preconcentrazione dei campioni, aumentando notevolmente l'autonomia di chi va in campo a rilevare dati. Se voi guardate, ad esempio, in questa tabella, vedete che le percorrenze medie per quanto riguarda il monitoraggio, senza concentratore e con concentratore, sono aumentate del 60-70%, dando una maggiore velocità e autonomia nella rilevazione dei dati di campo. Confronto tra determinazione effettuata in campo con determinazioni effettuate in laboratorio mostrano alcuni scostamenti dei dati, ma questo è stato interpretato, ad esempio, in questo caso, come variazioni delle condizioni dovute alla pressione parziale dell'anidride carbonica. Elaborazioni di questo tipo sono risultate parecchio significative.

Un'altra caratteristica è quella di gestire il rapporto tra l'antropizzazione e la presenza di risorse idriche potabili. In molti casi i pozzi sono all'interno del tessuto urbano ed è impossibile un loro spostamento, almeno nel breve e medio termine. Ecco allora l'esigenza di monitorare i cosiddetti acquiferi urbani.

Questa è una stazione ad elevata automazione messa in posto, già esisteva ma è stata potenziata da parte della Regione Liguria, in cui esiste un sistema di rilevazione in continuo dei dati, con chiamata bidirezionale, e quindi dal punto di misura verso il centro operativo e dal centro operativo verso il centro di misura, per segnalare variazioni anomale delle concentrazioni dei parametri di interesse che possono indicare l'esigenza di chiudere un pozzo perché sta accadendo qualcosa che non stiamo controllando e quindi corriamo il rischio di dare dell'acqua che non è potabile alla popolazione. Tutto questo sistema è stato poi via via rivisto nel corso della sperimentazione.

La gestione informatizzata dei dati è un aspetto che è stato affrontato anche in sede locale. Sono state utilizzate tecnologie GIS, è inutile raccontarle. Questa è una schermata, ad esempio, di quanto avviene sul laboratorio mobile; quindi non si rilevano più dei dati cartacei ma si inseriscono immediatamente su computer; si ha anche un controllo di qualità in continuo, in quanto un dato anomalo viene segnalato che è un dato anomalo e questo obbliga, ad esempio, ad una ripetizione dell'esecuzione della determinazione analitica.

Ancora, questi dati sono in qualche modo consultabili sia da utenti esperti sia dagli utilizzatori, ma anche da chi non è un utilizzatore dei dati ma vuole semplicemente avere delle informazioni disponibili, e questi dati sono disponibili sul sito ARPA e consultabili da parte di tutti e quindi troverete quanto io vi sto raccontando in questo momento.



La banca dati consente anche attraverso il sistema IG di poter fare direttamente dei collegamenti per poter eseguire delle elaborazioni cartografiche. Alcuni esempi di risultati scientifici sono quelle, che ho visto anche prima mostrate dal dottor Zangheri, quindi anche la classificazione delle diverse acque con analisi classica, ad esempio per vedere delle variabili correlate tra di loro e quindi magari rendono non indispensabile misurare un certo parametro nell'ambito delle determinazioni analitiche perché correlato ad un altro che si misura più comunemente. Altri esempi di elaborazione riguardano ad esempio quelle relative allo stato chimico delle acque così come definito da decreto legislativo.

Ecco, qui vedete gli istogrammi dei campionamenti eseguiti nell'ambito del monitoraggio eseguito dalla Regione Piemonte per dire come sono distribuite sul territorio regionale le diverse classi previste dal decreto legislativo, oppure la definizione di quelle che sono le cosiddette zone vulnerabili ai nitrati sempre secondo il decreto legislativo. Il caso precedente era relativo al Piemonte, questo era quello relativo all'Umbria. Un esempio non solo di classificazione dello stato chimico ma anche dello stato ambientale, la somma cioè dello stato quantitativo e dello stato chimico.

Per quanto riguarda, infine, gli aspetti economici sono state svolte alcune valutazioni. Innanzitutto la valutazione circa i costi di determinate operazioni. Sono stata fatta delle rilevazioni sulla base di quanto è stato investito ed i risultati, ad esempio per quanto riguarda la gestione dei dati per punto, vedete che passando da una rete preliminare a una rete fatta sulla base delle informazioni disponibili, a una rete definitiva, cioè qualcosa di più organico, si hanno i costi per gestire un punto da 700 a 850 mila lire, mentre per quanto riguarda la strumentazione del piezometro continuo, quindi perforazione, installazione dei punti, installazione anche del data log, sono stati necessari esattamente 19 milioni per punto di misura. Per quanto riguarda invece la strumentazione delle sorgenti i costi mediamente anche ricorrendo alla buona volontà dei gestori è stata di circa 45 milioni per punto di misurazione.

Avendo a disposizione questi dati è stata fatta una sorta di estrapolazione che poi è stata presentata dal dottor Marchetti ad un Seminario a Roma, ed è stato preso poi un po' dai responsabili del Ministero anche per dare un ordine di grandezza ai costi del monitoraggio dell'intero territorio nazionale. Quindi quei famosi 60 miliardi dati alle Regioni per l'organizzazione del decreto legislativo 152 derivano in parte anche da queste elaborazioni. Quindi, ad esempio, facendo un esempio sulle aree alluvionali che sono all'incirca 77 mila chilometri quadri del territorio israeliano corrispondenti a circa il 25 per cento del territorio italiano, praticamente si è fatta una valutazione su circa il 70% delle superfici delle aree alluvionali su cui esistono già dei dati. Semplicemente razionalizzando un po' questi dati si può già impostare una rete, una rete che può essere di monitoraggio, passando direttamente a quella che è la fase *release* prevista dagli allegati al decreto legislativo 152. Naturalmente la sperimentazione della rete di monitoraggio è un processo ciclico, dal cui dato si capisce di più come si comportano le acque sotterranee e da come si comportano le acque sotterranee si riesce a razionalizzare meglio la rete di monitoraggio.

Partendo da questi presupposti, nel rimanente 30 per cento della superficie si ritiene invece necessario promuovere un'indagine conoscitiva perché non si hanno dei dati disponibili che ci aiutano a progettare una rete di monitoraggio. Ora passando alla stima dei costi, quindi immaginando di avere una densità dei punti per il reticolo preliminare sempre definitivo di 0.15 punti per chilometro quadro e considerando diverse entità dei costi che abbiamo visto in precedenza, immaginando di avere un costo indicativo per campione, quindi di 50 mila lire a campione, quindi sono costi interi, non sono costi da ditta che esegue una operazione di monitoraggio, ma sono diciamo dei costi che non tengono conto dei costi fissi di una struttura di laboratori tipo ARPAV ecc., che devono invece eseguire delle misurazioni, no quelle erano le 50 mila a dir la verità relativamente all'accesso alla misura al punto. Questi sono invece i costi relativi alla gestione, alla rilevazione del dato, quindi analisi chimiche, indicativamente 100 mila lire campione, analisi chimico-fisica in laboratorio nella fase a regime, ad esempio mettendo anche i parametri addizionali, una cifra indicativa di 400 mila lire a campione.

Da questa valutazione, ci riferiamo anche a un forfait annuo di 100 milioni per la gestione del sistema, quindi dalla gestione dei dati alla informatizzazione degli stessi, alle elaborazioni ecc., viene fuori una cifra che può essere intorno ai 14 miliardi per quanto riguarda i primi due anni di attività, e poi quando il sistema dovrebbe essere a regime, naturalmente sottolineo ancora una volta questo relativamente alle zone di pianura, diciamo



12 miliardi e mezzo potrebbe essere un costo sostenibile per quanto riguarda la gestione delle reti di monitoraggio dell'Ente.

Ecco, alla fine cosa dobbiamo dire. Dobbiamo dire che questa operazione di monitoraggio come considerazione finale che prima del decreto legislativo 152 era una operazione svolta per i diversi scopi per i diversi Enti senza un colloquio effettivo tra di loro di comunicazione del dato, dopo l'introduzione del decreto 152 il monitoraggio delle acque assume un ruolo centrale per una serie di operazioni, per la regolamentazione degli usi, la frammentazione degli scarichi, la costruzione di infrastrutture sul territorio, alla concessione di derivazioni. Poiché i piani di tutela devono essere basati su dei dati, e i dati relativamente agli interventi effettuati e quindi l'efficacia di quello che è stato fatto prima, ma anche di quello che si intende fare dopo, deve essere controllato attraverso gli effetti, e gli effetti sono quelli che sono misurati attraverso questa tecnica 'scienza del monitoraggio' che visto anche il luogo dove ci troviamo possiamo anche definire 'arte del monitoraggio'.



LA RETE DI MONITORAGGIO FREATIMETRICO DEL SERVIZIO IDROGRAFICO

Maurizio Ferla*, G. Baldin
Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale – Uff. Compartimentale di Venezia

La prima rete freaticometrica di monitoraggio italiana è stata istituita dall'Ufficio Idrografico e Mareografico del Magistrato alle Acque, organismo sorto nel 1907, a continuazione della tradizione e della scuola idrologica e idraulica veneziana sorta ancora ai tempi della Serenissima per il buon governo delle acque e la difesa di Venezia, della sua laguna e dell'entroterra veneto-friulano. Le prime sistematiche osservazioni dei livelli di falda risalgono all'inizio degli anni '20, effettuate in sei pozzi, già allora muniti di registratore continuo, posti nel territorio della bonifica polesana fra Po e Tartaro, che avevano lo scopo di raccogliere elementi per uno studio sul coefficiente udometrico della bonifica stessa. Le successive osservazioni, iniziate nel 1923 su altri 5 pozzi muniti anch'essi di registratore continuo ed ubicati in destra e sinistra Piave, erano state previste dal disciplinare di concessione della grande derivazione del Piave a Soverzene, allo scopo di seguire gli abbassamenti dell'orizzonte freatico a seguito della citata derivazione.

La pubblicazione dei primi rilievi freaticometrici compare nell'Annale del 1925, al capitolo intitolato "Geoidrologia". In poche pagine vengono riportate le caratteristiche ed i valori medi mensili di 38 stazioni di misura, di cui 11 già allora dotate di "apparato registratore"; la prima tabella era costituita dall'elenco delle stazioni, ordinate per bacino di appartenenza (aree comprese tra fiume e fiume), e per distanza progressiva dai fiumi, riportando per ognuna di esse l'anno di inizio osservazione, la quota sul medio mare del riferimento, i livelli massimo e minimo storici e le rispettive date, nonché il nome e cognome dell'osservatore preposto. Nella seconda tabella venivano riportati solamente i valori medi mensili e l'escursione annua, mentre i bollettini mensili (gli Annali erano allora pubblicati in tre volumi) riportavano i rilevamenti effettuati dagli Osservatori preposti che, ogni 3 giorni, registravano la profondità della falda freatica a partire da un riferimento locale, una borchia metallica normalmente inserita nella "vera" del pozzo, che, quotata con livellazione di precisione, consentiva poi di pubblicare i dati come quote assolute sul medio mare. Già nel 1930, a soli 5 anni dalla istituzione della rete freaticometrica, si era passati dalle iniziali 38 a 93 stazioni di rilievo; negli Annali cominciavano ad essere pubblicate, oltre alle citate tabelle, anche le prime elaborazioni, raffrontando tra loro livelli idrometrici, precipitazioni e livelli di falda, e producendo le prime locali carte ad isofreatiche e linee di uguale soggiacenza (Fig. 1) (Fig. 2) (Fig. 3).

La massima estensione della rete coincide con gli anni precedenti al 2° conflitto mondiale: nel 1935 erano 175 le stazioni sottoposte a misura; l'area della pianura veneto friulana era ormai interamente coperta e così nel 1935 è comparsa la prima carta freaticometrica completa dall'Isonzo fino al Bacchiglione. Nel 1954 gli Annali hanno subito una variazione nel formato di pubblicazione, assumendo il più pratico e a tutt'oggi utilizzato formato, passando dai tre volumi annui di formato A3, ai due volumi in formato A4. Nei primi anni '70, in coincidenza con il nascere dei nuovi soggetti di governo locale, le Regioni, le stazioni della rete di monitoraggio erano ancora 110 circa; la successiva e conseguente riduzione del personale dell'Ufficio Idrografico ha di fatto comportato una consistente riduzione dei punti di misura.

La situazione odierna

Il continuo e progressivo depauperamento delle risorse idriche sotterranee (quantizzabile proprio grazie alla lunga serie di dati raccolti dalla rete di monitoraggio freaticometrico) nonché il decadimento della qualità dei dati ottenibili da alcuni pozzi per intasamento e/o crollo (vetustà) hanno progressivamente ridotto il numero dei punti di misura della rete fino alla configurazione attuale, che conta circa 60 pozzi, di cui 3 con strumento registratore tradizionale (registrazione continua su supporto cartaceo) e 20 con strumento elettronico di rilievo e registrazione su memoria magnetica. Nel 1997, nel corso di una revisione generale della rete, è stato predisposto un archivio informatizzato delle stazioni: per ognuna di esse sono implementati su banca dati una Scheda generale comprensiva di ubicazione (planimetria 1:25.000 più stralcio planimetrico di dettaglio), fotografie, dati generali del pozzo e dell'Osservatore preposto, coordinate planimetriche ed altimetriche riferite sia a livellazione tradizionale che a rilievo mediante uso di GPS; per ogni pozzo infine il relativo file dati consente la stampa e l'elaborazione grafica dei dati mediamente dal 1984 ad oggi. La banca dati è inoltre



fornita di un file in formato Excel comprendente il valore medio annuo (media dei 120 valori rilevati nel corso di ogni anno) di ogni singolo pozzo della rete dall'inizio del proprio funzionamento fino ad oggi (o fino alla data di cessazione di esercizio); tramite la semplice elaborazione grafica realizzabile nello stesso ambito Excel, si può pertanto risalire con immediatezza all'andamento della superficie freatica nel lungo periodo (arco di parecchi decenni) lungo tutta l'area coperta dalla rete.

A titolo di esempio si riportano alcuni grafici della stazione di Pozzoleone, ubicata in destra Brenta, a poca distanza dal fiume, a sud della linea delle risorgive. La serie dati della stazione di Pozzoleone è una delle più lunghe e complete, con inizio dei rilievi fin dal 1932.

Grafico dei “Valori medi annui”: ogni punto corrisponde al valore medio annuo, ottenuto mediando i 120 valori giornalieri rilevati; i dati riguardano un arco di 70 anni; da un tale grafico si può normalmente individuare e quantificare la eventuale tendenza al depauperamento della falda. Nel caso di Pozzoleone, si evidenzia che da valori di quota prossimi a 53 m s.m.m. tipici dei primi anni '50, si è passati agli odierni valori prossimi ai 51 m, con un abbassamento del livello freatico di circa 2 m.

Grafico dei “Valori medi mensili”: ogni punto corrisponde al valore medio mensile, ottenuto mediando i 10 valori giornalieri rilevati mensilmente; un tale grafico può comprendere normalmente un arco temporale di più anni (nel grafico di Pozzoleone 3 anni, dal 1998 al 2000), e viene utilizzato per l'individuazione delle caratteristiche stagionali o per l'individuazione ad esempio di periodi particolarmente siccitosi o comunque fuori dalla norma.

Grafico dei “Valori giornalieri”: ogni punto corrisponde al valore giornaliero rilevato dagli osservatori preposti, uno ogni tre giorni, per un totale di 10 valori al mese. Da un tale grafico si possono normalmente trarre informazioni sulla entità e sul ritardo temporale di risposta della falda a singoli eventi meteorici o antropici (escavazioni, lavori in sottosuolo, rimpinguamenti, inquinamento, ecc ...).

Per quanto ridotti numericamente i pozzi della rete dell'Idrografico, con la loro serie storica di dati (fino a 70 anni e oltre) costituiscono una sorta di caposaldo di riferimento cui “allacciare” le nuove e più estese reti di monitoraggio, quelle già sorte e quelle che devono urgentemente essere realizzate, lasciando finalmente il loro ormai troppo lungo ed incompiuto stato di “progetto”.

Un esempio di rete arealmente estesa (non locale), funzionante e funzionale allo scopo ci viene fornito da quanto è stato realizzato in Friuli Venezia Giulia La rete regionale del Friuli Venezia Giulia, sorta a seguito della L.R. 11 agosto 1966 n° 21 e potenziata a seguito della L. 10 maggio 1976 n° 319, con la quale anche alle Amministrazioni regionali sono stati attribuiti specifici adempimenti nel settore del monitoraggio delle acque sotterranee, mantenuta oggi in funzione dal Servizio Idraulica della Direzione Regionale dell'Ambiente, risulta costituita da circa 330 pozzi, ubicati in tutta la pianura Friulana e nella Piana Arterga – Buia – Gemona – Osoppo; si può contare ormai su una serie storica, per alcuni pozzi, di quasi 30 anni, con dati rilevati con cadenza variabile dai 3 ai 15 giorni, implementati nella relativa banca dati, e con la periodica pubblicazione dell'andamento grafico dei livelli per ogni pozzo la cui cadenza di rilievo sia minore o uguale a 15 giorni.

Conclusioni

Come è noto, con il 31 dicembre 2001 l'Ufficio Idrografico di Venezia trasferirà parte delle proprie competenze alla Regione Veneto ed alla Regione Friuli V.G., mantenendo le funzioni istituzionali legate alla salvaguardia di Venezia. E' altresì noto che la Regione Friuli Venezia Giulia si doterà di un proprio Servizio Idrografico regionale avendone previsto la costituzione nell'apposito disegno di legge della difesa del suolo. Ciò non costituisce una novità nel nostro paese, dal momento che da circa 25 anni esistono i servizi idrografici locali nelle Regioni autonome Sardegna e Sicilia e nelle Province autonome di Trento e Bolzano. Credo che le intenzioni del Veneto siano quelle di muoversi sullo stesso piano, ed interessante sarà sentire qualche cenno da parte del rappresentante regionale.

Il nodo cruciale però di tutta la questione è quello relativo alla continuità ed alla omogeneità delle attività di sistematica osservazione idrografica nel compartimento, di cui quella relativa ai livelli di falda ne rappresenta chiaramente un sottoinsieme. A questo riguardo una volta tanto l'aspetto tecnico scientifico sembrerebbe avere avuto aggio su quelli di tipo politico- amministrativi; l'accordo Governo-Regioni del 24 maggio 2001 relativo al trasferimento alle Regioni degli Uffici Compartimentali del Servizio Idrografico e



Mareografico infatti prevede espressamente che per garantire l'unitarietà della scala bacino idrografico e la gestione delle funzioni di carattere compartimentale sono stipulati entro il 31 dicembre di quest'anno accordi tra le Regioni territorialmente interessate. Tali accordi, in particolare, garantiscono il funzionamento delle reti di rilevamento sulla base di standards fissati d'intesa con il Servizio Idrografico e Mareografico, nonché la continuità del rilevamento delle stazioni “storiche” del SIM e l'analisi, la validazione e la pubblicazione dei dati idrologici a scala di bacino idrografico. Su questo terreno sono già in fase avanzata le intese relative all'area idrografica del bacino del Po, per la quale è già pronto lo schema di convenzione che vede la partecipazione, oltre che dello stesso Servizio Idrografico e Mareografico, di ben sei Regioni, tra cui anche la Regione Veneto, e la Provincia Autonoma di Trento.

E' auspicabile, oltre che necessario, che con lo stesso criterio si proceda anche per il Compartimento Idrografico Triveneto. Riteniamo in questo senso un contributo importante non potrà che venire dall'eredità dell'Ufficio Idrografico e da quel patrimonio di dati, di reti di osservazione e conoscenze e di professionalità, il cui valore va ben al di là della storia e della statistica, ma che invece può indicare l'approccio più significativo per reimpostare lo sviluppo di quella sistematica attività conoscitiva di base necessaria per affrontare le questioni relative all'uso e alla gestione della risorsa idrica e, più in generale, della difesa del suolo.



Pozzoleone - Valori medi annui

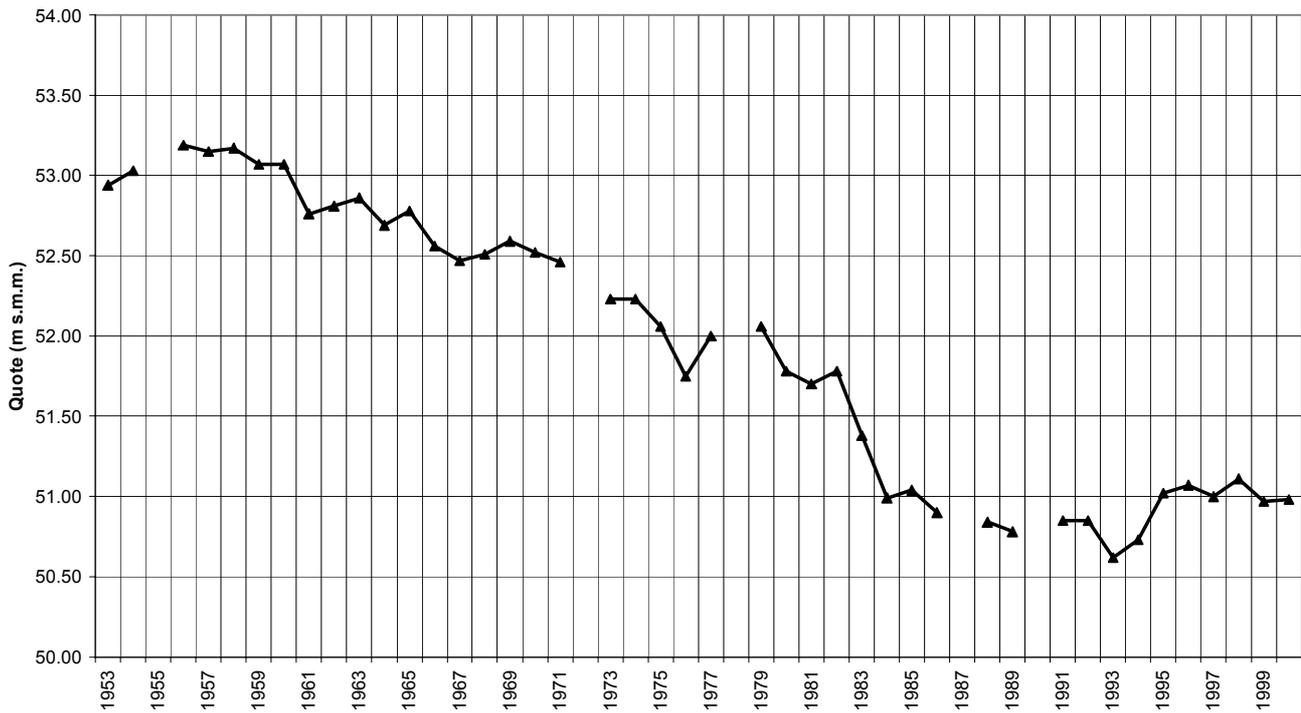




Grafico dei “Valori medi mensili” : ogni punto corrisponde al valore medio mensile, ottenuto mediando i 10 valori giornalieri rilevati mensilmente; un tale grafico può comprendere normalmente un arco temporale di più anni (nel grafico di Pozzeleone 3 anni, dal 998 al 2000), e viene utilizzato per l’individuazione delle caratteristiche stagionali o per l’individuazione ad esempio di periodi particolarmente siccitosi o comunque fuori dalla norma.

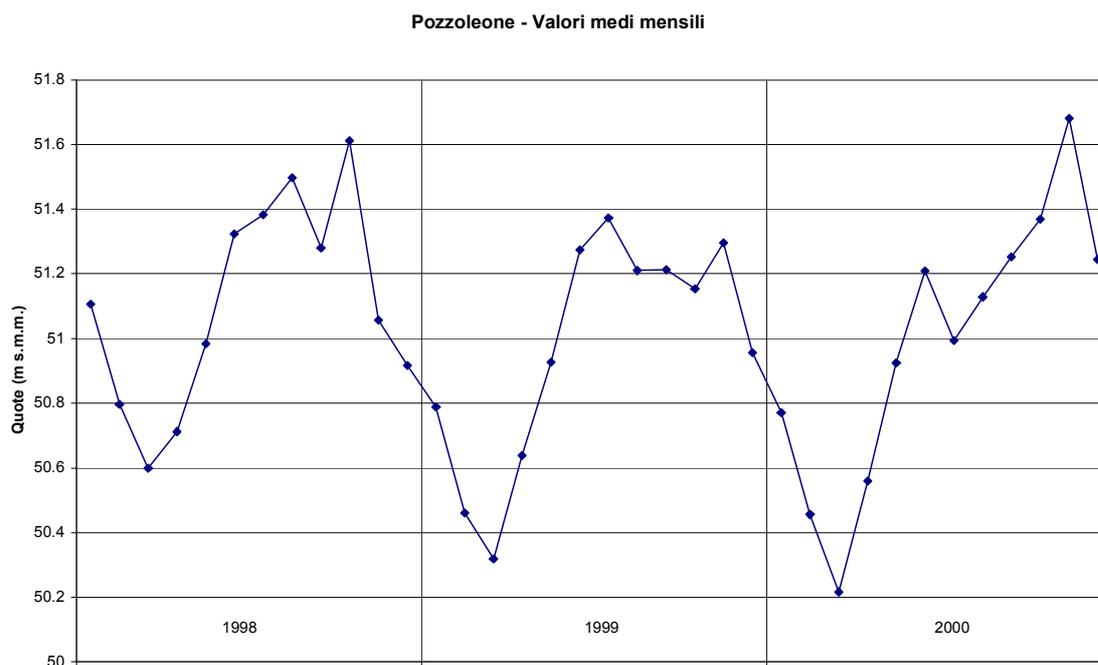
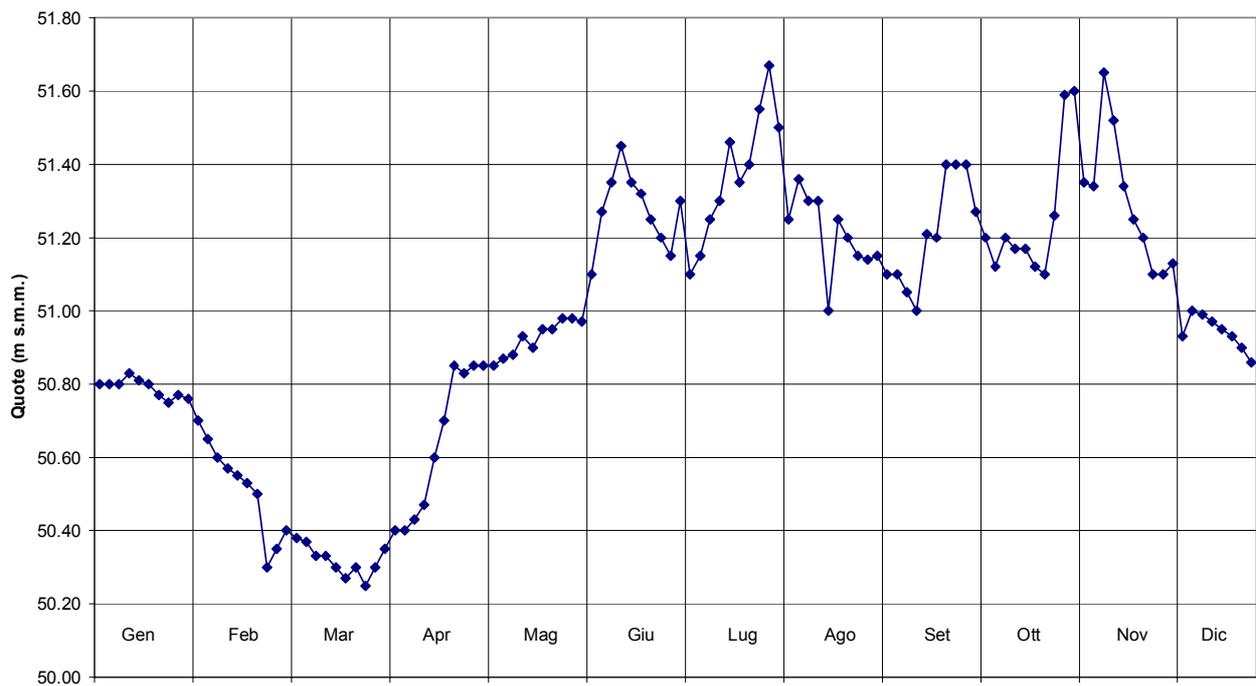




Grafico dei “Valori giornalieri” : ogni punto corrisponde al valore giornaliero rilevato dagli osservatori preposti, uno ogni tre giorni, per un totale di 10 valori al mese. Da un tale grafico si possono normalmente trarre informazioni sulla entità e sul ritardo temporale di risposta della falda a singoli eventi meteorici o antropici (escavazioni, lavori in sottosuolo, rimpinguamenti, inquinamento, ecc ...).

Pozzeleone - Valori giornalieri anno 1999



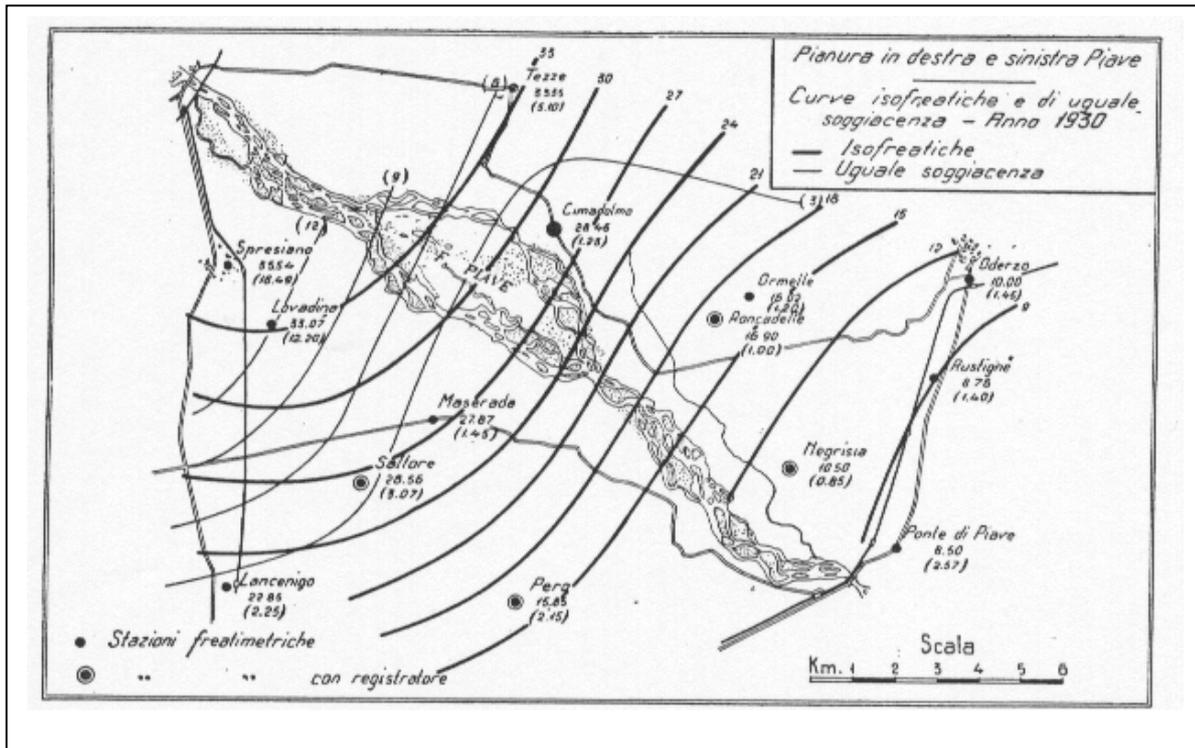


Fig. 1

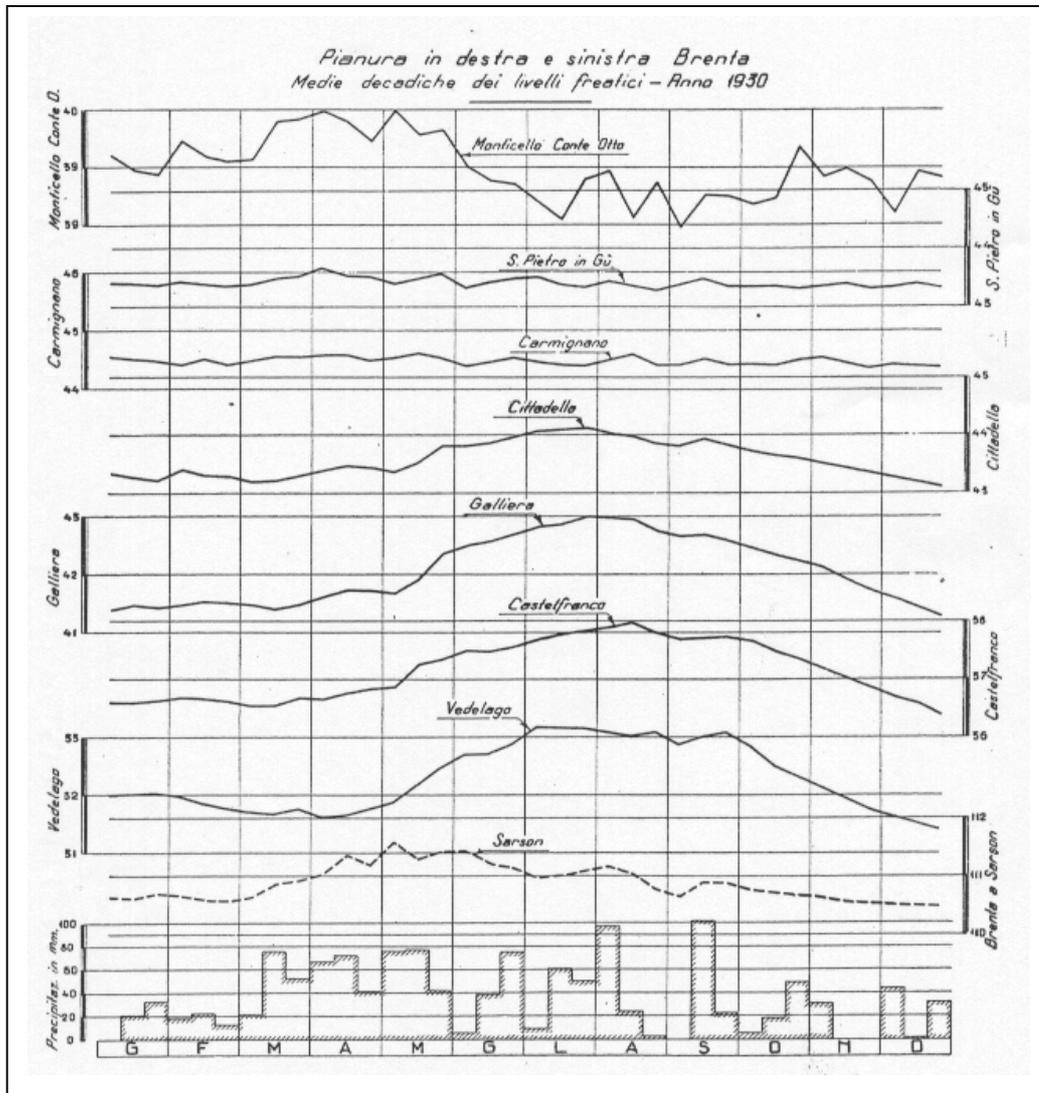


Fig. 2

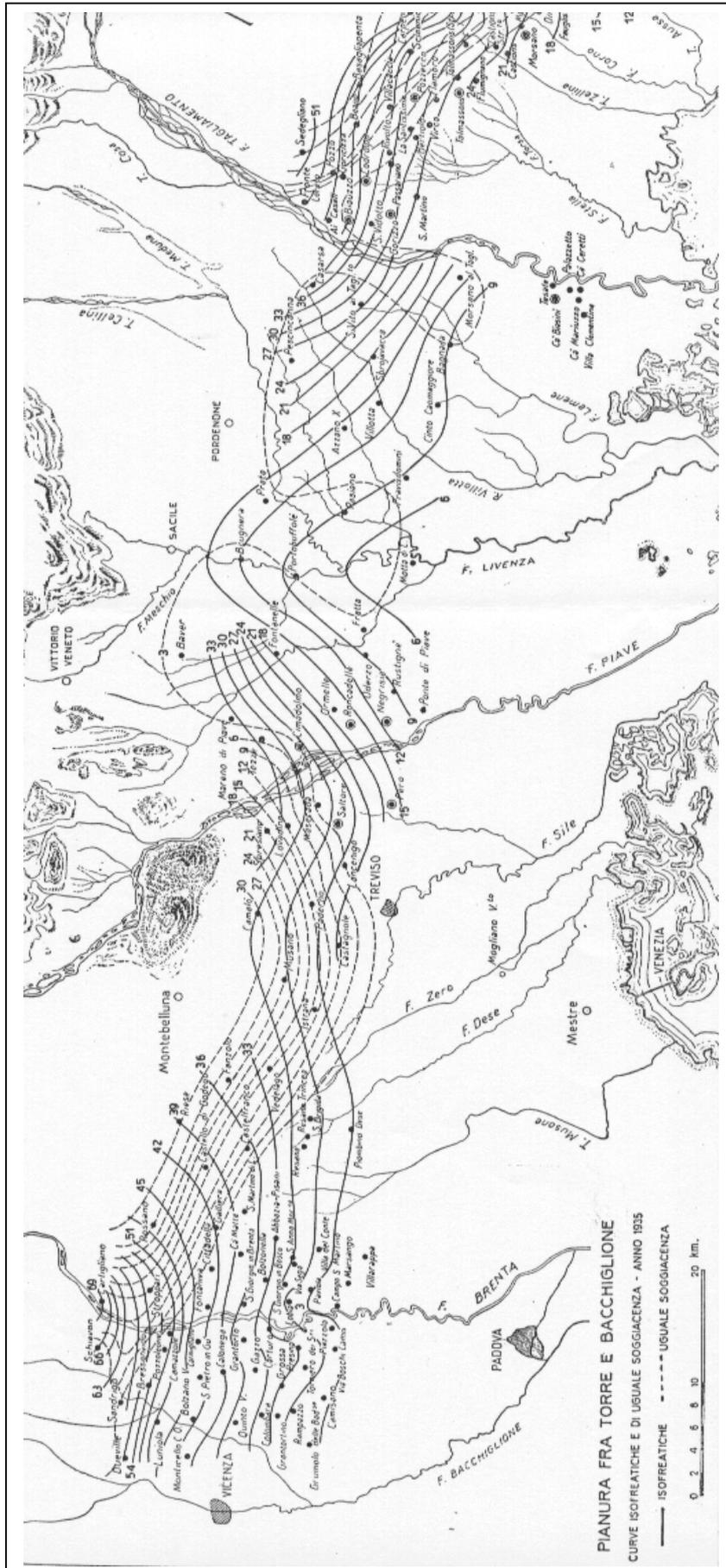


Fig. 3



IL PRELIEVO E L'UTILIZZO DELLE ACQUE SOTTERRANEE NEL VENETO RACCOLTA ED ELABORAZIONE DATI STATISTICI

Luigi Fortunato, [Enzo Zennaro](#)
Regione del Veneto – Direzione Difesa del Suolo e Protezione Civile

Premesse e finalità

L'art. 10 del Decreto Legislativo, 12.07.1993, n. 275 ha previsto che tutti i pozzi esistenti a qualunque uso adibiti, ancorchè non utilizzati, fossero denunciati dai possessori o utilizzatori, utilizzando l'apposito “modulo di denuncia”, alla Regione e alla Provincia competenti per territorio. Entro la scadenza prefissata per la presentazione sono pervenuti complessivamente alle Amministrazioni oltre 160.000 dichiarazioni di autodenuncia. L'enorme numero di notizie concernenti i pozzi denunciati consentiva in linea teorica di pervenire al censimento completo dei pozzi esistenti nel territorio regionale. A tale scopo veniva creato un apposito gruppo di lavoro per la raccolta, catalogazione ed elaborazione dei dati pervenuti, nonché per la formulazione di proposte operative inerenti la gestione amministrativa dei pozzi.

Un tale obiettivo, certamente ambizioso, si scontrava con il limitato tempo a disposizione e la scarsità di risorse reperibili all'interno dell'amministrazione regionale; si imponeva pertanto la necessità di effettuare delle scelte parziali relativamente all'utilizzo e all'analisi dei dati, tali comunque da consentire di pervenire, in tempi relativamente brevi, ad alcune conclusioni di grande interesse:

- ◆ stime sulle quantità d'acqua emunte a livello del territorio regionale, provinciale e per bacino idrografico regionale;
- ◆ suddivisione per tipologie d'uso del numero dei pozzi e delle quantità d'acqua emunte;
- ◆ valutazione economica di massima dei possibili introiti annui derivanti dall'applicazione dei canoni concessori.

Impostazione metodologica dell'indagine

Utilizzando i moduli di autodenuncia pervenuti agli Uffici del Genio Civile della Regione del Veneto, per la prima volta veniva avviato uno studio, essendo state solo parziali le indagini precedentemente svolte, le quali avevano affrontato aspetti particolari del problema andando a studiare i pozzi ubicati in territori limitati, o destinati a specifici utilizzi, o ancora interessanti determinati acquiferi, e così via.

L'indagine che ora si andava ad intraprendere doveva sottostare ad alcuni vincoli precisi

- tempo disponibile limitato a qualche mese
- risorse da utilizzare interne all'amministrazione [in particolare i Geni Civili]
- dati ricavabili dalle schede non particolarmente attendibili e non verificabili

Tra i dati da utilizzare preoccupava in particolare quello riguardante la quantità d'acqua prelevata espressa in *quantità media giornaliera*.

In considerazione del tempo e delle risorse disponibili si ritenne di non percorrere la strada della raccolta completa dei dati ricavabili dalle schede in quanto essa avrebbe richiesto la creazione di un data-base e di una notevole mole di lavoro per l'implementazione dei dati. D'altra parte le caratteristiche stesse del censimento su grande scala e la possibilità di rinviare almeno per il momento i problemi legati all'istruttoria amministrativa consigliavano di utilizzare solo pochi dati significativi. In conclusione venne deciso che l'indagine avrebbe utilizzato un numero limitato di parametri e precisamente:

- il *comune* in cui è ubicato il pozzo
- il tipo di *utilizzo* dell'acqua
- la quantità d'acqua prelevata distinta per *classi di portata*

Il dato relativo al **comune** avrebbe consentito di ricavare una mappa della distribuzione dei pozzi nel territorio regionale e non avrebbe precluso eventuali future elaborazioni dei dati a livello provinciale o di bacino idrografico o altro.

Le categorie di **utilizzi** considerate sono quelle riportate nelle schede:



1. IRRIGUO
2. DOMESTICO
3. ACQUEDOTTISTICO
4. INDUSTRIE ALIMENTARI
5. INDUSTRIALE
6. POMPA DI CALORE
7. PISCICULTURA
8. ANTINCENDIO
9. IMPIANTI SPORTIVI
10. AUTOLAVAGGIO
11. IGIENICO-SANITARIO
12. ALTRI USI

Le **classi di portata** prese a riferimento sono le seguenti:

- A. 0 - 2 mc/giorno
- B. 2 - 10 mc/giorno
- C. > 10 mc/giorno

L'indagine limitata ai soli dati sopra descritti poteva essere pertanto condotta semplicemente *contando* le schede e riepilogando i dati raccolti in prospetti predisposti allo scopo e riepilogati in fogli elettronici.

Una ulteriore perplessità si aggiungeva a quelle precedentemente esposte in merito all'attendibilità dei dati riportati nelle schede. Il dato preliminare fornito dagli Uffici regionali del Genio Civile indicava come il numero delle autodenunce presentate fosse variabile da alcune migliaia a decine di migliaia a seconda delle province. Si poneva pertanto il problema, che sarà oggetto di discussione più avanti, di come interpretare tale variabilità: in quale misura cioè accettare i dati come reali e oggettivi o piuttosto attribuire in parte la ragione di tale variabilità a una non risposta omogenea, a livello sia comunale che provinciale, nella presentazione delle autodenunce.

Riepilogo dati a livello comunale

Per ciascun comune sono stati estrapolati i dati dei pozzi relativi a:

- utilizzo
- classe di portata

Si sono pertanto ricavate delle tabelle riepilogative nelle quali sono state raccolte le informazioni essenziali delle autodenunce presentate [All. 1].

Con tali dati, opportunamente integrati con la superficie e la popolazione di ciascun comune, è stato possibile costruire delle mappe tematiche della regione per evidenziare la distribuzione complessiva dei pozzi nel territorio.

Si sono, così, ricavate 3 mappe tematiche principali [All. 2] in funzione di:

- n° totale di pozzi
- densità di pozzi per kmq
- densità di pozzi per 1.000 abitanti

Per ogni serie di dati sono stati definiti 5 intervalli di valori e ciascun comune è stato inserito all'interno della classe di appartenenza individuata nella mappa con una diversa tonalità di colore.

Come diretta conseguenza delle carte tematiche principali possono essere ricavate delle sottocarte limitate ai soli comuni compresi nello stesso bacino idrografico o comunque in un territorio regionale definito.

Possono altresì essere elaborate carte tematiche regionali riferite a particolari utilizzi o classi di portata.

Valutazioni sul bilancio idrico

Nell'interpretare i dati raccolti occorre sempre considerare le limitazioni presenti:

- nelle modalità di presentazione delle autodenunce, lasciate all'iniziativa dei singoli e pertanto con notevole incertezza circa il numero dei pozzi non denunciati, come il dato di sintesi per provincia lascia purtroppo intendere;



- nella scheda di autodenuncia dei pozzi, nella quale, per ovvie finalità di semplificazione, i dati richiesti non sempre sono riportati con la dovuta attendibilità o non sono riportati affatto;
- nelle modalità di realizzazione del censimento, dove volutamente si è rinunciato ad approfondire il dettaglio dell’analisi a favore di una maggior celerità dell’indagine senza comunque pregiudicare la sintesi conclusiva.

Si è pertanto ritenuto di procedere con estrema prudenza nel formulare conclusioni o estrapolare dati complessivi dall’indagine, facendo prevalere in ogni caso un atteggiamento di cautela. Possiamo quindi affermare che i dati riassuntivi sono da considerarsi non solo attendibili ma certamente riduttivi del fenomeno, se non addirittura la punta di un iceberg che appena lascia intravedere la complessità e l’entità dello stesso. La quantità di dati raccolti consente di fare alcune valutazioni preliminari sulle portate emunte annualmente, sia livello provinciale che regionale, che per i bacini idrografici regionali ed interregionali.

Avvalendosi della suddivisione dei pozzi censiti per classi di portata è possibile stimare un valore medio per ciascuna classe individuata:

A.	0 - 2 mc/giorno	valore medio stimato:	2 mc/giorno
B.	2 - 10 mc/giorno	valore medio stimato:	6 mc/giorno
C.	> 10 mc/giorno	valore medio stimato:	100 mc/giorno

Sulla base di questa prima valutazione forfetaria, elaborando le tabelle fornite di seguito, si ottiene, per la Regione Veneto, un valore stimato di 450 milioni di mc/anno di portata complessiva emunta.

Allo stesso modo si possono stimare 120 milioni di mc/anno per il bacino interregionale del Fissero-Tartaro-Canalbianco (per la parte ricadente in Regione Veneto), 90 milioni di mc/anno per il bacino regionale della Laguna di Venezia, 100 milioni di mc/anno per il bacino regionale del Sile, 15 milioni di mc/anno per il bacino interregionale del Lemene (per la parte ricadente in Regione Veneto). Sulla base di analoghe ipotesi è stato possibile fare ulteriori valutazioni che consentono di stimare le portate emunte per ciascun utilizzo. A questo proposito è possibile ipotizzare, con una certa attendibilità, dei valori medi differenti in funzione dei diversi utilizzi, ipotizzando per la fascia C (> 10 mc/giorno) valori medi pari a:

- 50 mc/g per i pozzi ad uso irriguo;
- 20 mc/g per i pozzi ad uso domestico;
- 200 mc/g per i pozzi ad uso acquedottistico, ind. alimentari, industriale, piscicoltura;
- 100 mc/g per i pozzi ad altro uso.

I potenziali introiti

Una valutazione preliminare degli introiti annui per canoni concessori può essere effettuata ipotizzando i presunti canoni da associare a ciascuna denuncia. Premesso che:

- per l’utilizzo “domestico” non è dovuto alcun canone;
- all’utilizzo “altri usi” non è possibile associare un canone definito per mancanza di dati certi sull’effettiva destinazione.

Dovendo far riferimento ai dati sugli emungimenti espressi in mc/giorno, a fronte della valutazione dei canoni concessori sulla base dei prelievi in l/s, si ritiene comunque attendibile assegnare:

- ⇒ un canone presunto medio pari ad un **modulo** per il N° di pozzi in **fascia C** (portata media giornaliera superiore ai 10 mc);
- ⇒ un canone presunto medio pari ad 1/2 **modulo** per il N° di pozzi in **fascia C** ad uso industriale ed industrie alimentari (portata media giornaliera superiore ai 10 mc);
- ⇒ un canone presunto medio pari al **minimo d’obbligo** per il N° di pozzi in **fascia A e B** (portata media giornaliera inferiore ai 10 mc).

Su queste basi è stato possibile costruire la tabella riportata di seguito, dalla quale si evincono introiti annui di circa 10 miliardi legati ai minimi d’obbligo, oltre a circa 25 miliardi di introiti presunti legati ai pozzi in fascia C.



DIBATTITO

CECCUCCI - Istituto Geologico della Regione Umbria

Io sono Ceccucci dell'Istituto Geologico della Regione Umbria. Vorrei fare alcune osservazioni anche se credo che non ci siano politici oggi. Dunque le acque sotterranee hanno il difetto di non scorrere alla luce del sole e conseguentemente non sono oggetto della sensibilità dell'opinione pubblica e della classe politica, ad esclusione di quando si verificano situazioni di degrado. Come già accennato da vari relatori, bisogna rilevare una totale mancanza di indicazioni operative degli studi conoscitivi. Esistono già leggi di riferimento per la tutela delle acque, però sembra, come già detto ieri dal dottor Borella, che si ha più convenienza ad intervenire a danni già fatti. A questo punto rimane da chiedersi che fare. Una tra le varie funzioni possibili è quella di finalizzare fin dall'inizio gli studi conoscitivi a soluzioni progettuali programmatiche operative, in quanto altrimenti si rischia di produrre carta e basta. In ultimo vorrei porre alla vostra attenzione, in questo panorama secondo me distruttivo in merito alla concessione delle acque sotterranee, l'importanza di costituire al più presto almeno delle zone di salvaguardia e di riserva delle acque sotterranee, come anche previsto dalla legge 152, in quanto possono costituire uno degli ultimi baluardi per garantire alle generazioni future delle adeguate risorse idriche sotterranee.

Corrado SOCCORSO - Regione Veneto - Servizio Tutela Acque

Abbiamo sentito parlare di reti di monitoraggio dell'Ufficio Idrografico e di reti della Regione Veneto. Altri monitoraggi sono in corso di realizzazione da parte delle Province. Bene, il convegno di oggi è anche un esempio di sinergia, con la Provincia di Venezia abbiamo trovato una collaborazione, affinché il lavoro di ognuno non rimanga nel cassetto, ma sia finalizzato agli adempimenti previsti dalla normativa e al raggiungimento degli obiettivi di qualità nei tempi previsti. È una raccomandazione dunque, che faccio prima a me stesso e poi ovviamente a tutte le persone che sono intervenute a questo Convegno.

ANTONIO RUSCONI - Autorità di Bacino

Grazie di questo contributo e prima di dare la parola al dottor De Paola, dico solo, faccio una brevissima considerazione, partendo anch'io dalle premesse fatte dal rappresentante del Servizio Tutela Acque della Regione Veneto.

Abbiamo sentito interventi sulle reti di monitoraggio dello Stato, della Regione, della Provincia. Bene. Speriamo che quanto prima si arrivi a una effettiva sinergia di tutte queste iniziative. Non scordiamoci di quella che potrebbe, uso il condizionale, essere la più importante rete di monitoraggio degli acquiferi, e cioè i dati che dovrebbero rilevare i concessionari, gli utenti, cioè coloro che prendono acqua dal sottosuolo.

Recentemente l'Autorità di bacino dell'Alto Adriatico ha fatto un'ordinanza con la quale in sostanza ha richiesto, ha imposto, ha decretato che si attui la legge, che si mettano dei dispositivi di misura a tutti i pozzi esistenti, si metta anche il rubinetto ai pozzi esistenti; la verifica ed il controllo di questa norma, però, è una operazione assai difficile. L'Autorità di bacino ha persino contattato molti Sindaci, che dicono di non avere uno sportello di riferimento presso le istituzioni cosiddette centrali per aprire un discorso su questo argomento.

E - altro tema importantissimo, anche questo denunciato da molti o quotidianamente da tutte le amministrazioni - si deve ritornare ad una presenza sul territorio. Corpo forestale dello Stato, funzionari della Regione, ecco, tutti questi concetti che mi pare completino quel che potrà essere il quadro ottimizzato delle reti di monitoraggio anche delle acque sotterranee, perché come diceva il Collega prima, è inutile che facciamo le reti di monitoraggio se poi puntini puntini.



CONCLUSIONI

[Pietro DE PAOLA](#)

Presidente Consiglio Nazionale Geologi

Più che la conclusione, la verità - che ognuno è in grado di fare per proprio conto - è opportuno che faccia qualche riflessione e soprattutto sottoscriva qualche impegno a valle di questi due interessanti giorni di Convegno, per i quali è opportuno fare un plauso sia alla Provincia di Venezia e sia alla Regione Veneto.

Quindi, dicevo, sottoscrivere qualche impegno che deriva appunto dalla panoramica che è stata qui felicemente esposta nelle quattro organiche sessioni svolte. Ma, la prima cosa da fare secondo me, è quella di immedesimarsi in un osservatore esterno, in un laico, in un non addetto ai lavori, e chiedergli che impressioni abbia riportato a valle di esposizioni concrete, principi, tecnologie, riferimenti normativi.

Mi trovo in una Regione peraltro avanzata, nella quale sono stati compiuti sforzi effettivi di applicazione di norme, di istituzione di Enti, di avvio di procedure operative. Quindi non parliamo della mia Regione, la Campania, dove tutto questo è in fieri. Non so quando e come si avvieranno iniziative analoghe. Ciò nonostante avendo questo panorama, avendo questa possibilità di valutazione ne avrei comunque ricavato un giudizio negativo. Si è fatto poco, si è realizzato forse ancora meno. I dubbi sono tanti e questo è in relazione ai tempi scarni di applicazione, ai ritardi sommati in questo cinquantennio per tutto ciò che attiene l'ambiente, il territorio, le risorse, la sicurezza del cittadino connessa con la gestione territoriale e ambientale.

Ecco, impressione estremamente negativa e, ripeto, il plauso è stato solennemente sottoscritto per gli Enti che si sono avviati, che hanno avuto comunque la capacità di esporre al pubblico dei fatti già concreti in questi due giorni. E allora bisogna fare ovviamente di più. Ecco perché parlavo alla fine anche di un impegno per quanto modesto, connesso alla modestia della mia rappresentanza istituzionale; qualcosa in cui ci si possa esprimere compiutamente e migliorare questo stato di fatto, questo stato di cose. Dunque allora parlavo di negatività per lo stato parziale delle conoscenze, questo è un dato di fatto, si tocca con mano. I vari relatori si sono anche sprecati nel sottolineare questa parzialità, questo avvio dello stato delle conoscenze.

E quello che mi ha anche impressionato è lo stato - io lo dico con molta franchezza - pionieristico della ricerca. Io ho avuto modo di fare più volte riflessioni sullo stato delle ricerche in generale per quanto concerne il nostro Paese. E ho dovuto, mio malgrado, sottolineare la scarsa vivacità della ricerca in genere. Ovviamente non è colpa di nessuno. I nostri ricercatori fanno quello che possono. Scarsa autonomia, scarsi i fondi, scarse risorse umane, ed è chiaro che alla fine i risultati sono questi. Voglio dire quindi che anche lo stato della ricerca è latente, è evanescente, non soddisfa l'oratore, non soddisfa l'ascoltatore che è chiamato a recepire anche istanze nuove. Tutto questo va sottolineato.

Il Consiglio Nazionale dei Geologi ha più volte tentato di mettere in vetrina i gioielli di famiglia, ma in realtà il risultato è stato sempre comunque molto scarso. Questi fatti sono di natura politica, queste sono scelte ovviamente di carattere strategico che devono investire risorse in genere di un paese. Non fa più testo niente in questo contesto territoriale, ambientale, di mancanza di tutela, di mancanza di conoscenze. E allora è auspicabile che da parte di qualcuno, da parte dei ricercatori più attenti, più sensibili, più sollecitati al nuovo si faccia un atto di coraggio: si vada verso un sistema di ricerca, io dico e lo ripeto anche in questa occasione, meno legato alle norme, agli schemi, anche avendo un carattere più anarchico, quindi più esplosivo. Questo per sollecitare le intelligenze in genere dei nostri giovani che mi auguro sempre più numerosi a percorrere questo sentiero faticoso e spinoso della ricerca in Italia. Bene, quindi che si faccia questo sforzo collegialmente, che si dia questo segno di rinnovamento come peraltro è accaduto e si registra in continuo in altri campi affini.

La Biologia ha sfondato anche i muri e le barriere dell'etica. Ma questo è discutibile in sé. Ognuno avverte i pugni sullo stomaco quando alcune affermazioni ti colpiscono nel cuore e nella mente e nella morale e nell'etica. Però tutto questo significa effervescenza, significa creatività. C'è quindi la possibilità di sfondare il muro del suono. E io mi augurerei che prima o poi, anche nel settore delle Scienze della Terra, questo



possa diventare concretezza e realtà. E questo per dare sviluppo maggiore alle cose che sono state dette qui ieri ed oggi.

Naturalmente sulla debolezza pubblica dello Stato è inutile sprecare altre parole. Tutto quello che è proponibile in questa sede deve trovare orecchie attente che possano servire, ma le orecchie ci sono? Io credo che i tempi della politica non sposano i tempi della tutela del territorio, delle questioni ambientali. Sono tempi, forse qualcuno lo ha già ricordato prima di me, non sincroni. Quindi qui c'è un altro sforzo da operare, è quello di far capire comunque al gestore politico della vicenda che deve fare uno strappo, che deve credere di più, che deve guardare verso il futuro altrimenti i principi che noi continuamente sottolineiamo, evidenziamo, in Congressi, Convegni, anche in Tribune politiche, sullo sviluppo sostenibile, sulla equità della distribuzione delle risorse, queste rimarranno esclusivamente belle enunciazioni di principio ma non avranno la capacità di incidere in una direzione positiva. E quindi da qui l'assenza di interventi operativi, la mancanza di tutela delle risorse, la mancanza di tutela dell'incolumità fisica, ecc. e tutto questo è vero, allora non dobbiamo meravigliarci che la diffusione dell'inquinamento continua, che c'è la depauperazione delle nostre risorse, delle risorse naturali in genere, l'abusivismo, i pozzi, gli sprechi, quindi le acque potabili destinate ad uso industriale o peggio ancora ad uso agricolo.

Questo è quanto si rileva con mano anche a valle di un Convegno ben organizzato, ben riuscito e ben condotto. C'è un quadro normativo da migliorare evidentemente, a parte le questioni delle enunciazioni di tipo politico.

Io ho qui sottomano una delle leggi che vanno per la maggiore in questo momento, la famosa legge 36 del 94 che è, diciamo nella sua enunciazione un po' filosofica, legislativa, tecnica, quello che era la 183 del 1989; anch'essa una bella legge di principio, ben scritta, ben sostenuta, ecc. Però poi alla fine ci siamo arresi di fronte alla mancanza di attuabilità della legge 183/89. Per la verità qualcuno di noi più attento al problema lo aveva anche previsto, perché nel momento in cui si creano diarchie, biarchie, tetrarchie o pentarchie è evidente che si finisce con il sovrapporre i poteri, motivo per cui le leggi non possono essere applicate.

Ebbene la legge 36, creata qualche anno dopo nel 94, che avrebbe dovuto risolvere il panorama di cui ci stiamo occupando in questi giorni, alla fine non ha risolto proprio niente. E sapete perché? Perché la legge 36 nella sua impostazione logico-giuridica percorre le stesse tracce della legge 183/89. Basta scorrere i primissimi articoli per capire che non poteva e non può essere applicata. L'articolo 1 ci soddisfa: la solita enunciazione brillante di principi di salvaguardia sulla quale siamo tutti d'accordo. E infatti per la tutela delle acque le dichiara tutte pubbliche: grande principio, quindi, sul quale non possiamo essere in linea di massima che d'accordo, anche se l'amico ingegnere Rusconi scuote la testa per le difficoltà giuridiche che questo comporta. Poi al punto 2 sottolinea l'attualità, l'applicabilità dello sviluppo sostenibile. Immaginate un po' se non siamo d'accordo. E poi il punto 3 sottolinea la necessità di mantenere una serie infinita di equilibri ambientali: naturalmente ci rende felici. Però, mentre si fa questa brillante enunciazione di principi etici, filosofici, ambientali, poi si passa a quello che può essere il primo groviglio, il primo intreccio istituzionale, ed ecco che qui si ricalca il difetto della 183. L'Autorità di bacino fa una cosa, e dovrebbe fare delle cose bene che peraltro erano state enunciate in tema di acqua dalla 183/89 e quindi anche l'intreccio sulle varie risorse.

Ma qui comincia il problema sull'articolo 4: le competenze dello Stato che si intrecciano con quelle delle Regioni, delle Province, dei Comuni e delle Autorità di bacino. Ed è qui che la legge naturalmente compie i primi passi falsi. La legge non è più applicabile perché tutto ciò presuppone una chiarezza di rapporti, una legittimità di rapporti, una volontà comune di non rincorrere il potere per la gestione della risorsa, ma di risolvere i problemi concreti che vanno nella tutela della risorsa, negli interessi del cittadino e quant'altro. Sappiamo che queste sono enunciazioni di principio e quindi la legge cade ancora una volta sulla buccia di banana di questi meccanismi. Io non voglio andare oltre; il resto lo lascio alla vostra immaginazione o alla vostra attenzione, o per chi non conosce ancora la legge alla lettura attenta di questa. È un lungo groviglio di intrecci che è impossibile sciogliere.

Ecco qui l'altro punto essenziale che naturalmente ciascuno di noi è costretto a evidenziare, ad annotare un'altra volta, ed a sottoscrivere come impegno, e cioè quello di una revisione, di un aggiornamento, di una integrazione normativa. Questo è quanto la nostra mente può sperare, in un futuro speriamo non infinito perché nessuno di noi campa in eterno, di potere vedere finalmente realizzata.



Ed allora quindi c'è il coacervo della 36/94, della 183/89, delle leggi pianificatorie dalla 1150 del 1942 a tutte le leggi di settore che devono essere per forza di cose organizzate, altrimenti non ne usciamo più. Ciascuno di noi fa quello che può, gli Enti che sono chiamati, e che assumono delle responsabilità, fanno quello che possono, con gli scarsi mezzi a disposizione, dotati probabilmente più di buona volontà personale che di sostegno effettivo, normativo, è fatale.

E allora io francamente concluderei perché il nocciolo del discorso è stato sufficientemente raffigurato e portato alla vostra attenzione. Anzitutto occorre quindi incrementare la ricerca, che la ricerca debba avere quello sviluppo a cui aspiriamo è un dato di fatto e non se non può fare a meno, tanto più che si tratta di conoscenze che riguardano sistemi fisici complessi. E anche qui gran dire sulla complessità di questi sistemi e sulla difficoltà di conoscerli, sulla difficoltà di modellarli e quant'altro. E tutto questo va fatto in termini estremamente concreti. E quindi il potenziamento della conoscenza specifica in termini di interazioni che non possono essere solo di carattere geologico ma che dovrebbero abbracciare, e sicuramente abbracceranno, interrelazioni di carattere chimico, fisico, biologico e quant'altro e relativa modellizzazione di tutti i tipi: numerica, fisica, ecc. Quindi poi omogeneizzare i sistemi applicativi. Questo è uno dei punti più importanti. Non basta quindi la ricerca. La ricerca fa la ricerca che può creare mille canali, mille rivoli o mille direttrici o mille risultati. Ma dopo, alla fine, è il risultato ultimo quello che deve essere applicato, dev'essere omogeneizzato. Ciascuno di noi può fare proprio un certo tipo di risultato di ricerca ed applicarlo, mentre un altro Ente ne fa un altro per conto suo; questo è un rischio che stiamo correndo e che corriamo anche, per esempio, con l'applicazione delle leggi conseguenti a Sarno, al D.L. 180, dove per la franosità ognuno si è creato la propria modellistica in mancanza di una normativa tecnica che possa omogeneizzare: ecco l'applicazione territoriale.

Qui corriamo lo stesso rischio. Le carte della vulnerabilità, per esempio: è chiaro che c'è una modellizzazione fatta dal CNT ma sappiamo che altri gruppi di ricerca si adattano a trovare altre cose. Benissimo, la ricerca è una cosa, lo Stato deve poi decidere attraverso una normativa tecnica per rendere omogenei i risultati leggibili, applicabili, confrontabili, correlabili statisticamente, ecc.; dobbiamo quindi omogeneizzare l'applicazione e poi stimolare le Regioni a dare corso alle coperture territoriali. Questo mi pare un dato di fatto. Alcune, le vostre fortunatamente sono molto più avanti rispetto ad altre che non si sono mosse per niente, e quindi anche questo è un punto essenziale. L'altro è la revisione del corpo legislativo, per le ragioni che vi dicevo poc'anzi. Oggi pomeriggio qualche relatore faceva riferimento ad un'importante Direttiva Europea, la 2060. E poi soprattutto, quello che dicevo all'inizio, ricordare i tempi diversi della politica e dell'interesse per l'ambiente.

Cosa posso sottoscrivere io nella mia veste istituzionale di Presidente del Consiglio Nazionale dei Geologi che in questa veste si occupa delle leggi in itinere e si preoccupa di correlarsi con lo Stato. Ecco, dicevo, anche per me è utile partecipare a questo tipo di Convegno, perché naturalmente questa è esperienza che va a collocarsi in un certo ambito di conoscenze ed a costituire poi quei tasselli che alla fine ci consentono di essere più propositivi verso le istituzioni. Io credo che alcune di queste cose, di questi punti essenziali, noi possiamo sottoscriverli come impegno del Consiglio Nazionale a stimolare il Governo perché possano diventare cose concrete. In particolare mi sentirei di sottoscrivere il punto 2, per la omogeneizzazione per la rappresentazione di fenomeni, e quindi attraverso una normativa tecnica. Ecco, questa è una delle cose che possiamo senz'altro postulare. Poi il punto 4, mi sono annotato, l'integrazione delle competenze istituzionali di vari Enti, quindi questo raccordo normativo. Ed il punto 5 che è proprio la Revisione del corpo normativo già esistente perché possa essere finalmente applicabile.