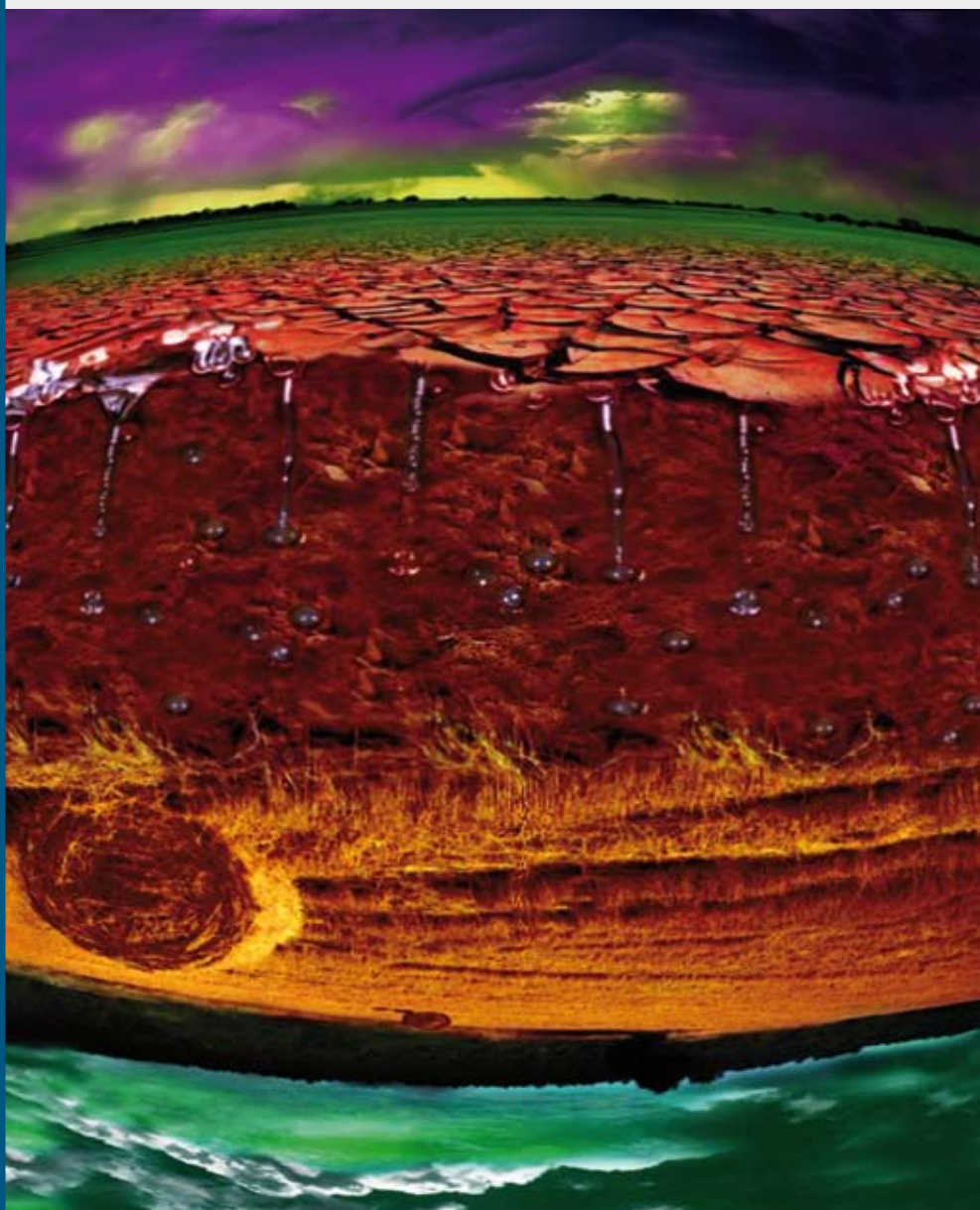


ACQUA IN PIANURA PREZIOSA QUELLA PROFONDA, TALVOLTA TROPPO QUELLA SUPERFICIALE



**cordar**  
S.P.A. BIELLA SERVIZI

**CONVEGNO 12 MARZO 2009  
SALA SEMINARI CITTÀ STUDI**





*“La gestione delle risorse idriche del sottosuolo della pianura biellese è sempre più condizionata dallo sviluppo delle aree urbanizzate, con forti limitazioni all’utilizzo per scopi potabili.*

*Nel contempo l’estensione delle superfici impermeabilizzate porta ad amplificare le problematiche legate allo sgrondo delle acque meteoriche, con oneri economici rilevanti per la messa in sicurezza degli abitati.*

*Questi i temi affrontati nel convegno, apparentemente antitetici ma strettamente legati alla gestione del territorio e del ciclo dell’acqua.”*



- ORE 14.15** REGISTRAZIONE PARTECIPANTI
- ORE 14.45** SALUTI ED APERTURA CONVEGNO  
ING. STEFANO GALLI - DIRETTORE TECNICO DI CORDAR S.P.A.  
BIELLA SERVIZI

## 1° PARTE - *Risorse idriche della pianura*

- ORE 15.00** ANTICIPAZIONI SUL PROGETTO DI  
CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA  
DELL'ACQUIFERO PROFONDO NELLA PIANURA  
VERCELLESE E BIELLESE  
RELATORE DOTT. CESARE CUZZI - RESPONSABILE UFFICIO  
TECNICO ATO N. 2 PIEMONTE
- ORE 15.20** IDROGEOLOGIA E STRUTTURE PROFONDE  
DELL'ALTA PIANURA BIELLESE  
RELATORE DOTT. BRUNELLO MAFFEO
- ORE 15.40** POZZI PER ACQUA AD USO POTABILE PUBBLICO:  
ASPETTI TECNOLOGICI  
RELATORE DOTT. GIANFRANCO GARDENGHI
- ORE 16.00** CRITICITÀ AMBIENTALI NELLA COSTRUZIONE  
DELLE SONDE GEOTERMICHE  
RELATORE PROF. ING STEFANO CHIARUGI
- ORE 16.20** COFFEE BREAK

## 2° PARTE - *Acque meteoriche ed urbanizzazione*

- ORE 16.40** IL PRG DI VIGLIANO BIELLESE. LA WFD 60 – 2000  
NEL TERRITORIO: UN TENTATIVO  
RELATORE ING. DAVIDE MARTINER TESTA
- ORE 17.00** SITUAZIONE NORMATIVA E PROSPETTIVE  
RELATORE ING. STEFANO GALLI



## **“ANTICIPAZIONI SUL PROGETTO DI CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA DELL’ACQUIFERO PROFONDO NELLA PIANURA VERCELLESE E BIELLESE”**

**Cesare Cuzzi**

L’intervento dà un’anticipazione di un lavoro non ancora pubblicato ma in avanzata realizzazione che riguarda la caratterizzazione idrogeologica dell’acquifero profondo della pianura vercellese e biellese. Il lavoro è stato svolto, su incarico della Provincia di Vercelli e dell’Autorità d’Ambito n. 2, dallo studio associato Ecogeo di Torino, del Prof. De Luca e del Dr. Morelli, con i quali in una prima fase ha collaborato Ecostudio del Prof. Sandro Terrugi.

I programmi di indagine sono iniziati nel 2004 coprendo il settore occidentale della pianura in Provincia di Vercelli e sono proseguiti a tutt’oggi coprendo la pianura vercellese e biellese e dal settore alessandrino a Nord del Fiume Po. In particolare, il settore di interesse risulta compreso tra il Fiume Po a Sud, il Fiume Dora Baltea e le morene della Serra di Ivrea ad Ovest, il Fiume Sesia ad Est, le pendici delle colline del biellese meridionale e della bassa Valsesia a Nord.

Lo scopo dello studio è quello di giungere ad un quadro idrogeologico dettagliato degli acquiferi profondi della pianura vercellese e biellese, che possa rappresentare un supporto agli strumenti di pianificazione e gestione del territorio finalizzati a salvaguardare le risorse idriche sotterranee della zona di pianura oggetto di studio, ed il proseguimento delle utilizzazioni in atto destinate al consumo umano delle risorse idriche stesse in condizioni di sicurezza igienico - sanitaria ed al riparo dai rischi di inquinamento ai sensi della normativa vigente (L. R. 30 aprile 1996, n. 22 “Ricerca ed uso delle acque sotterranee” che tratta tra l’altro della conformità delle captazioni al divieto di fare venire a contatto acque di falda superficiale con acque provenienti dalla falde profonde; D. G. R. 26 aprile 1995, n. 102 - 45194, D. P. G. R. 29 luglio 2003, n. 10/R che tratta delle autorizzazioni alla trivellazione di pozzi e del D.P.G.R. 11.12.2006 n. 15/R che tratta delle aree di salvaguardia delle captazioni acquedottistiche).

Partendo dai dati esistenti costituiti da una serie di colonne stratigrafiche di pozzi e piezometri terebrati nell’acquifero profondo, integrati da una serie di prove di pompaggio a portata costante di lunga durata, si sono prodotti una serie di elaborati cartografici come una serie di sezioni stratigrafiche, una carta piezometrica dell’acquifero profondo, una carta della base dell’acquifero superficiale, una carta delle aree di ricarica, transizione e drenaggio ed una carta della vulnerabilità dell’acquifero profondo.

Durante la fase di ricerca bibliografica è stata condotta un’accurata indagine sui dati pregressi relativi a sondaggi, pozzi e piezometri presenti nell’area di studio attingendo dagli archivi stratigrafici delle Province di Biella e Vercelli, della Regione Piemonte e dell’Università degli Studi di Torino.

Per la scelta tra i numerosi dati a disposizione è stata condotta un’analisi sulla qualità e sulla distribuzione spaziale degli stessi, con particolare riferimento alle caratteristiche litostratigrafiche e, per i pozzi, di completamento. I dati giudicati attendibili sono stati riportati nella relativa “Carta dell’ubicazione dei pozzi con stratigrafia”. Tra i dati riportati nella suddetta carta è stata in seguito operata un’ulteriore scelta finalizzata ad individuare le stratigrafie idonee per la realizzazione delle sezioni litostratigrafiche.

Per la realizzazione delle sezioni litostratigrafiche sono stati scelti i sondaggi, i pozzi ed i piezometri che per caratteristiche, profondità, qualità della stratigrafia e distribuzione areale permettessero una migliore ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo. In totale, correlando tra loro i dati di circa 200 stratigrafie, sono state individuate n° 11 sezioni orientate Est Ovest e n° 10 sezioni orientate Nord Sud. Le sezioni litostratigrafiche sono state realizzate utilizzando una scala delle altezze pari a 1:2.000 ed una scala delle lunghezze pari a 1:20.000. Per una semplificazione, nella rappresentazione sono state distinte sei litologie:

- depositi eterometrici caratterizzati da ghiaie sabbioso - limose grossolane e trovanti di grosse dimensioni;
- ghiaie, ghiaie e sabbie talora con ciottoli. Depositi a componente prevalentemente ghiaiosa;
- ghiaie alterate con una elevata matrice argillosa;
- sabbie, sabbie con poca ghiaia, sabbie fini. Depositi a componente prevalentemente sabbiosa;
- limi, argille, limi sabbiosi, argille con sabbia;
- depositi marnoso - pelitico - siltosi con intercalazioni detritiche cementate costituenti la Platea sepolta di Trino Vercellese.

In tal modo alcune lenti di spessore molto ridotto sono state accorpate, in base alle caratteristiche, ai sedimenti sotto o soprastanti. I depositi glaciali, presenti nel settore nord-occidentale, sono stati rappresentati come un unico complesso di notevole spessore al cui interno sono presenti terreni grossolani e fini; le rapide variazioni laterali di facies e la scarsità di dati stratigrafici non consentono infatti di distinguere i singoli livelli a diversa granulometria.

Per la realizzazione della carta piezometrica della falda profonda sono stati individuati i pozzi idonei all'effettuazione della misura del livello piezometrico.

Sono stati utilizzati solo pozzi provvisti di stratigrafia nota e con i filtri intercettanti la sola falda profonda.

Sono stati contattati 40 gestori/proprietari di pozzi per valutare la disponibilità e la possibilità di effettuare una misura del livello piezometrico della falda profonda

Le misure di livello piezometrico si sono sviluppate nell'arco di due mesi, dalla fine di Settembre 2007 alla fine di Novembre 2007, per un totale di 52 misure integrati con i dati ricavati da fonti bibliografiche.

Nell'acquifero profondo la direzione prevalente di deflusso delle acque sotterranee è orientata Nord Ovest - Sud Est; tale direzione diventa circa Nord - Sud nel settore nordorientale dell'area, tra il Torrente Rovasenda ed il Fiume Sesia. La soggiacenza della falda idrica dell'acquifero profondo, ovvero la distanza tra piano campagna e livello piezometrico, è variabile tra 0.45 e 46.80 metri; localmente (Pozzo 46 e Pozzo 25), si è riscontrata una condizione di artesianesimo con una risalita della falda al di sopra del piano campagna rispettivamente di 0.45 e 2.30 metri. Le isopieze relative alla falda idrica dell'acquifero profondo presentano un andamento blando, con curve a largo raggio, mentre quelle della falda superficiale sono maggiormente influenzate dall'andamento della topografia e dal reticolato idrografico col quale sono in stretta connessione, presentando un andamento generalmente più irregolare e all'incirca parallelo alla topografia.

Al fine di caratterizzare da un punto di vista idrodinamico l'acquifero profondo sono stati utilizzati dati relativi a:

- prove di pompaggio eseguite nel corso del presente studio;
- prove di pompaggio raccolte durante la fase di ricerca bibliografica presso gli Archivi del Settore Risorse Idriche delle Province di Biella e Vercelli.



Per quanto riguarda le prove di pompaggio di nuova esecuzione è stata stabilita, di volta in volta, l' idoneità del pozzo sulla base dei seguenti criteri:  
posizione dei filtri al di sotto della base dell' acquifero superficiale;  
possibilità di spegnimento del sistema di emungimento almeno 6 ore prima dell' inizio della prova;  
possibilità di eseguire un emungimento a portata costante dal pozzo per un tempo significativo;  
condizioni di scarico dell' acqua durante la prova (il pozzo non deve immettere l' acqua in rete o asservire a serbatoi di accumulo in quanto queste funzioni potrebbero influire sulla validità della prova a causa di eventuali variazioni di portata);  
possibilità di eseguire misure di livello piezometrico.

Verificate le condizioni sopra elencate, sono stati individuati n°3 pozzi sui quali sono state eseguite prove di pompaggio a portata costante. Durante la ricerca bibliografica sono stati raccolti dati relativi a 40 prove di pompaggio, in particolare quelle utilizzate per la definizione delle aree di salvaguardia con criterio cronologico.

Per quanto riguarda l' interpretazione dei dati, trattandosi di prove su pozzo singolo, è stato ricavato il valore di Trasmissività dell' acquifero interessato mediante il metodo di Jacob. Ricondiamo che la trasmissività è il volume d' acqua che fluisce attraverso una sezione di larghezza unitaria e di altezza pari allo spessore dell' acquifero, nell' unità di tempo e sotto un gradiente idraulico unitario. Per quanto riguarda la distribuzione areale del dato le informazioni non sono sufficienti a definire delle vere e proprie fasce a diversa trasmissività, tuttavia questa sembrerebbe aumentare procedendo da nord ovest verso sud est.

Per la realizzazione della "Carta della base dell' acquifero superficiale" si è fatto riferimento alla ricostruzione litostratigrafica eseguita. I dati litostratigrafici a disposizione sono stati utilizzati al fine di elaborare, per il settore di pianura oggetto di studio, una versione aggiornata dell' andamento della base dell' acquifero superficiale. La "Carta della base dell' acquifero superficiale" è stata realizzata con un' equidistanza fra le isolinee pari a 5 metri.

Le quote assolute della base dell' acquifero superficiale risultano comprese tra 50 m s.l.m., nel settore SE dell' area e 345 m s.l.m., nel settore dei terrazzi rissiani e mindelliani della Provincia di Biella. In quasi tutto il territorio oggetto di studio la base dell' acquifero mostra un andamento digradante da Nord Ovest verso Sud Est, con isolinee più ravvicinate nel settore dei terrazzi. La profondità media della base dell' acquifero superficiale dal piano campagna nell' area di studio è di circa 35 m. Rispetto all' andamento generale fa eccezione il settore in corrispondenza ai Comuni di Crescentino, Fontaneto Po, Palazzolo e Trino dove, a causa delle falde di sovrascorrimento del Monferrato sulla Pianura Padana (depositi miocenici marnosi ed impermeabili che costituiscono la cosiddetta "platea sepolta di Trino"), la base dell' acquifero si trova a profondità inferiori.

Per individuare l' andamento della base dell' acquifero superficiale è stata prestata particolare attenzione alla frequenza in profondità ed alla continuità laterale dei livelli fini attraversati dalle stratigrafie correlate nelle sezioni litostratigrafiche.

Veniamo ora alla delimitazione delle aree di ricarica, transizione e drenaggio dell' acquifero profondo. Si è partiti dalla considerazione che in ogni sistema di flusso, il deflusso idrico sotterraneo avviene da zone di ricarica verso le zone di drenaggio attraverso una zona di transizione; l' unità, così definita, costituisce appunto un sistema di flusso e può corrispondere ad uno più acquiferi.

Il motore del deflusso è la differenza di quota piezometrica che genera gradienti idraulici. Le zone di ricarica aree di alimentazione sono costituite dalle aree poste in prossimità dei rilievi, dove le acque sotterranee sono alimentate per l' infiltrazione delle precipitazioni

efficaci, per perdita dei corsi d'acqua e/o travaso da acquiferi limitrofi. In tali zone il flusso ha una forte componente verticale verso il basso. Nelle zone di transizione prevale la componente laterale del flusso; esse rappresentano il raccordo tra le zone di ricarica e quelle di drenaggio. Le zone di drenaggio o recapito, si localizzano in corrispondenza di corsi d'acqua, delle superfici di acqua libera. In tale zone il flusso ha una forte componente verticale verso l'alto.

Per l'elaborazione della "Carta delle zone di ricarica, di transizione e di drenaggio" è stato utilizzato un insieme di considerazioni:

- analisi della topografia dell'area poiché le aree topograficamente più elevate corrispondono in genere alle aree di ricarica dei vari sistemi di flusso mentre le aree più depresse, e quindi in posizione più distale dai rilievi, corrispondono invece alle zone di drenaggio;
- analisi della "Carta piezometrica dell'acquifero profondo": si sono individuate le direzioni di deflusso che permettono una prima grossolana individuazione delle aree di ricarica tramite il tracciamento delle linee di flusso, in quanto le aree di ricarica si trovano nelle zone di origine delle linee di flusso, mentre quelle di drenaggio nelle zone di arrivo e termine delle linee di flusso stesse;
- ricostruzione litostratigrafica del sottosuolo tramite la realizzazione di n° 21 sezioni litostratigrafiche per individuare la distribuzione e la geometria degli acquiferi e analisi della "Carta della percentuale di livelli fini nell'acquifero profondo". Le aree dove si verifica una buona interconnessione con livelli acquiferi più superficiali rappresentano le aree di probabile ricarica degli acquiferi profondi;
- sovrapposizione delle carte piezometriche dell'acquifero superficiale e dell'acquifero profondo e calcolo della differenza di carico piezometrico tra l'acquifero superficiale e quello profondo in ogni punto.

Si sono così delineate tre situazioni principali:

- a) La quota piezometrica dell'acquifero superficiale è maggiore di quella dell'acquifero profondo con una differenza  $> 5$  m: in queste aree il flusso a scala regionale ha anche una componente verticale discendente e quindi le aree possono essere definite come aree di potenziale ricarica.
- b) La quota piezometrica dell'acquifero superficiale è simile al carico idraulico dell'acquifero profondo con una differenza circa uguale ( $\pm 5$  m): in queste aree il flusso a scala regionale ha una componente sub orizzontale e la componente verticale è trascurabile. Tali aree possono essere definite come aree di transizione.
- c) La quota piezometrica dell'acquifero superficiale è minore del carico idraulico dell'acquifero profondo con una differenza  $> 5$  m: in queste aree il flusso a scala regionale ha anche una componente verticale ascendente; tali aree possono essere definite come aree di potenziale drenaggio (o recapito).

La ricarica e il drenaggio sono definiti potenziali poiché la possibilità che avvenga un significativo scambio idrico tra acquifero superficiale e profondo dipende anche dalla presenza e dalle caratteristiche di livelli confinanti a bassa permeabilità.

L'entità dello scambio tra acquifero superficiale e acquifero profondo è quindi condizionato dall'assetto litostratigrafico, ovvero dalla percentuale di livelli fini confinanti.

Al fine di valutare anche il fattore assetto litostratigrafico si sono prese in considerazione le stratigrafie utilizzate per la ricostruzione litostratigrafica che risultavano filtrare l'acquifero profondo per almeno 50 metri (circa 130 stratigrafie) e, per ognuna, è stata calcolata la percentuale di livelli fini dalla base dell'acquifero superficiale a fondo pozzo; i risultati ottenuti sono poi stati riportati nella "Carta della percentuale di livelli fini nell'acquifero profondo" seguendo la seguente suddivisione in classi:

- 0 - 25 %
- 25 - 50 %

- 50 - 75 %
- 75 - 100 %

L'osservazione della carta permette di notare una più ridotta percentuale di livelli fini nell'acquifero profondo:

- nella porzione meridionale dell'area, lungo una fascia che si estende dal Comune di Saluggia a Tricerro fino a Caresana (Provincia di Vercelli).
- nel settore settentrionale ed occidentale dell'area, in una fascia compresa tra i Comuni di Cavaglià e Massazza (Provincia di Biella) fino ai Comuni di Lenta e Gattinara (Provincia di Vercelli);
- alla confluenza dei Torrenti Elvo, Cervo, Rovasenda e Marchiazza nei Comuni di Collobiano e Villarboit;
- a ridosso della Platea sepolta di Trino nel Comune di Crescentino (in questo settore la percentuale di fini si riduce anche a valori < 25%).

Le zone in cui la percentuale di livelli fini risulta minore costituiscono delle aree dove il flusso idrico tra acquifero superficiale e profondo, a parità di differenza di carico, è potenzialmente maggiore.

La valutazione di tutte le componenti descritte in precedenza ha consentito di elaborare la "Carta delle aree di ricarica, di transizione e di drenaggio". L'analisi ha permesso di suddividere il territorio in esame in tre principali settori. Area di ricarica: si colloca nel settore Nord-orientale dell'area di studio e si presenta allungata in senso Sud Ovest - Nord Est, qui è maggiore il carico idraulico della falda superficiale; la differenza di carico diminuisce progressivamente in direzione Sud Est, verso il centro dell'area indagata. Le aree di ricarica risultano quindi comprendere: la fascia altimetricamente più rilevata e con maggiore pendenza della superficie topografica e le zone delle conoidi fluvio-glaciali più prossimi ai rilievi. In gran parte di questa fascia le percentuali di livelli fini nell'acquifero profondo risultano ridotte.

Area di transizione: rappresenta il settore centrale dell'area di studio, allungato secondo una fascia che si estende in direzione NE - SW, in cui i valori del carico idraulico dei due acquiferi tendono ad equivalersi con una componente del flusso a scala regionale tendenzialmente suborizzontale con direzione all'incirca Sud Est.

Area di drenaggio: sono i settori a ridosso del Torrente Cervo e del Fiume Sesia, dai rilievi in Provincia di Biella fino alla confluenza nel Fiume Po in Provincia di Alessandria. In questa porzione del territorio i valori del carico idraulico dell'acquifero superficiale sono minori dei valori dell'acquifero profondo. L'area di drenaggio individuata a sud dell'area di studio potrebbe, invece, essere conseguente alla presenza dei depositi impermeabili della Platea sepolta, che provocano un innalzamento del livello piezometrico dell'acquifero profondo creando anche una locale condizione di artesianesimo nel Comune di Crescentino.

Per la valutazione della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero profondo della pianura vercellese e biellese è stato utilizzato il metodo GOD (Foster et Alii, 2002). La sintesi dell'elaborazione è visualizzata nella "Carta della vulnerabilità del complesso acquifero profondo".

Il metodo GOD è un sistema di valutazione parametrico composto da tre parametri d'ingresso a cui si attribuiscono dei punteggi secondo uno schema grafico a cascata; si ottengono così per ogni punto considerato i 3 valori numerici che, moltiplicati tra loro, forniscono l'indice di vulnerabilità finale. I tre parametri presi in considerazione sono:

G: il tipo di acquifero interessato (acquifero libero, semilibero, semiconfinato, confinato, artesianesimo, assente);

O: le caratteristiche litologiche della zona non satura o dei livelli confinanti;

D: la soggiacenza dell'acquifero libero o la profondità del tetto dei livelli confinanti.

L'analisi delle stratigrafie nella zona in esame la presenza di un acquifero profondo costituito

da un complesso multifalda, cioè partizionato al suo interno. L'acquifero profondo è stato suddiviso in porzioni, numerate progressivamente a partire dal piano campagna, secondo lo schema seguente:

o1° porzione: base acquifero superficiale - 60 m da p.c.

o2° porzione: 60 - 90 m da p.c.

o3° porzione: 90 - 120 m da p.c.

o4° porzione: 120 - 150 m da p.c.

o5° porzione: 150 - 180 m da p.c.

Per ognuna delle suddette porzioni di acquifero profondo è stata realizzata la rispettiva carta della vulnerabilità intrinseca secondo il metodo GOD.

Le "Carte della vulnerabilità intrinseca dell'acquifero profondo" presentano nella quasi totalità dell'area di studio una vulnerabilità "bassa" o "trascurabile". Infatti, se nella carta della vulnerabilità relativa al primo livello di acquifero profondo, compreso tra la base dell'acquifero superficiale e 60 metri di profondità, la maggior parte dell'area di studio risulta caratterizzata da una vulnerabilità "BASSA", a partire dalla profondità di 60 metri dal piano campagna la vulnerabilità diventa quasi ovunque "TRASCURABILE" e si mantiene tale anche nei livelli più profondi dell'acquifero.

Tutte le tematiche elencate sono state digitalizzate in ambiente ArcView, in modo da consentire un aggiornamento periodico con i dati derivanti da nuove campagne conoscitive.

E' importante sottolineare come lo studio apporti nuovi elementi relativamente alla conoscenza dei sistemi di circolazione idrica profonda.

In particolare, le elaborazioni eseguite hanno consentito di definire:

- la geometria degli acquiferi profondi, lo spessore e la continuità dei livelli confinanti;
- la vulnerabilità degli acquiferi profondi e la variazione della stessa con la profondità;
- l'estensione delle aree di ricarica;
- una più esatta definizione dell'interfaccia tra acquifero superficiale e profondo.

Dal punto di vista della protezione delle acque sotterranee nel quadro più generale della pianificazione territoriale, tali informazioni potranno essere utili:

- nel campo della definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi acquedottistici;
- nella definizione delle limitazioni delle attività potenzialmente impattanti nelle zone a maggiore vulnerabilità e nelle aree di ricarica delle falde profonde (attività agricole, cave sotto falda, impianti di smaltimento rifiuti, centri di potenziale pericolo);
- nell'individuazione dei pozzi da ricondizionare, come previsto dall'attuale Normativa Regionale, in quanto opere che potenzialmente mettono in comunicazione l'acquifero superficiale e l'acquifero profondo

## IDROGEOLOGIA E STRUTTURE PROFONDE DELL'ALTA PIANURA BIELLESE

**Brunello Maffeo**

Il Biellese, territorio pur caratterizzato da cospicue precipitazioni meteoriche, non possiede importanti risorse idriche sotterranee, né in montagna né in pianura. In questa area non sono infatti presenti, o sono poco diffuse, rocce o formazioni che possano costituire significativi serbatoi geologici, cioè acquiferi ove concentrare e immagazzinare temporaneamente le acque di infiltrazione, modulando così nel tempo gli incostanti, seppur notevoli, afflussi meteorici.

La scarsità di risorse idriche del settore montano è legata alla diffusione di rocce silicee, ove non possono instaurarsi e svilupparsi circuiti di tipo carsico e quindi avere bacini ipogei estesi. Le pur intense piogge del Biellese si infiltrano ed imbibiscono le coltri eluviali superficiali, ma trovando un substrato sostanzialmente impermeabile defluiscono rapidamente lungo il reticolato idrografico, in minima parte alimentando le risorse sotterranee.

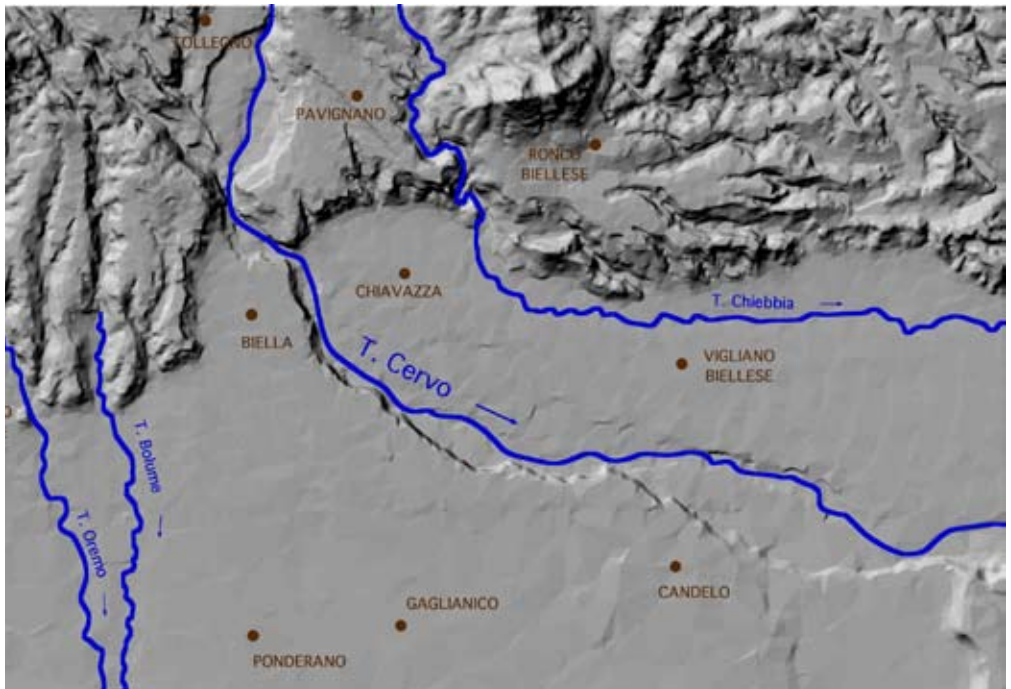


FIGURA 1

Parte centrale dell'alta pianura biellese, tra Occhieppo Inferiore, Biella e Vigliano, con l'idrografia attuale.

Nella pianura potenzialmente si hanno condizioni ben diverse, con coltri di sedimenti ghiaiosi, che sono acquiferi ideali.

La Pianura Padana è infatti un grande bacino subsidente ove si accumulano in continuazione i materiali portati dai corsi d'acqua che smantellano i rilievi circostanti; grande catino impregnato dalle acque degli stessi torrenti e fiumi che hanno colmato il golfo padano e che poco alla volta ampliano la superficie emersa.

Rispetto a questa condizione generale tuttavia l'alta pianura biellese, e in particolare la porzione centrale in prossimità di Biella (FIGURA 1) presenta una situazione assai differente. Qui nel sottosuolo si ha assoluta prevalenza di sedimenti fini (idrogeologicamente sterili o poco produttivi), mentre i complessi ghiaiosi costituiscono unicamente una sottile pellicola superficiale di potenza limitata. Inoltre nella fascia più settentrionale della piana il substrato lapideo è affiorante o presente a limitata profondità, riducendo la possibile presenza di acquiferi e livelli produttivi.

Un profilo del sottosuolo ricostruito in corrispondenza dell'asse del conoide di Biella, asse che grosso modo segue la strada Trossi in direzione di Verrone, mette in evidenza la situazione prima delineata (FIGURA 2).

Il substrato lapideo (dioriti e verso oriente migmatiti e graniti) giunge in superficie all'apice della pianura, tra Mongrando, Occhieppo, Biella e Vigliano, anche emergendo dalla superficie della piana con culminazioni (il rilievo su cui è impostato la chiesa di Occhieppo Inferiore, il dosso roccioso che emerge a meridione del centro di Biella, in via Delleani). Verso meridione il tetto della roccia si approfondisce rapidamente; a Gaglianico e Ponderano si trova infatti ad una profondità di almeno 100-150 metri ed un poco più a Sud anche i pozzi più profondi non lo raggiungono.

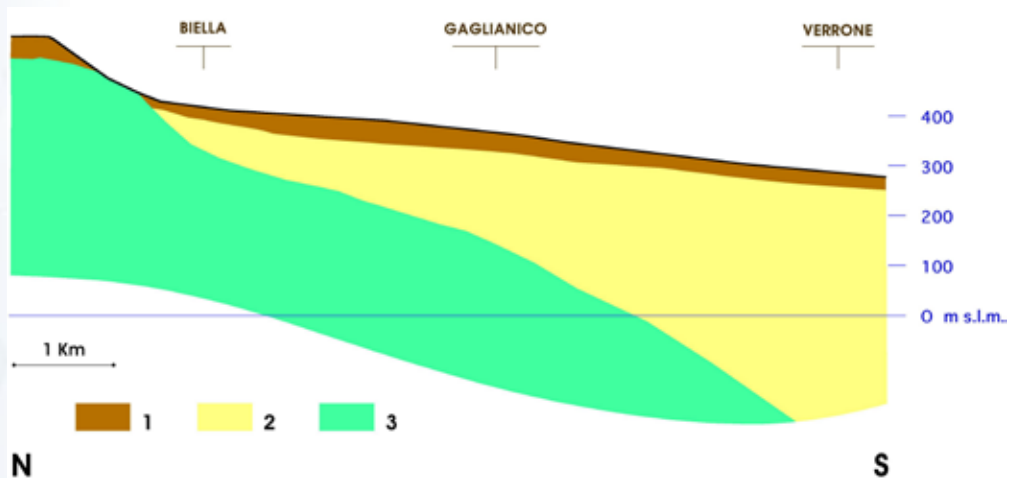


FIGURA 2

Profilo litostратigrafico schematico dall'area pedemontana da Biella verso Verrone, sulla base di dati di perforazione di pozzi

(1 = substrato lapideo; 2 = complessi marini e deltizi a granulometria prevalentemente fine; 3 = sedimenti quaternari grossolani)



Sulla roccia poggiano sedimenti marini, a granulometria prevalentemente fine ove prevalgono i termini argillosi, mentre il complesso grossolano, cioè i depositi fluviali o fluvio-glaciali, costituiscono una porzione superficiale di limitata spessore. Situazione che sembra in contraddizione con il continuo apporto di materiale grossolano derivante dallo smantellamento del rilievo alpino, fenomeno che avrebbe dovuto dare luogo durante il Quaternario ad una potente deposizione di sedimenti grossolani.

La spiegazione di tale apparente contraddizione è data nella prossimità dell'alta pianura biellese al rilievo montano, rilievo che l'orogenesi alpina, tuttora estremamente attiva, spinge verso l'alto alla velocità dell'ordine di 1 mm/anno, cioè di 1 km ogni milione di anni. L'innalzamento del rilievo a settentrione e contemporaneamente la subsidenza della pianura a meridione sotto il peso dei continui depositi portati nel golfo padano, da luogo per la fascia pedemontana biellese ad una situazione ove i materiali trasportati dall'azione idrica si accumulano nei periodi di intense precipitazioni ma che successivamente vengono smantellati.

E' quanto possiamo osservare dalle ultime vicende geologiche (FIGURA 3); i depositi che avevano costruito il grande conoide di Biella (probabilmente durante il periodo glaciale Riss) sono stati erosi con la formazione di un'ampia valle la quale ha separato il pianalto della Baraggia dall'area di Candelo e Benna. Attualmente un ulteriore abbassamento del livello di base del torrente Cervo, causato dalla sua cattura e deviazione verso oriente, sta dando luogo ad un ulteriore smantellamento dei sedimenti quaternari grossolani.

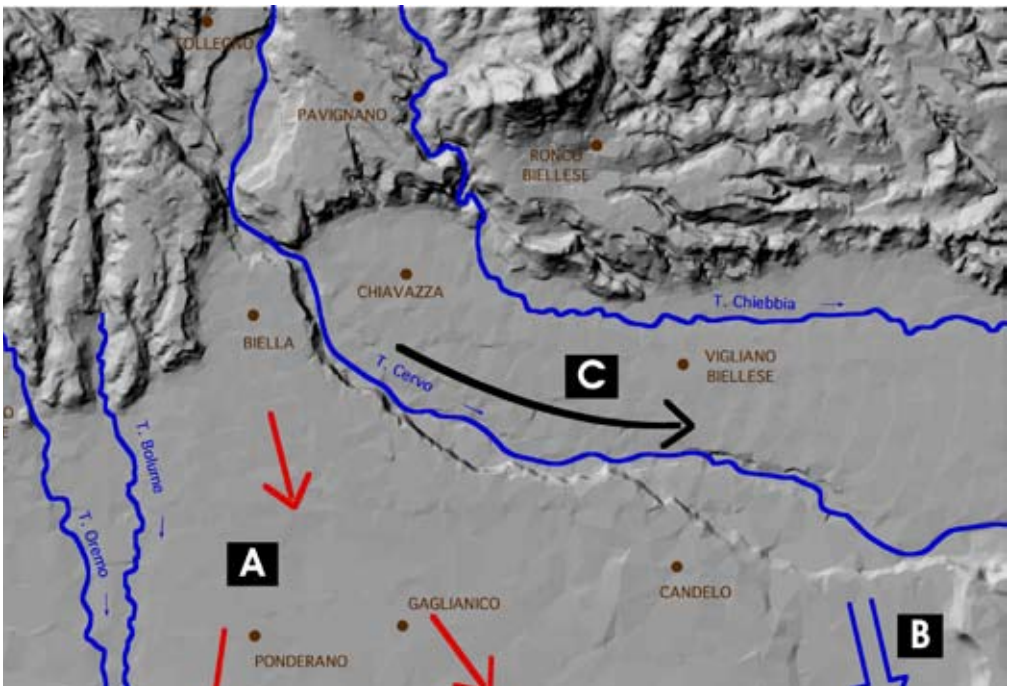


FIGURA 3

Evolutione del percorso del torrente Cervo durante il Quaternario (A = conoide "rissiana" di Biella; B = valle di Candelo-Massazza; C = attuale andamento verso Est)

Il fenomeno è stato di molto accelerato negli ultimi 50 anni per cause antropiche (escavazioni in alveo), tanto che gli alvei principali (torrenti Cervo ed Elvo) si sono attestati nei depositi pre-quadernari, drenando l'acquifero freatico.

Il quadro geologico sinora delineato nasce innanzitutto da quanto si osserva in superficie, dalla morfologia e dalla ricostruzione degli eventi geomorfologici. Altra fonte di conoscenze sono le stratigrafie dei pozzi profondi, le quali ci permettono di vedere, o meglio di interpretare, il sottosuolo sino ad una profondità di 100-150 metri, cioè sino alla profondità massima usualmente raggiunta nel Biellese. A questo proposito bisogna però considerare che, oltre alla difficoltà di interpretare dati riferiti nei modi più disparati, con utilizzo di termini talora incomprensibili, vi è una distribuzione molto irregolare dei pozzi e quindi delle possibili informazioni.

Perciò mentre nella fascia a meridione di Biella lungo la strada Trossi sono presenti numerosi pozzi (e relative informazioni stratigrafiche), ben diversa è la situazione che si riscontra poco ad Est, cioè verso la Baraggia, ove i pozzi sono rari o mancanti. Questo porta ad estrapolare la ricostruzione stratigrafica ed idrogeologica della zona tra Biella e Verrone a tutta la piana biellese, anche ove si abbiano condizioni ben differenti.

Esiste però una importante fonte indiretta di informazioni sul sottosuolo, data dalle indagini geofisiche. In particolare la pianura attorno a Biella è stata oggetto di indagini di tale tipo intorno al 1950 da parte della Fondazione Lerici per conto del Comune di Biella, indagini



FIGURA 4

Carta dell'area tra Tollegno, Pavignano e Chiavazza con riferimenti delle indagini geofisiche effettuate e delle relative interpretazioni. (dalla nota di Orlando Vecchia "Geologia e ricerche d'acqua" contenuta negli Atti del 1° Convegno di studi di geologia applicata - ANGI, 1969).



finalizzate alla ricerca di siti ottimali per la perforazione di pozzi a servizio dell'acquedotto. I risultati di questa ricerca non sono mai stati adeguatamente pubblicizzati ed utilizzati, se non parzialmente in una breve nota apparsa sugli Atti del Convegno ANGI del 1969, a cura di Orlando Vecchia. La nota (riprodotta integralmente alla FIGURA 4) riportava i dati per la zona di Pavignano-Chiavazza ed era finalizzata alla realizzazione di pozzi per l'acquedotto di Biella.

Il rilievo geofisico (sia attuato con metodi elettrici che sismici) aveva messo in evidenza la posizione del limite tra la roccia lapidea ed i sedimenti soprastanti, in altri termini la posizione del tetto del substrato roccioso. L'indagine si era però estesa su una superficie assai più ampia, cioè su tutta la fascia pedemontana tra Mongrando e Vigliano.

Quanto emerso dalla geofisica è schematizzato nella FIGURA 5, ove sono riportate le isoipse del tetto roccioso con riferimento al livello del mare. E' evidente la presenza di una struttura singolare e ben definita che si sviluppa lungo l'allineamento Chiavazza-Candelo, con un rapido e rilevante abbassamento della roccia, struttura che non ha relazione con l'attuale morfologia di superficie. Si tratta di una profonda incisione, di un netto solco vallivo di un corso d'acqua che possiamo indicare come "torrente Cervo pre-pliocenico".

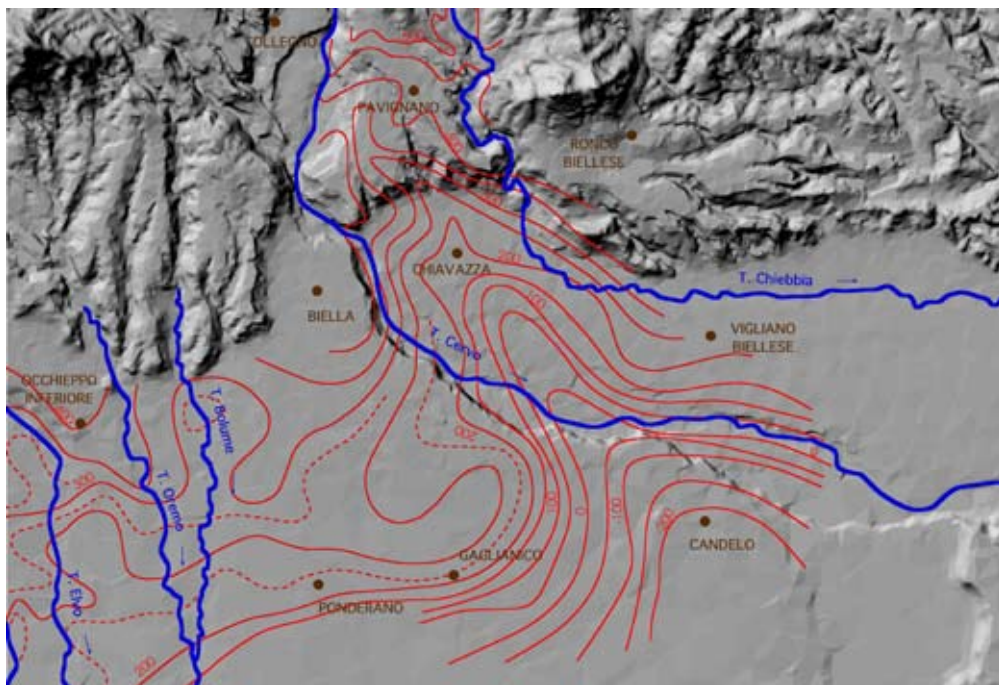


FIGURA 5

Isoipse del tetto del substrato roccioso individuate sulla base di indagini geofisiche, attuate negli anni 1950 dalla Fondazione Lerici per conto del Comune di Biella.

Si osservano inoltre dall'andamento delle isoipse della roccia, evidenti depressioni del substrato in prossimità degli attuali tracciati dei torrenti Elvo ed Oremo, mentre tra Biella, Ponderano e Gaglianico si ha una elevazione, costituente netta dorsale. Un profilo del sottosuolo tracciato poco a meridione di Biella con direzione Est-Ovest (FIGURA 6) mette bene in evidenza tali situazioni, con la depressione ad occidente (antico corso del torrente Elvo) e ad Est la profonda valle del torrente Cervo pre-pliocenico.

La situazione del sottosuolo delineata dai rilievi geofisici della Fondazione Lerici risulta sostanzialmente confermata da dati puntuali di pozzi, coerenti con l'andamento generale anche se in genere la roccia si rinviene ad una profondità minore rispetto a quella indicata dalle risultanze geofisiche. E' evidente l'importanza, sotto l'aspetto idrogeologico e delle risorse idriche, che riveste la profonda infossatura del substrato roccioso individuata. Essa è stata colmata da una potente serie di sedimenti ove possono aversi acquiferi ben separati dalla superficie, potenzialmente interessanti per l'utilizzo potabile.

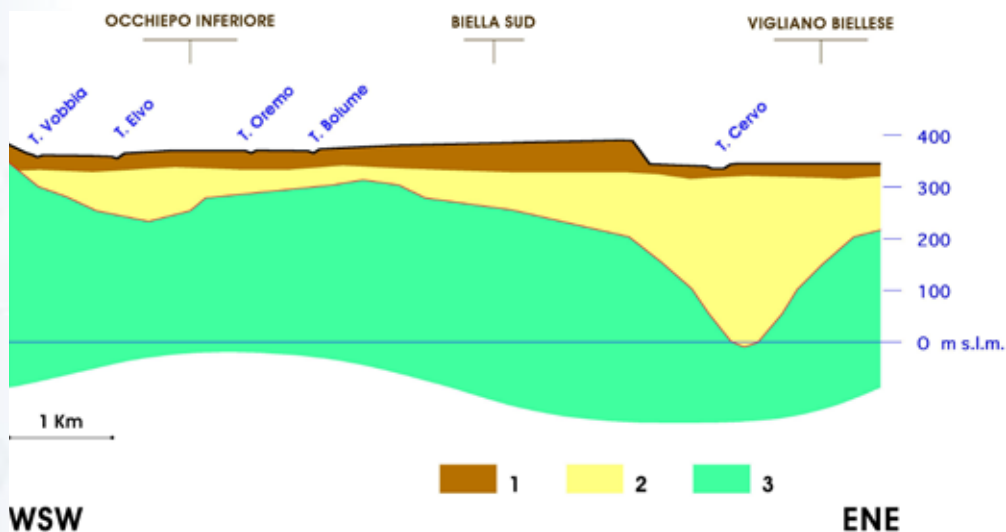


FIGURA 6

Profilo litostратigrafico schematico dall'area pedemontana tra Occhieppo ed Vigliano, sulla base delle indagini geofisiche della Fondazione Lerici e di dati di pozzi  
(1 = substrato lapideo; 2 = complessi marini e deltizi a granulometria prevalentemente fine; 3 = sedimenti quaternari grossolani)

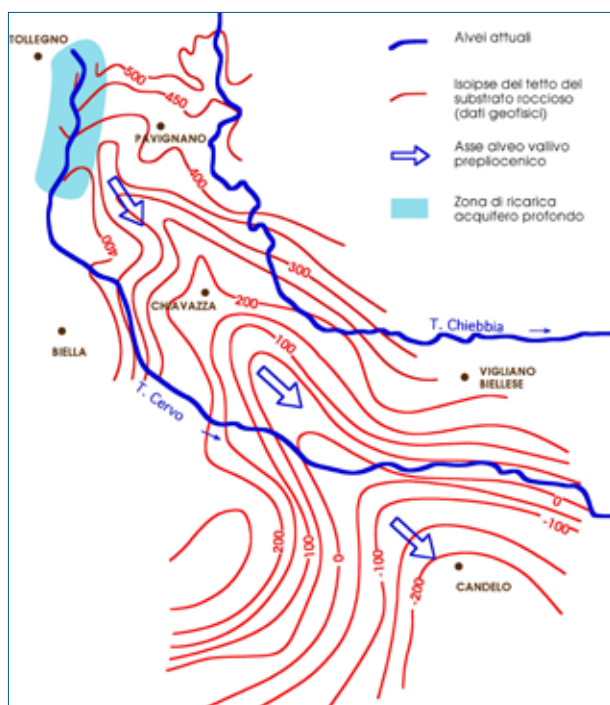


FIGURA 7

Particolare delle isoipse del tetto del substrato roccioso nell'area tra Tollegno e Candelo con l'infossatura del "torrente Cervo pre-pliocenico".

La FIGURA 7 rappresenta in dettaglio tale struttura; si può osservare innanzitutto il forte approfondimento del tetto della roccia che avviene tra Tollegno e Candelo, ove un tratto di 6 km è superato con un dislivello di circa 700 metri. Questa valle non ha alcuna relazione con l'attuale percorso di sbocco in pianura del torrente Cervo, caratterizzato da forra rocciosa tra il ponte della Maddalena e Chiavazza. L'antica infossatura scorre sotto Pavignano e viene a giorno verso monte poco a meridione di Tollegno, in corrispondenza dello largo vallivo della Filatura; qui infatti per circa 600 metri l'alveo attuale si sviluppa entro depositi grossolani e non in roccia, come avviene sia a monte che a valle, dando luogo alla più importante area di ricarica degli acquiferi impostati nell'incisione colmata.

La paleovalle individuata dalle indagini geofisiche risulta di grande rilevanza per le risorse idriche potenzialmente contenute, come confermato dalla discreta produttività di alcuni pozzi ubicati in prossimità di essa, nel settore sud-occidentale di Vigliano e nella parte settentrionale di Candelo.

## POZZI PER ACQUA AD USO POTABILE PUBBLICO: ASPETTI TECNOLOGICI

**Gianfranco Gardenghi**

Rientrano in questo campo le opere di estrazione destinate a fornire acque destinate al consumo umano (D.P.G.R. 29 luglio 2003, n. 10/R - art. 4) ovvero le acque ad uso potabile erogate a terzi mediante impianti di acquedotto che rivestono carattere di pubblico e generale interesse.

Essi devono soddisfare i seguenti requisiti:

erogare acqua chiara senza soluzione di continuità nel tempo con il minor abbassamento possibile (requisito questo per altro comune a tutti i pozzi);

garantire l'emungimento esclusivo da falde protette;

non alterare in senso nocivo per la salute, nel tempo e in condizioni normali o prevedibili di utilizzo, le caratteristiche organolettiche, fisiche, chimiche e microbiologiche dell'acqua estratta.

Anche se tali requisiti potrebbero apparire ovvi, essi non lo sono poi tanto se si tiene conto che, più in generale in materia di pozzi per acqua, non è da molti anni che si è andata sviluppando una cultura della buona pratica costruttiva, fortemente stimolata per altro dalle normative che le regioni più sensibili alla materia, e la Regione Piemonte è di sicuro la capofila in tal senso a partire dal 1994 con la L.R. 12 aprile 1994 n. 4, hanno voluto predisporre anche in attuazione alla Legge 5 gennaio 1994 n. 36 cosiddetta "Legge Galli".

Si pensi che, per quanto riguarda i tratti filtranti delle tubazioni di rivestimento, fino al 1967 si usavano i semplici ma poco efficienti filtri punzonati passanti (rivestiti o meno con rete metallica o tessuto "reps") oppure filtri a doppio dreno in gabbie (ma solo in perforazioni con diametro superiore a 700 mm), mentre l'uso dei filtri a spirale a luce continua (i famosi filtri Johnson) risale ad una ventina di anni fa, epoca del loro brevetto.

Anche la formazione del dreno e dell'isolamento dell'intercapedine tra la parete del foro e la tubazione di rivestimento (l'anulus) erano riservati a pochi casi particolari.

Il primo requisito dipende da una attenta progettazione che sappia coniugare il giusto rapporto tra portata massima di esercizio che si presume di poter estrarre e corrette modalità di utilizzo dell'opera, adeguatamente contestualizzata nello scenario idrogeologico di riferimento, anche nell'ottica della sostenibilità del prelievo in relazione alle potenzialità dell'acquifero.

Allora particolare attenzione dovrà essere rivolta, tra l'altro, al rapporto tra diametro di perforazione e diametro della tubazione di rivestimento (il raddoppio di quest'ultimo aumenta la portata solo del 13%), alla tipologia dei tratti filtranti (rispetto alle tipologie "punzonato passante" e "a ponte" i filtri Johnson assicurano le più basse perdite di carico e prevengono la venuta di frazione solida fine), oltre che al calcolo della lunghezza minima di filtro necessaria per derivare la portata richiesta.

Quest'ultima terrà conto di due criteri, estremamente importanti sia per la vita dell'opera che per la salvaguardia della risorsa:

il raggiungimento della condizione cosiddetta di "pozzo completo" per la quale il 90% della portata massima si ottiene filtrando almeno il 70-80% dell'orizzonte produttivo; stabilire il massimo abbassamento del livello idrico nel pozzo in corrispondenza del tetto dell'acquifero (si ricorda che, trattandosi di pozzi per uso potabile necessariamente essi, se in contesto alluvionale, devono intercettare solo falde confinate).

Anche la formazione di un manto drenante artificiale tra la parete del foro e la tubazione di rivestimento deve essere presa attentamente in considerazione dato che la sua funzione è quella di stabilizzare strutturalmente l'opera, impedire o ridurre l'ingresso di sabbia durante il pompaggio ed aumentare la permeabilità dell'acquifero nelle immediate vicinanze del pozzo.

Dovrà quindi essere utilizzato ghiaietto selezionato e vagliato, ad alto indice di sfericità, di composizione mineralogica prevalentemente silicea (è ammessa una presenza di materiali calcarei non superiori al 5% in peso ma non di miche e/o argilliti), privo di impurità organiche di alcun tipo e di diametro minimo superiore alla luce dei filtri.

Una alternativa interessante è stata sviluppata in Germania, e potrà prossimamente essere sperimentata anche nella nostra regione, da SiLi Technologies GmbH, leader mondiale nella produzione di sfere di vetro e ceramica di alta precisione.

In alcuni pozzi per uso potabile pubblico il dreno artificiale è stato realizzato utilizzando appunto sfere di vetro e manifestando i seguenti vantaggi:

- porosità efficace ideale (48% circa) grazie a dimensione e forma delle sfere tutte perfettamente uguali;
- abbattimento dei costi di spurgo;
- abbattimento dei costi di disinfezione;
- riduzione della sedimentazione di ossidi di Fe e Mn;
- eliminazione degli assestamenti dopo la posa;
- prolungamento dell'efficienza dei filtri conseguente all'integrità delle sfere;
- allungamento degli intervalli di rigenerazione del pozzo.

Per quanto riguarda l'approvvigionamento da falde protette, con riferimento alla normativa nazionale e regionale vigente ed all'ormai consolidato modello concettuale dell'assetto idrogeologico della pianura piemontese, è necessario progettare, e soprattutto eseguire correttamente, l'esclusione dalla captazione della falda idrica di tipo libero contenuta nel complesso sedimentario omogeneo meglio noto come "Complesso Superficiale".

Ad oggi, il sistema più efficace per escludere la falda superficiale si attua attraverso le seguenti fasi operative:

- raggiungimento dell'orizzonte impermeabile di separazione tra l'acquifero superficiale non confinato ed il sottostante acquifero multifalde in pressione con una tubazione cieca posata in opera con il sistema a percussione più morsa giracolonne (oppure a rotazione con circolazione inversa);

- ammorsamento della tubazione al setto impermeabile;

- ripresa della perforazione e successivo isolamento dell'anulus con argilla di cava o compactonit da qualche metro sotto a qualche metro sopra lo spessore del setto.

L'operazione richiede, in fase di studio e progettazione, la conoscenza più precisa possibile della profondità, dello spessore e della natura litologica del tetto dell'acquifero confinato e, in fase di esecuzione, grande precisione e controllo della manovra al momento dell'ammorsamento, onde evitare il rischio, tanto più presente quanto più sono ridotte la sua potenza e/o la sua natura argillosa, di attraversare il setto di confinamento.

Circa il sistema di perforazione, nel settore di pianura della nostra regione la maggior parte dei pozzi per uso potabile pubblico è stata, e viene attualmente di solito, perforata utilizzando la rotazione con circolazione inversa di fluidi e recupero dei cuttings in air-lift.

Il sistema<sup>1</sup> permette di perforare pozzi di grande diametro (superiore a DN 500 mm e sino a DN 1200 mm) a notevoli profondità (numerose sono le opere attestate tra 200 e 250 metri con punte anche ben oltre i 300 metri) utilizzando, per il sostegno del foro e la rimozione dei detriti, anche solo acqua temporaneamente immagazzinata in una vasca di circolazione scavata nel terreno oppure in vasche esterne.

In questo modo è possibile realizzare pozzi completati con tubazioni di rivestimento anche di diametro idoneo, se richiesto, ad ospitare due o più pompe, dotati di manto drenante artificiale di spessore pluricentrico, di più agevole spurgo per via del non utilizzo di fanghi di circolazione e con particolare attenzione all'ambiente in quanto il fluido può essere solo acqua approvvisionata temporaneamente dalla rete potabile.

Il terzo requisito dipende dai materiali utilizzati per la formazione della tubazione di rivestimento sia cieca che filtrante, e non solo, così come recentemente indicato dal D.M. 6 aprile 2004 n. 174 - Ministero della Salute. Regolamento concernente i materiali e gli oggetti che possono essere utilizzati negli impianti fissi di captazione, trattamento, adduzione e distribuzione delle acque destinate al consumo umano.

Con riferimento ad esso, possono essere usati, in ordine decrescente di preferibilità:

acciaio inox 316 e 316L al cromo-nichel-molibdeno;

acciaio inox 304 e 304L al cromo-nichel;

acciaio al carbonio zincato a caldo;

polivinilcloruro PVC.

La forte difficoltà di adeguare gli attuali processi di zincatura a caldo ai severi limiti imposti dal decreto, da un lato, e la relativamente bassa efficienza idraulica delle tubazioni in PVC le quali possono essere rese filtranti solo per microfessurazione, unitamente ad una loro certa qual fragilità (per pozzi di significativo diametro e profondità superiori ai 50 m occorre fare ricorso a costosi prodotti esteri forniti sotto forma di veri e propri sistemi), fanno necessariamente propendere per l'utilizzo dell'acciaio inossidabile.

Non appaia paradossale raccomandare, nell'uso del metallo per la formazione della tubazione di rivestimento, di non creare intervalli a diverso comportamento galvanico, utilizzando, ad esempio, acciaio al carbonio bitumato per i tratti ciechi e acciaio inox per i filtri!

Ancora in tempi molto recenti un tale grossolano errore di progettazione è stato commesso, con le conseguenze che è facile immaginare in termini di corrosione<sup>2</sup> e quindi di durata dell'opera, da un ben noto ente gestore, probabilmente nel lodevole intento, attuato però in modo assolutamente deplorabile, di conseguire delle economie.

Nel corso degli anni, anche il pozzo meglio realizzato e gestito (ovvero utilizzato senza superare i limiti di portata ed abbassamento evidenziati dalle relative prove di collaudo) tende a manifestare un calo di produttività, solitamente reso evidente dalla diminuzione della portata oltre che dal maggior declino del livello idrico dinamico durante il pompaggio.

*1 Una testa idraulica, o meno frequentemente una tavola di rotazione, aziona una batteria di aste all'estremità della quale è posto uno scalpello di disegno diverso a seconda delle caratteristiche litologiche del terreno. Con movimento rotativo ed azione di taglio o percussione/sollevamento il terreno viene frantumato e portato in superficie dal fluido (acqua) che risale attraverso le aste per effetto air-lift. I detriti si depositano in superficie nella vasca di circolazione determinandone il progressivo colmamento, quindi il fluido torna a scendere verso lo scalpello attraverso l'intercapedine compresa fra le aste ed il perforo.*

*2 Nella serie galvanica i metalli ai vertici sono i più facilmente soggetti alla corrosione al contrario di quelli alla base; quando due metalli di tale serie vengono accoppiati in un elettrolita (l'acqua del pozzo) quello che sta più in alto nella serie diventa l'anodo e viene corrosato al contrario di quello in basso che agisce da catodo e quindi normalmente non viene corrosato. Maggiore è il potenziale galvanico, cioè la distanza tra i due metalli nella serie, più veloce sarà la corrosione.*



Le cause possono essere diverse, ma principalmente riconducibili ai fenomeni di corrosione e/o incrostazione, dipendenti questi anche dalle caratteristiche chimico-fisiche dell'acqua e della frazione solida dell'acquifero.

Al verificarsi dell'evento è ancora pratica comunemente diffusa rimediare abbassando ulteriormente la pompa.

Se l'operazione è comprensibile in un momento di emergenza, non lo è in un quadro definitivo perché, a fronte di un ripristino delle condizioni precedenti che non può che essere temporaneo, si determinano i seguenti rilevanti effetti:

forte incremento dei costi energetici per sollevare la stessa quantità di acqua da un livello più basso;

calo del rendimento della pompa che viene a trovarsi a lavorare ai margini o addirittura al di fuori della sua curva caratteristica (portata/prevalenza);

decremento della possibilità di adeguare le portate estraibili alle richieste dell'utenza.

E' evidente che l'accadimento di quanto sopra si manifesta laddove, ed è la stragrande maggioranza dei casi, manca una continua azione di controllo nel tempo del comportamento del pozzo tale da permettere di accorgersi di quando sia necessario attuare provvedimenti di rigenerazione.

Il parametro che permette di pianificare, determinandone la necessità, di interventi di manutenzione è l'indice di deterioramento o di danneggiamento  $I = sn / sv$  espresso come rapporto tra gli abbassamenti nel pozzo nuovo (sn) e quelli nel pozzo vecchio (sv).

Esso deriva dal confronto tra le curve portate-abbassamenti (le cosiddette curve caratteristiche ottenute dalla elaborazione dei dati delle prove di pozzo) eseguite ad intervalli regolari nel tempo con le stesse modalità di quella eseguita a pozzo appena ultimato.

Tale procedura è però di difficile esecuzione per le difficoltà che comporta la ripetizione delle prove nelle medesime condizioni iniziali.

Più pratico ed altrettanto efficace appare procedere secondo lo schema seguente:

eseguire una prova di pompaggio a portata variabile nel pozzo nuovo (o rigenerato o comunque in una condizione temporale iniziale nota) e predisporre un diagramma portate-portate specifiche (Q-Q/s);

misurare, ad intervalli di tempo il più possibile regolari, senza intervenire sulla operatività corrente del pozzo, la portata di esercizio  $Q_v$  ed il relativo abbassamento  $sv$ ;

determinare sul diagramma Q-Q/s il valore del rapporto  $Q/sn$  che si avrebbe per la portata  $Q_v$  e confrontare tale valore con quello viceversa misurato  $Q/sv$  ricavando l'indice di deterioramento o di danneggiamento attraverso la relazione

$$I = Q/sv / Q/sn = sn/sv;$$

riportare i valori di  $I$  su un diagramma (t-I) in funzione del tempo evidenziando così la necessità di operare interventi di manutenzione sul pozzo.

Le operazioni descritte ai punti precedenti possono essere ottimizzate ed eseguite in automatico mediante appositi applicativi<sup>3</sup>.

Va comunque detto che non è così immediato stabilire il momento migliore per eseguire interventi di manutenzione straordinaria; in linea di principio si ritiene comunque raccomandabile, tenuto conto che la vita di un pozzo inteso come sistema filtro/dreno può avere una durata di una trentina d'anni, adottare una cadenza quinquennale nei controlli consistenti essenzialmente in un monitoraggio televisivo dell'opera per verificarne le condizioni di usura.

Non di rado, di fronte ad un pozzo che manifesta un significativo calo di produzione il geologo è richiesto dal committente di emettere prontamente un parere senza poter eseguire almeno una accurata prova di pozzo o, meglio, altre indagini di tipo diretto.

Allora può essere di primo orientamento l'esecuzione di un test speditivo di portata ed il confronto con i dati di origine dell'opera, se disponibili, avvalendosi della semplice "regoletta diagnostica" rappresentata nella sottostante tabella.

| <b>Livello statico</b> | <b>Portata estratta</b> | <b>Portata specifica</b> | <b>Diagnosi</b>                               |
|------------------------|-------------------------|--------------------------|---|
|                        |                         | =                        | Impoverimento dell'acquifero                  |
| l=                     |                         |                          | Parziale intasamento del sistema filtro/dreno |
|                        |                         | l=                       | Usura della pompa                             |

La portata specifica, ovvero la portata estratta per ogni metro di abbassamento del livello idrico nell'unità di tempo ( $q_{sp} = Q/s$ ), è un parametro altamente rappresentativo della condizione di efficienza idraulica del pozzo poiché strettamente dipendente dalle caratteristiche tecniche dell'opera.

Chiarito, ovviamente meglio se mediante una prova di pozzo, che si tratta di un problema riconducibile effettivamente al parziale intasamento del sistema filtro/dreno, non resta che mettere in opera gli opportuni interventi di rigenerazione.

Il monitoraggio televisivo rappresenta il miglior strumento di indagine conoscitiva diretta per verificare la consistenza e lo stato di conservazione della tubazione di rivestimento, oltre che per controllare il risultato delle operazioni che su di esse saranno state eseguite.

Se non diversamente possibile, ma accade di rado, è sempre necessario rimuovere il sistema di pompaggio ed attendere un congruo tempo (almeno 8-10 ore) per la chiarificazione dell'acqua resa torbida dalle manovre.

È di fondamentale importanza, ai fini della qualità delle informazioni che verranno raccolte, condurre la ripresa senza fretta, con il massimo controllo della velocità di discesa, evitando rotazioni incontrollate e/o forti oscillazioni della telecamera, specie durante il tratto iniziale di discesa.

È sempre raccomandabile, nella pianificazione dell'intervento manutentivo, prevedere ed eseguire una seconda videoispezione al termine delle operazioni, al fine di valutare l'esito delle stesse.

Essa si rende indispensabile nel caso di pozzi che si sono presentati fortemente ammalorati durante il primo monitoraggio: non è infatti possibile rilevare lacerazioni della tubazione nascoste dalle incrostazioni se queste sono uniformemente diffuse e di consistente spessore.

\*\*\*

Le principali tecniche di rigenerazione consistono in:

- spazzolatura e sondaggio;
- pistonaggio con o senza air-lift;
- jetting-tool (lavaggio ad alta pressione);
- acidificazione;
- metodo IDROGEL® (trattamento con anidride carbonica);
- metodo HYDROPULS® (generazione di impulsi di pressione).



La loro applicazione richiede sempre:

una attenta valutazione preliminare, anche in termini costi/benefici, della loro effettiva possibilità di utilizzo in relazione allo stato in cui versa la tubazione di rivestimento;  
grande cautela da parte degli operatori in sede esecutiva dato che gli effetti della loro applicazione non sono prevedibili;

la consapevolezza, da parte del Committente, che deve sempre essere adeguatamente informato in proposito, dei rischi possibili e che nessuna garanzia può essere richiesta, se non quella di non peggiorare la situazione.

La rigenerazione di un pozzo può anche dover comportare la riparazione di tratti della tubazione con rotture o fortemente ammalorati.

Una soluzione originale, di prossima applicazione anche in Italia, è lo "Swage Packer" di Geopro s.a. azienda belga leader nel campo degli otturatori gonfiabili (i cosiddetti packers).

Tale metodo permette di riparare efficacemente, sia localmente che per l'intera lunghezza, la tubazione mantenendo inalterato il suo diametro.

Esso consiste nel deformare in maniera permanente, mediante un otturatore ad alta pressione, una tubazione in acciaio inossidabile parzialmente o completamente ricoperta in caoutchouc direttamente all'interno della colonna danneggiata.

\*\*\*

Il riordino delle gestioni idropotabili ha fatto sì che gli enti gestori abbiano assunto in carico pozzi non solo in condizioni di efficienza estremamente variabili, ma addirittura non compatibili con i principi di tutela e salvaguardia delle acque sotterranee di cui all'articolo 2, comma 6 della Legge Regionale 30 aprile 1996, n. 22 e s.m.i. che non consente la comunicazione tra la falda superficiale e le sottostanti falde in pressione.

Qualora sia stata accertata, attraverso una verifica dello stato di consistenza dell'opera mediante monitoraggio televisivo, la condizione di non compatibilità occorre provvedere seguendo due possibilità:

ricondizionare il pozzo escludendo dalla captazione la falda superficiale;

dismettere il pozzo e perforarne uno nuovo esclusivamente in falda profonda.

La scelta tra le due dipende essenzialmente da considerazioni tecnico-economiche legate principalmente alle condizioni in cui versa il pozzo e al grado di complessità insito nella operazione di esclusione della falda superficiale.

Se non è infatti particolarmente complesso isolare le falde profonde, altrettanto non si può dire dovendo abbandonare quella superficiale, tanto più quanto è potente lo spessore dell'acquifero che la ospita.

Poiché l'Allegato E del D.P.G.R. 29 luglio 2003, n. 10/R prevede, nel caso di pozzi che consentono la miscelazione delle acque della falda freatica con quelle delle sottostanti falde profonde (titolo II, E 2.), "...la sigillatura definitiva della tubazione del pozzo e dell'intercapedine esistente tra essa e la parete del foro in modo tale che l'opera non possa rappresentare una via preferenziale per il trasferimento dell'inquinamento...", il protocollo da seguire, in un caso o nell'altro, è sostanzialmente il seguente:

rimozione, mediante smontaggio e sollevamento, di tutte le componenti del sistema di emungimento dell'acqua (pompa, tubazione di mandata, apparati di manovra e di misurazione, ecc.);

spazzolatura della tubazione di produzione;

rimozione mediante sonda dei detriti sino a ripristinare, per quanto possibile, la profondità originaria del pozzo;

sfondamento della tubazione di rivestimento principalmente in corrispondenza dei tratti filtranti, e/o alle altre profondità di interesse rilevate durante la videoispezione, mediante apposito fenestratore idraulico;

lavaggio del pozzo con immissione di acqua direttamente dalla testa pozzo o dalle aste di cementazione;  
iniezione della boiaccia cementizia;  
riposizionamento del sistema di pompaggio;  
esecuzione di una prova di pozzo e di una prova di falda;  
chiusura dell'imbocco della tubazione (in caso di dismissione).

In conclusione si comprende come un pozzo per acqua per uso potabile pubblico sia un'opera interessata da molteplici e complessi aspetti tecnologici a partire dalla sua esecuzione e sino alla sua dismissione.

Essa deve durare nel tempo e fornire precise garanzie, la sua realizzazione interferisce con la più importante delle georisorse, richiedendo l'impiego di macchinari costosi e maestranze specializzate, consapevoli di operare in un contesto delicato e sempre più in grado di dialogare con professionisti a loro volta preparati e competenti, entrambi con l'obiettivo della salvaguardia della risorsa idrica pur nel contesto di un suo utilizzo sostenibile.

Tutto ciò ha ovviamente costi elevati e merita un equo compenso, perché qualità e sicurezza non vanno d'accordo con fretta, improponibili massimi ribassi e discutibili subappalti.

Niente quindi si attaglia meglio ai pozzi per acqua che il noto adagio "chi più spende meno spende".

# CRITICITÀ AMBIENTALI NELLA COSTRUZIONE DELLE SONDE GEOTERMICHE

**Stefano Chiarugi**

Le giuste agevolazioni fiscali che tutti i governi europei hanno promosso nei confronti delle attività che producono un risparmio energetico apprezzabile, soprattutto nella direzione delle risorse rinnovabili, ha avuto importanti riflessi anche nel campo della perforazione del sottosuolo.

A partire da interessantissime sperimentazioni nel nord Europa si sta consolidando, in forma diffusa anche sul nostro territorio nazionale, la tecnologia delle "sonde geotermiche".

La differenza sostanziale dal vecchio "pozzo geotermico" sia pure a bassa entalpia è basata sul modo di estrazione dell'energia.

Nel primo caso lo scambio termico avviene direttamente per contatto fra la roccia del sottosuolo e un fluido tenuto in una circolazione chiusa con una piccola pompa di superficie. I tubetti che scendono nel sottosuolo si comportano come un radiatore domestico con funzionamento inverso. L'impiantistica più semplice è basata su un altro scambiatore di calore di superficie che consente il riscaldamento dell'aria. L'impiantistica più evoluta, basata sulle pompe di calore, è in grado di convertire il gradiente termico per la produzione di acqua calda per il riscaldamento e acqua fredda per la climatizzazione.

Nel secondo caso l'energia veicola attraverso un fluido già caldo, l'acqua, che viene estratta dal sottosuolo e spesso reimpressa attraverso un pozzo di resa. Analoghi impianti di superficie provvedono alla conversione energetica.

Utile è la distinzione linguistica fra i due tipi di opere, ancora più netta, allo stato attuale, la differenza fra i modi di costruzione e gli impatti che questi hanno sull'ambiente.

Tutti sappiamo che per la costruzione di pozzi geotermici occorrono precise e complesse procedure autorizzative, a partire dal permesso di ricerca, la valutazione di impatto ambientale, il rispetto di norme molto chiare per la progettazione in ordine alle disposizioni di sicurezza e soprattutto all'isolamento e la separazione delle formazioni e degli acquiferi attraversati.

Per le sonde geotermiche, invece, a partire dal duplice equivoco della mancanza di normative specifiche e l'assenza dell'estrazione di fluidi dal sottosuolo i progettisti hanno di fatto consolidato uno standard esecutivo basato sulla totale assenza di precauzioni nei confronti degli acquiferi attraversati, in particolare per gli interventi di piccole dimensioni. Per i progetti più importanti sono previste attività di monitoraggio, ma non è sufficiente la cura del momento dell'esecuzione con la conseguenza che i controlli a posteriori si limitano a fotografare lo stato di fatto.

## LE TECNOLOGIE

Con un semplice esempio proviamo a capire a quale livello emergono i problemi.

Ipotizziamo una sonda geotermica perforata alla profondità di m 150 con diametro costante di 5"1/4 (mm 133) e armato con due coppie di tubi di circolazione in PE del Ø mm 32. Le modeste dimensioni dell'intercapedine fra perforazione e tubi ci fanno comprendere come lo spazio a disposizione per l'esecuzione della cementazione (o colmatazione con prodotti specifici) sia sufficiente se in foro non è presente acqua di falda o fluido di perforazione, cioè se risulta possibile introdurre il prodotto per la saturazione direttamente dall'alto. Questo scenario, effettivamente, si presenta in alcune perforazioni in quota eseguite in rocce sterili. Anzi, in questi casi è necessario introdurre un prodotto cementante per la saturazione poiché la presenza di "aria" nell'intercapedine fungerebbe da isolante termico.

In tutte le altre occasioni lo standard attualmente diffuso prevede di lasciare in foro la bentonite (o più realisticamente il fluido di perforazione tal quale) e posare i tubetti di circolazione senza ulteriori interventi. Esistono in effetti, nella letteratura tecnica, alcune procedure per la cementazione dal basso che risultano però tanto improbabili nella formulazione, quanto impossibili nella realizzazione.

Non occorre la straordinaria esperienza di un grande perforatore per comprendere che il fluido di perforazione, o anche un ottimo fango bentonitico appena confezionato, se abbandonato a lungo in un foro diventa instabile per effetto della sedimentazione e dell'azione di dilavamento in corrispondenza dei livelli acquiferi. Insorge quindi il rischio di migrazione delle acque fra i diversi livelli acquiferi attraversati, oppure di percolamenti dalla superficie con conseguenze non desiderabili che possono diventare anche molto gravi ove uno dei sistemi di circolazione risulti contaminato (es. in superficie) o eccessivamente mineralizzato (es. dalle falde profonde).

Analizzando da vicino le procedure utilizzate con le macchine più performanti, costruite specificamente per queste applicazioni possiamo alcune osservazioni. Le tecnologie più evolute si basano sull'utilizzo di macchine dotate di doppia testa e tripla morsa; questa opzione consente di manovrare contemporaneamente la batteria di perforazione accompagnandola con una tubazione di rivestimento controrotante. Ciò velocizza notevolmente la perforazione in particolare per l'attraversamento di strati con elevata permeabilità o fatturazione poiché risolve il problema delle perdite di circolazione del fluido affrancandosi dall'uso di bentonite e intasanti.

L'uso di questa tecnologia, particolarmente efficace per l'attraversamento dei depositi alluvionali grossolani delle grandi valli, complica la fase di cementazione delle sonde geotermiche. Infatti, nella procedura sopra descritta si può utilizzare solo un prodotto molto fluido come la boiaccia (cemento acqua e bentonite), con la certezza che questo vada in perdita nei livelli con porosità elevata. Non è possibile utilizzare prodotti che hanno anche capacità di intasamento elevate, come le malte plastiche con elevata percentuale di sabbia silicea, perché ciò impedirebbe l'agevole estrazione delle tubazioni di rivestimento (salvo procedure particolari improponibili dal punto di vista economico). La procedura corrente si basa quindi sull'estrazione quasi completa della tubazione di rivestimento e iniziare successivamente l'iniezione del prodotto cementante per... una destinazione ignota.

Anche in questo caso un'applicazione tecnologica di evidente potenzialità rischia di essere vanificata da un uso non corretto della stessa.

Porre il problema dell'isolamento dei livelli acquiferi attraversati non significa annotare sugli attuali capitolati che tale attività deve essere realizzata, scaricando non solo l'onere economico, ma anche l'onere del progetto sull'impresa, perché ciò comporta la certezza dell'insuccesso.

Le procedure che consentano l'efficacia dell'isolamento degli acquiferi attraversati

debbono essere progettate e specificatamente descritte tenendo conto dei seguenti fattori condizionanti:

Il quadro idrogeologico e le piezometrie degli acquiferi presenti;

La scelta della tecnica di perforazione che consenta l'impermeabilizzazione delle fratture o dei pori acquiferi prima del completamento;

La scelta del prodotto cementante (boiaccia fluida, malta preconfezionata);

La definizione del diametro di perforazione che consenta di discendere, anche insieme alla sonda, le attrezzature per l'iniezione del prodotto cementante dal basso verso l'alto, verificando che lo stesso prodotto non si disperda nelle formazioni attraversate;

Definizione delle procedure (o scelta di materiali idonei) che contrastino le sovrappressioni allo schiacciamento dei tubi, legate all'utilizzo di prodotti cementanti di elevata densità;

Procedure o scelte dei materiali che contrastino il significativo incremento di temperatura legato al processo endotermico di maturazione del cemento (forti rischi per i materiali plastici).

Non c'è alcuna necessità di entrare nel merito per evidenziare l'incidenza economica di ognuno dei passi sopra indicati, per comprendere come una corretta impostazione progettuale possa andare a grave detrimento dei costi. Il fattore costo, in questo tipo di attività, è di primaria importanza dato che l'efficienza del sistema risulta spesso bassa e conseguentemente il beneficio economico non giustificerebbe l'investimento se non a fronte di benefici fiscali diretti o indiretti.

Inoltre, la semplificazione delle procedure progettuali (modello sempre applicabile senza complicazioni autorizzative), rende molto agevole l'attività dei progettisti degli impianti; spesso però risulta meno tranquilla la situazione degli acquiferi interessati da tali attività.

## I RISCHI

Sempre a titolo di estrema semplificazione, si può affermare che la costruzione di sonde geotermiche in rocce non sature rappresenta un rischio molto basso anche in presenza di esecuzioni approssimative.

Negli altri casi, in particolare nelle formazioni alluvionali sempre interessate dalla presenza di più livelli acquiferi, nell'arco della profondità di m 100 - 200 di solito raggiunta dalle sonde geotermiche, il rischio diventa molto alto ove non siano stabilmente garantiti gli isolamenti fra gli acquiferi attraversati con adeguate cementazioni.

Prodotti industriali specifici (cemento plastico ad elevata conducibilità termica) sono ormai disponibili anche in Italia; manca il quadro normativo di riferimento e la relativa disciplina tecnica per gli operatori.

Sarebbe auspicabile una sensibilizzazione adeguata non solo dei tecnici, quanto soprattutto delle Autorità competenti: è veramente sconcertante osservare l'"accanimento autorizzativo" previsto per un pozzo geotermico (Permesso di Ricerca, Programma con progetto di ricerca molto dettagliato, Valutazione di Impatto Ambientale, Aut. Distretto Minerario, Vincolo Idrogeologico, DIA, Comunicazioni APAT, Concessioni, ecc.), o per il semplice pozzo ad uso domestico in falda freatica (Autorizzazione o comunicazione all'Amm. Provinciale con un progetto specifico, Vincolo idrogeologico, Comunicazioni APAT, DIA, Rapporto finale e collaudo, ecc.) a fronte del "nulla" sostanziale per le sonde geotermiche.

## SPECIFICHE TECNICHE ANIPA PER LA COSTRUZIONE DELLE SONDE GEOTERMICHE

Il grande fermento nella progettazione e costruzione delle sonde geotermiche cade in un quadro normativo (per le autorità pubbliche) e tecnico (per i progettisti e i costruttori) gravemente carente.

Già da tempo abbiamo lanciato l'allarme per i rischi connessi alla non corretta gestione delle attività di progettazione e costruzione delle opere necessarie per la realizzazione di questa importante e strategica applicazione tecnologica.

Alle autorità pubbliche abbiamo avanzato dei suggerimenti e lanciato un accorato appello a fare in fretta per colmare il vuoto legislativo esistente, legato proprio agli elementi di novità di questa applicazione tecnologica.

Per gli aspetti che riguardano, invece, la disciplina tecnica per la costruzione delle sonde geotermiche, l'ANIPA ha ritenuto opportuno farsi carico di elaborare un testo in modo autonomo e con impegno diretto. Ciò non soltanto per le sollecitazioni degli associati che operano in questa nicchia di mercato, ma anche per un interesse più generale legato alla tutela degli acquiferi, che sappiamo essere il vero elemento di rischio legato a queste applicazioni.

L'elaborato, presentato in occasione del GEOFLUD di Piacenza (4 ottobre 2008), è nelle intenzioni molto sintetico e concentrato negli aspetti essenziali. In n° 8 articoli si individuano, riteniamo in modo semplice, i compiti e le responsabilità del progettista nella fase preliminare, del DL nella fase esecutiva e di collaudazione. Così come si individuano gli elementi di criticità della costruzione, essenzialmente legati alla cementazione e al ripristino degli orizzonti impermeabili attraversati con la perforazione. Anche in questo caso si indicano elementi, ma essenziali, procedure da rispettare.

Siamo coscienti del fatto che l'applicazione rigorosa di queste specifiche tecniche rappresenti un aggravio dei costi e una fastidiosa complicazione per gli operatori. Dobbiamo, però, coscientemente decidere se è opportuno immolare la qualità degli acquiferi sotterranei al risparmio energetico o se invece i maggiori oneri risultino alla lunga un beneficio per la tutela di una risorsa strategica come quella rappresentata dalle acque sotterranee.

## SONDE GEOTERMICHE - Specifiche costruttive

### 1. Definizione

Per "sonda geotermica" si intende uno scambiatore di calore realizzato con la perforazione verticale del sottosuolo, l'introduzione di tubazioni con un fluido a circuito chiuso, la totale cementazione dell'intercapedine fra il perforo e i tubi.

### 2. Attività preliminari

La relazione geologica del progetto dovrà definire la successione litostratigrafica e il quadro idrogeologico.

Il progetto verificherà che la costruzione delle sonde e la perforazione del terreno non costituiscano rischio di inquinamento o depauperamento per le falde acquifere

Il Progettista e successivamente l'impresa incaricata verificheranno le compatibilità ambientali dell'intervento con particolare riferimento alla gestione dei rifiuti e degli scarichi.

### 3. Perforazione

La colonna litologica sarà ricostruita con la raccolta di campioni di terreno catalogati e conservati ad ogni variazione significativa e comunque ogni 5 metri. Ove, a giudizio del geologo, sussistano le condizioni, la litologia sarà verificata solo durante la prima perforazione.

Ove possibile sarà verificato il livello piezometrico delle falde acquifere presenti e, nei progetti importanti, si effettuerà il monitoraggio dei livelli e del chimismo delle acque.

Il diametro di perforazione dovrà consentire un'agevole discesa delle tubazioni di circolazione e di iniezione dei prodotti cementanti, nonché la risalita degli stessi prodotti senza rischi di ostruzione o intasamento. Lo spessore utile dell'intercapedine, oltre la somma dei diametri dei tubi discesi, non sarà inferiore a mm 30.

I fluidi utilizzati per la perforazione non dovranno contenere prodotti chimici che potrebbero inquinare le falde. I fluidi stessi avranno il compito di impermeabilizzare i pori e le fratture delle formazioni attraversate, in modo da favorire la saturazione dell'intercapedine con i prodotti cementanti, evitando le indesiderate perdite per assorbimento.

I tubi di rivestimento, usati per stabilizzare le pareti della perforazione, saranno recuperati in modo da mantenere il fluido cementante ad una quota sempre superiore all'estremità della tubazione stessa, impedendo così pericolosi franamenti.

### 4. Tubazioni installate

Il polietilene ad alta densità (PEHD) nella classe di pressione da 16 bar (PN 16) è il prodotto più idoneo, associato al terminale inferiore la cui connessione dovrà essere testata e certificata dal costruttore.

Il Progettista verificherà l'idoneità del prodotto nelle specifiche condizioni di utilizzo, con particolare riguardo alle pressioni che si determinano nella fase di cementazione, le quali inducono sollecitazioni allo schiacciamento che diventano critiche in profondità e con lo sviluppo della temperatura durante la consolidazione del cemento.

### 5. Cementazione

Il prodotto cementante più idoneo è costituito da biacca di cemento (cemento in polvere + acqua) con una bassa percentuale di bentonite (3-10%) per conferire plasticità dopo il ritiro. Per migliorare la conducibilità termica è possibile aggiungere sabbia silicea (anche sotto forma di prodotto premiscelato).

La Direzione Lavori attesterà l'idoneità del prodotto cementante verificandone la tenuta strutturale e la tenuta idraulica mediante tests di cantiere (definiti con apposita procedura) o certificati di laboratorio.

Le tubazioni di circolazione della sonda saranno discese nella perforazione accompagnate da un altro tubo specificamente dedicato a consentire la risalita del prodotto cementante dal fondo della stessa perforazione fino alla superficie.

### 6. Verifica del progetto

Se non fosse stata eseguita la perforazione pilota, in occasione della costruzione della prima sonda geotermica si effettuerà la procedura di "verifica del progetto".

Acquisiti i dati della perforazione la Direzione Lavori assisterà alle operazioni di cementazione accertando che il cemento, in risalita dal fondo, raggiunga la superficie. In caso contrario dichiarerà "negativa" la verifica. Ordinerà l'estrazione della sonda e la chiusura del foro con la migliore procedura possibile. Il progetto sarà sospeso analizzando opzioni tecniche diverse che possano garantire la tutela dai rischi di inquinamento delle falde.

### 7. Il test di pressione

Le tubazioni della sonda saranno effettuate esclusivamente riempiendo le medesime con acqua potabile.

La pressione di prova sarà 1.5 volte quella di esercizio dell'impianto e comunque non inferiore a bar4,5. Il progetto terrà conto anche del carico idrostatico al fondo della sonda e la conseguente pressione che dovrà risultare compatibile con le caratteristiche delle tubazioni.

Un manometro registratore, attivo per non meno di 12 ore, certificherà la tenuta idraulica ove la pressione non scenda oltre i bar 0,5.

Sul circuito della sonda, a protezione della tubazione sarà installata una valvola idraulica di massima pressione tarata ad un valore non superiore alla pressione nominale del tubo, dedotta del carico idrostatico al fondo della sonda.

### 8. Rapporto finale

Al termine delle attività la Direzione Lavori produrrà un Rapporto Finale contenete:

I richiami agli elementi principali del progetto.

I dati ricavati dalla perforazione (colonna litostatica, piezometria, fratturazione ecc.).

Il certificato di "Esito positivo della verifica del progetto".

I certificati di "Tenuta strutturale" e di "Tenuta idraulica" del prodotto cementante.

L'esito del test di pressione.

La verifica della taratura della valvola idraulica di massima pressione.



# “IL PRG DI VIGLIANO BIELLESE LA WFD 60-2000 NEL TERRITORIO: UN TENTATIVO ”

**Davide Martiner Testa**

## **1. LA DIRETTIVA WFD 60-2000**

La direttiva europea di supporto 60/2000 (Wfd - water-framework-directive) in materia di acque ha un programma: entro il 2016 i corpi idrici superficiali devono raggiungere un buono stato ecologico e... le acque sotterranee uno stato “incontaminato”... per raggiungere questi obiettivi e la più equa condivisione delle risorse e dei costi, la Wfd promuove la costituzione di soggetti operanti in scala di bacino, in grado di pervenire ad una pianificazione aperta alla partecipazione attiva dei cittadini e dei portatori di interesse.

Ciò significa che la politica deve spalancare le porte alla partecipazione, alle politiche di integrazione delle funzioni della risorsa sulla base del principio che chi inquina o chi usa paga.

Si deve garantire che i costi dei servizi idrici siano sopportati da coloro che ne beneficiano e le eventuali forme di sussidiazione a spese pubbliche non promuovano usi dissipativi della risorsa.

Alla luce della WFD l'intera materia è in fase di rielaborazione a livello di Autorità di bacino per arrivare a distretti idrografici e consentire forme di governo e pianificazione partecipata che comprenda un ruolo attiva sei soggetti pubblici e privati.

Inoltre, essendo la direttiva una delle più ambiziose in campo ambientale, la Commissione ha formato gruppi di lavoro ed iniziative volte a promuovere circolazione di idee e di buone pratiche e monitorarne il processo di attuazione.

## **2. IL PTA (piano tutela della acque)**

Il Piano tutela delle acque della Regione (2007) ha recepito la direttiva, ha pianificato gli indirizzi sugli usi, riconoscendo il valore del sistema fluviale, rimettendo in discussione, per esempio ma non solo, il concetto di deflusso minimo vitale.

IL D.LVO 152/06

Le recenti modifiche al concetto di scarico introdotte con il D.Lgs 16.1.2008 n. 4 (integrante il D.Lgs 3.4.2006 n. 152)

Reintroduce, in seguito ad acque meteoriche di dilavamento, il reato di “scarico di acque reflue senza autorizzazione” ove esse siano canalizzate e non trattate o di “abbandono di rifiuti” ove invece non siano canalizzate e non trattate.

Ma in Italia... le cose non seguono sempre le affermazioni di principio.

### 3. LE GRANDI OPERE

Oggi il ritorno di un euro speso per nuove opere per aumentare la disponibilità, è inferiore di gran lunga a un euro per mantenere efficiente l'esistente.

Spesso questi interventi sono meno convenienti rispetto al lasciare le cose come stanno, ma agire riducendo la domanda (specie in agricoltura)

(a questo proposito si pensi all'attualità delle polemiche perdite delle reti)

Agricoltura:

Ogni euro di beneficio economico procurato agli agricoltori ogni euro di beneficio economico procurato agli agricoltori sussidiando l'irrigazione costa al contribuente 3-5 euro.

(a questo proposito si pensi all'attualità delle polemiche sugli invasi)

### 4. NUOVE FRONTIERE

Riduzione dei grandi impianti centralizzati

Moltiplicazione degli scarichi distribuiti

Decantazione delle prime piogge

Nuovi standard costruttivi ed urbanistici

Fitodepurazione

Reti duali

Dissalazione nei luoghi di indisponibilità

Telecontrolli e controlli satellitari

Dialogo tra opinione pubblica e istituzioni

### 5. GUERRE PER L'ACQUA

La città e la campagna

I modelli esportati

Chi sta a monte e chi a valle

Bacini transfrontalieri

### 6. PER LE GENERAZIONI FUTURE

Le infrastrutture:

Lasciarle andare in rovina vuol dire caricare sul futuro un debito

Le risorse

Acque superficiali  
Acque profonde

I Piani Regolatori:  
Occupazione di aree di pertinenza fluviale significa condannare le generazioni future a farsi carico della gestione dei sistemi artificiali di difesa

## 7. SOSTENIBILITA'

Vuol dire tener conto di più obiettivi contemporaneamente:

-componente ambientale

-componente sociale

-risorsa vitale

-efficienza dei servizi (attività economiche complesse) consistente nella attrazione di capacità tecniche e gestionali

Mentre si discute di moratorie sull'affidamento dei servizi, sul principio fra pubblico e privato, su tariffe e fiscalità generale, su spa pubbliche e gare, gli investimenti sono fermi, le reti si degradano, l'ecosistema viene danneggiato e poi qualcuno, prima o poi pagherà.

*Note alla premessa:*

*PER APPROFONDIMENTI SI VEDA IL MAGGIOR ESPERTO ECONOMICO SUI TEMI DELL'ACQUA*

*A.MASSARUTTO -L'ACQUA - ED. IL MULINO*

*DAL QUALE E' STATA ATTINTA LA MAGGIOR PARTE DELLE CONSIDERAZIONI ESPOSTE COMUNE DI VIGLIANO BIELLESE ®*

### 1 LE PROBLEMATICHE

In Vigliano Biellese nel corso dell'ultimo decennio si sono accentuate le problematiche legate al drenaggio ed allo smaltimento delle acque meteoriche, in particolare in concomitanza di eventi piovosi particolarmente intensi, come quelli della primavera e dell'estate 2002 e quindi del 5 maggio 2004 (con intensità oraria di oltre 50 mm in un'ora, mentre in 3 ore le precipitazioni hanno raggiunto l'altezza di 89 mm) durante i quali si sono verificati eventi di breve durata (inferiore all'ora) che in relazione alle intensità orarie risultano essere ben al di sopra a 100 mm. In tali occasioni si verificano allagamenti in locali interrati, anche in conseguenza di reflussi da parte delle rete fognante, che risulta in diverse aree inadeguata a smaltire le acque raccolte dalle reti stradali, aree cortilizie e dai pluviali.

Le problematiche riguardano ampi settori della pianura principale, posti in prevalenza nella fascia compresa tra la via Milano, a settentrione, e la linea ferroviaria Biella-Novara, oltre che a meridione di essa in località Longagne.

Negli ultimi anni inoltre non viene più consentito l'utilizzo della rete fognante, gestita dal CORDAR, per lo smaltimento delle acque meteoriche delle aree di nuova edificazione, con necessità di ricorrere alla dispersione nel suolo o ad utilizzare la rete irrigua esistente, con funzione non propria.

La finalità di quanto sopra espresso va nella direzione di risolvere le problematiche sempre più frequenti relative a piogge in ambito urbano semi intensivo con modalità correlate a risposte coerenti con le più recenti disposizioni in materia di ambiente e acque, quali le recenti modifiche al concetto di scarico introdotte con il D.Lgs 16.1.2008 n. 4 (integrante il D.Lgs 3.4.2006 n. 152) e, più in generale, agli indirizzi del Piano territoriale delle Acque regionale (PTA), nella sua revisione 0 del marzo 2007, che fa riferimento della direttiva quadro europea 2000/60/CE WFD (Water Framework Directive).

## 2 CONDIZIONI GEOMORFOLOGICHE ED ANTROPICHE

## 3 L'ATTUALE SISTEMA DI DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE

## 4 LE PROSPETTIVE

La risoluzione delle attuali criticità a riguardo dello smaltimento delle acque meteoriche deve tener conto che:

- non è attuabile un ulteriore ed improprio utilizzo della rete irrigua esistente;
- non è più ammissibile un ulteriore recapito di tali acque alla rete fognante;
- lo smaltimento tramite infiltrazione nel suolo appare utilizzabile solamente in situazioni particolari considerando le possibili conseguenze negative che potrebbero arrecare massicce infiltrazioni di acque nel suolo, con falda freatica a pochi metri di profondità, in assenza di una specifica normativa in proposito.

Dati i vincoli sopra elencati risulta indispensabile giungere alla realizzazione di una rete autonoma di smaltimento delle acque meteoriche, che dovrà interessare le aree ove estese sono le difficoltà di drenaggio ed ove nel contempo la pianificazione urbanistica preveda una futura espansione edilizia. Ciò avviene in particolare nei settori centro-occidentale (a meridione di via Milano, nei pressi della località Grossere) e Sud-occidentale (località Longagne).

Tutto questo in vista di migliorare le qualità dello scarico finale al torrente Cervo secondo un tentativo di coniugare fra loro i vari recettori. Gli scarichi di troppo pieno della rete CORDAR, l'intreccio superficiale delle rogge irrigue e la nuova raccolta di acque di scorrimento superficiale verrà a collegarsi in un unico ambito periferico urbano ove si avrà, come illustrato più avanti, un ciclo naturale di depurazione-laminazione-fitotattamento. Ciò consentirà di soddisfare, con modalità coerenti con le più recenti disposizioni in materia di ambiente e di smaltimento delle acque:

- le esigenze di ravvenamento della falda;
- la garanzia di una costanza del deflusso irriguo a valle anche nella stagione sfavorevole,
- la tutela del corpo idrico recettore finale;
- la possibilità di offerta di ambiti ecologici (orti, vivai, area verde) legati alla realtà urbana coerentemente con gli indirizzi del PTA citato.

## 5 SCHEMA DELLA RETE

Per i settori di maggiore criticità sono stati individuati i possibili tracciati di una rete autonoma di sgrondo delle acque meteoriche, tenendo conto:

- delle condizioni topografiche, per la cui definizione è stata utilizzata la cartografia

predisposta con restituzione aerofotogrammetrica, dalla quale è stato elaborato il modello digitale del terreno (DTM) e ricavata la superficie TIN (Triangulated Irregular Network) dell'area compresa fra il torrente Chiebbia ed il torrente Cervo. Si è così potuta verificare con immediatezza la compatibilità delle ipotesi di tracciato con le più favorevoli condizioni di deflusso superficiale sul territorio;

- della presenza e delle conseguenti limitazioni date da edifici ed altri manufatti;
- delle previsioni urbanistiche del PRGC in corso di revisione.

Tale rete si articola in due settori distinti, ciascheduno con proprio recapito finale al torrente Cervo. Il settore a settentrione della linea ferroviaria è imperniato su due collettori principali; quello di maggiore sviluppo ha origine in prossimità di Via Libertà, poco a Nord della ferrovia, e si dirige verso Est, utilizzando per la quasi totalità del percorso aree a destinazione per servizi pubblici, sedi stradali oppure zone assoggettate a PEC. Tale collettore in particolare attraversa il rilevato stradale di Via Canuengo (sopra passo della ferrovia) utilizzando un fornace esistente, per poi svilupparsi al limite meridionale dell'area sportiva. Ad esso fanno capo due collettori secondari che si dipartono dai pressi di Via Milano.

Il secondo collettore principale ha andamento rettilineo e segue il tracciato del Nastro Verde previsto in PRGC, a partire da poco a meridione del torrente Chiebbia verso Sud. I due collettori convergeranno in un'area pubblica di Piano Particolareggiato il cui destino polifunzionale è descritto nel PRGC

Rispetto al corpo idrico a caratteristiche predefinite che ivi convergerà, la funzione della superficie a disposizione potrà ottemperare ai seguenti scopi:

- trattamento dell'acqua (disoleazione e desabbatura);
- laminazione delle portate su un'area a stagni di lagunaggio e volano (EDP - Extended Detention Pond) come p.es. descritte nelle "Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia" in attuazione della DGR 286/2005 della Regione Emilia Romagna);
- dispersione in falda dell'acqua trattata;
- regolazione deflussi delle rogge irrigue;
- smaltimento al torrente Cervo delle portate in eccesso, tramite condotta di limitata sezione.

A meridione della massicciata ferroviaria, in località Longagne, la rete di raccolta delle acque meteoriche si articolerà in due tronchi, di cui il principale dovrà necessariamente essere in buona parte posato in corrispondenza di tracciati viari, stante la pressoché completa edificazione della zona. I tronchi si riuniranno nei pressi del campo sportivo per dirigersi al torrente Cervo, sottopassando il rilevato della superstrada in corrispondenza di attraversamento esistente. Anche in questo caso il trattamento a monte del corpo idrico recettore potrà essere governato da analogo schema illustrato per il bacino principale. Il ciclo potrà avvenire nelle aree residuali della fascia compresa tra la SP142 ed il torrente Cervo. (Tavole grafiche di riferimento: "Proposta canalizzazioni acque bianche" EL. 5 planimetria in scala 1:5000, EL. 6 profili in scala 1:5000 / 1:500).

Attraverso l'elaborazione del modello digitale del terreno, la fattibilità plano-altimetrica dei tracciati planimetrici (tracciato della canalizzazione principale ovest-est, della canalizzazione principale nord-sud, della canalizzazione di recapito al torrente Cervo e della canalizzazione del settore Longagne), è stata verificata e schematicamente visualizzata nei profili (EL.6), che pur con un taglio grafico e di approfondimento tecnico che precede i contenuti propri della progettazione, risultano esemplificativi delle problematiche legate alla morfologia dei terreni interessati e delle interferenze con le infrastrutture che dovranno essere superate.

## 6 TIPOLOGIA MANUFATTI

### 6.1 RETE I SMALTIMENTO

Questi due fattori influenzano le caratteristiche e le sezioni idrauliche del sistema di raccolta e la superficie dell'invaso di laminazione. Si tratta di problematiche che dovranno essere meglio definite in sede di progetto preliminare, dove i dati assunti dovranno essere condivisi e confrontarsi con:

- 1 - la valutazione costi-benefici;
- 2 - il rischio residuo;
- 3 - l'accordo di programma fra i gestori delle reti di raccolta e trasporto (Comune, Consorzio irriguo, CORDAR);
- 4 - il sistema di finanziamento dell'opera.

I quattro punti sono fra loro strettamente correlati in quanto:

il rapporto costi/benefici risulta chiaramente legato al rischio residuo che si vuole correre e che va condiviso. La definizione di rischio è quella indicata dal PAI (Piano di assetto idrogeologico del bacino del fiume Po).

è possibile dimostrare che un accordo di programma con il consorzio irriguo consente di limitare, se non addirittura evitare, un nuovo dispendioso collettore di recapito finale. Inoltre, se si ipotizza il passaggio della roggia nel ciclo di trattamento, è possibile che essa possa a sua volta intercettare una quota di acque di dilavamento nelle aree a monte, prive di superfici irrigabili significative, riducendo indirettamente il dimensionamento della nuova rete

l'impatto per il finanziamento dell'opera può in qualche modo essere ridotto sia in virtù degli interventi privati legati ai PEC previsti in PRG, sia per i contenuti del progetto che fa riferimento a molteplici aspetti che favoriscono forme di finanziamento non univoche (agricoltura - ambiente - opere pubbliche e settore acquedotti).

Il ruolo del gestore del servizio idrico integrato (CORDAR spa) non è poi secondario considerato l'interesse che il gestore ha:

- ad evitare ulteriori ampliamenti di costosi collettori misti o modifiche di quelli insufficienti;
- nella manutenzione della rete e degli scolmatori di piena e, da verificare, l'intercettazione parziale degli stessi più a monte rispetto all'attuale allocazione;
- nell'afflusso di acque "troppo pulite" al depuratore di Cossato e corrispondenti costi per i sollevamento delle acque da trattare e difficoltà di trattamento.

L'interesse di un progetto pilota, quale il presente, non può infine sfuggire agli amministratori attenti al proprio territorio e può innescare un programma virtuoso, appoggiato dai cittadini, che, oltre a veder risolte molte problematiche legate a frequenti allagamenti dei piani bassi di abitazioni, industrie e commercio, potranno vedere riprendere la qualità delle acque lungo i corsi d'acqua e le attività ad esse legate (pesca, centraline idrauliche, irrigazione, attività per tempo libero) a seguito della restituzione di acqua di qualità, costante nel tempo.

Per esemplificare l'approccio al problema abbiamo provato a dare dei numeri: numeri che sono stati applicati al maggiore dei collettori previsti, numeri che consentono di ragionare con entità che solo un progetto preliminare potrà quantificare con maggior precisione.

Per ora basta il fatto che sia stata prevista la realizzazione a livello di strumento urbanistico con l'inserimento dei tracciati nella cartografia di PRGC e che il problema sia affrontato nella direzione, quanto più possibile, corretta e coerente con i recenti indirizzi sulla tutela della acque.

Seppure a livello di fattibilità, quindi, si possono fornire indicazioni sull'estensione dei bacini sottesi e sulle superfici interessati dalla zona di trattamento e laminazione (si veda EL.7). Sulla base di ipotesi esemplificative, assumendo un coefficiente di afflusso pari a 0,5 e le varie condizioni pluviometriche indicate (calcoli e tabelle di cui all'allegato B), risulta:

| collettore           | bacino sotteso<br>kmq | lunghezza<br>km | portate stimate<br>mc/s |
|----------------------|-----------------------|-----------------|-------------------------|
| Principale Ovest-Est | 1,01                  | 2,15            | 10 ÷ 23                 |
| Principale Nord-Sud  | 0,28                  | 0,70            | 2,8 ÷ 6,7               |
| Longagne             | 0,32                  | 1,30            | 3,2 ÷ 7,6               |

Sono questi gli ordini di grandezza delle portate di afflusso alle aree di laminazione nelle condizioni corrispondenti ai singoli eventi di pioggia. Le portate di prima pioggia, quelle sottoposte al trattamento effettivo, sono ben minori e tuttavia importanti, come indicato nel prossimo paragrafo. Le portate sono quelle sulla base delle quali dimensionare la rete di raccolta

## 6.2 TRATTAMENTO DELLE ACQUE - PRESUPPOSTI

Riprendendo il ragionamento sopra descritto, per quanto concerne il trattamento, le disposizioni normative fanno riferimento ai primi 5 mm di pioggia caduta: questo "velo" di acqua è quello da sottoporre al trattamento in quanto corrisponde alla pulizia che la pioggia genera sulle superfici rimaste asciutte per almeno 48-72 ore. La quantità di pioggia che cade successivamente durante lo stesso evento non ha alcun obbligo di trattamento. Risulta del tutto evidente che anche brevi piogge dopo periodi siccitosi o brevi eventi consecutivi distanziati di almeno 48-72 ore, indipendentemente della loro intensità, determinano l'incidenza sul numero di volte in cui interviene il trattamento.

Anche per questo tipo di piogge, più frequenti di quelle critiche, il tempo di corrivazione varia di poco, passando, per piogge con intensità oraria di 40 mm, da 12 minuti a, per piogge di intensità oraria di 20 mm, 14 minuti, confermando la sostanziale costanza della velocità di raccolta della rete e le considerazioni precedentemente espresse circa l'importanza di ritardare l'afflusso alla rete. Con le ipotesi assunte sui deflussi in rete i volumi da trattare scendono fino a 6-8 mc/s.

Rispetto alla normativa vigente nella Regione Piemonte - Regolamento regionale 20.2.2006 n. 1/R "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di lavaggio di aree esterne" (che fa riferimento alla L.R. 29.12.2000 n. 61), le opere previste nel presente studio non trovano collocazione in quanto il Regolamento si riferisce al dilavamento di superfici scoperte riferite ad un elenco di attività puntuali. Tuttavia, in relazione ai concetti di scarico introdotti dalla nuova normativa e dalle considerazioni espresse al § 1 della presente relazione, c'è da attendersi la riformulazione dei regolamenti regionali di attuazione, che, nel prossimo futuro, andranno nella direzione dei contenuti del presente progetto di fattibilità.

## 6.3 IL CICLO DI TRATTAMENTO ED IL BACINO DI LAMINAZIONE

In questo caso sono prese come riferimento esperienze e normative già sperimentate assumendo i concetti espressi della DGR 1860 del 18.12.2006 della Regione Emilia Romagna "Linee guida di indirizzo per la gestione delle acque meteoriche di dilavamento e delle acque di prima pioggia". Questa normativa fornisce interessanti spunti di riflessione per comprendere il funzionamento di un sistema ecologico EDP (extended detention pond o stagni a ritenzione estesa) costituito dalla successione di due stagni e un'area allagabile, il tutto posto a valle di un eventuale trattamento di disoleazione:

il primo stagno con funzioni di sedimentatore, impermeabilizzato per consentire il prelievo degli inquinanti;

il secondo di affinamento, collegato al primo con un canale drenante, entro il quale si

completa la depurazione;

un'area più vasta attorno a questo secondo stagno che può allagarsi nei momenti di maggior precipitazione e costituisce anche il volano per la taratura delle portate di valle

Orbene, basandoci su questo sistema, che possiede all'ingresso, come detto, il disoleatore, possiamo pensare che in esso confluiscono tutte le acque superficiali comprese la roggia irrigua ed eventuali parziali sfioratori dei collettori Cordar. Sulla base delle ipotesi assunte di portata già indicate:

- lo stagno di affinamento potrebbe avere una superficie pari a  $0,5 \div 1$  ha con una altezza d'acqua di  $0,7 \div 1,0$  m, nel quale le acque hanno un tempo di stazionamento di  $24 \div 48$  ore;

- lo stagno volano potrebbe occupare una superficie massima di  $1 \div 2$  ha, con una escursione di 1 m di altezza d'acqua, invasando un volume fra 10.000 e 20.000 metri cubi, restituendo in modo modulato le acque a valle, garantendone la costanza e la qualità.

Con l'EDP il trattamento delle acque avviene in modo naturale per sedimentazione nel primo stagno permanentemente pieno d'acqua; nel successivo canale drenante di collegamento sulla superficie del dreno si sviluppa una pellicola biologica che contribuisce all'azione depurativa complessiva. Infine nello stagno di affinamento a livello variabile, grazie alla crescita di piante acquatiche, diverse da quelle dello stagno di sedimentazione, si ha il deposito dei solidi sospesi sfuggiti al primo stagno e la trasformazione per via biologica dei composti biodegradabili, che avviene grazie all'ossigeno trasmesso ai sedimenti dalle radici e dai rizomi. La preparazione di un'area di questo tipo potrebbe richiedere una somma variabile fra 0,3 e 0,5 milioni di euro escluso il costo dei terreni.

Questo sistema:

- migliorerà i periodici collassi delle reti di raccolta di monte attraverso la nuova canalizzazione delle acque bianche;

- regolerà le portate restituite a valle garantendo la qualità dell'acqua sia di irrigazione attraverso la roggia Molinara che quella restituita al corpo idrico superficiale del torrente Cervo

- regolerà la portata defluente nella roggia irrigua durante i periodi siccitosi;

- consentirà, previo accordo con l'utenza agricola, di evitare costosi raddoppi del recapito finale al corso d'acqua superficiale,

- consentirà il ravvenamento della falda,

- consentirà l'utilizzo di aree a servizi ecologici cittadini quali irrigazione di orti e vivai nell'abito dell'area destinata a verde ecologico.

Un progetto ambizioso ma che gli eventi hanno reso necessario.



## NOTE

L'estratto della presente relazione ® è PROTETTA e la sua pubblicazione è gentilmente autorizzata del Comune di Vigliano Biellese per questo evento.

Sono vietate riproduzioni non autorizzate ed, in ogni caso, modifiche che ne alterino i contenuti.

### Bibliografia per capire:

B.Barraque - Politiche dell'acqua in Europa - ANGELI EDITORE  
A. Massarutto - L'acqua - MULINO  
A. Massarutto - L'economia del ciclo dell'acqua - ANGELI EDITORE  
Vandana Shiva - Le guerre dell'acqua - FELTRINELLI  
R. Petrella - Manifesto per l'acqua - EGA  
Pedro Arrojo - Manifesto per una nuova cultura dell'acqua  
Ettore Mo - I fiumi - RIZZOLI  
Sorcinelli - Storia sociale dell'acqua - BRUNO MONDADORI

### Siti internet:

[www.waterencyclopedia.com](http://www.waterencyclopedia.com)  
[www.cirf.org](http://www.cirf.org)  
[www.gruppo183.org](http://www.gruppo183.org)  
[www.legambiente.it](http://www.legambiente.it)  
[www.wwf.it](http://www.wwf.it)  
[www.miniambiente.it](http://www.miniambiente.it)  
[www.eaufrance.fr](http://www.eaufrance.fr)  
[www.psiru.org](http://www.psiru.org)  
[www.utilitatis.org](http://www.utilitatis.org)  
[www.federutility.it](http://www.federutility.it)  
[www.euwi.net](http://www.euwi.net)  
[www.contrattoacqua.it](http://www.contrattoacqua.it)

## ACQUE PREZIOSE MA TALVOLTA TROPPE QUELLE SUPERFICIALI

**Stefano Galli**

Nei mesi passati a seguito di inattesi ma ripetibili eventi atmosferici, avevamo marcato la nostra incompetenza istituzionale circa il risarcimento dei danni causati dalle piogge perché i proventi che reggono il nostro Servizio non prevedono la copertura di tali problematiche; si disse però anche che non eravamo indifferenti alla possibilità di affrontare la gestione, e le conseguenze derivanti da questa, delle acque meteoriche urbane qualora si fosse concretizzata la possibilità reale e quindi economica di farlo essendo, quello delle Società per il SII, come Cordar, un ambito tecnicamente più che competente per le problematiche del caso.

Ancora oggi, soltanto in un paio di casi in Italia è stata proposta tale gestione con il conseguente riconoscimento degli oneri economici derivanti, nel resto del territorio nazionale si continua a traccheggiare tra interventi interamente coperti dagli Enti territoriali; interventi mascherati coperti da tariffa del SII; interventi non coperti del tutto.

Tutto ciò non può essere definito buona programmazione.

Le stesse acque meteoriche che rimpinguano le falde sotterranee di alimentazione dei pozzi, in superficie presentano un ben diverso genere di problematiche sia benefiche, sia malefiche ma tutte riconducibili ad un unico problema gestionale.

Con questo convegno Cordar ha voluto evidenziare la sua presenza, come quella degli altri gestori del SII, sulle problematiche idriche in generale ricordando essere queste di entità ed importanza tali da non poter più essere delegabili a sporadiche e locali azioni territoriali prive, spesso, di una più corale programmazione, ma soprattutto prive di una chiara, costante, fonte di finanziamento.

Esiste il SII; esiste il metodo normalizzato Ministeriale per la definizione di una tariffa anche per la gestione delle acque meteoriche urbane; esistono le necessità di risolvere e gestire evidenti problemi idraulici, occorre armonizzarli per raggiungere dei risultati.

|                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| Introduzione                          | pag. 3  |
| Programma                             | pag. 5  |
| Relazione Dott. Cesare Cuzzi          | pag. 7  |
| Relazione Dott. Brunello Maffeo       | pag. 13 |
| Relazione Dott. Gianfranco Gardenghi  | pag. 20 |
| Relazione Prof. Ing. Stefano Chiarugi | pag. 27 |
| Relazione Ing. Davide Martiner        | pag. 33 |
| Relazione Ing. Stefano Galli          | pag. 41 |





*1978-2008*  
*30 anni CordarBiella*

*Alla tua acqua...*  
*...ci pensiamo noi...*



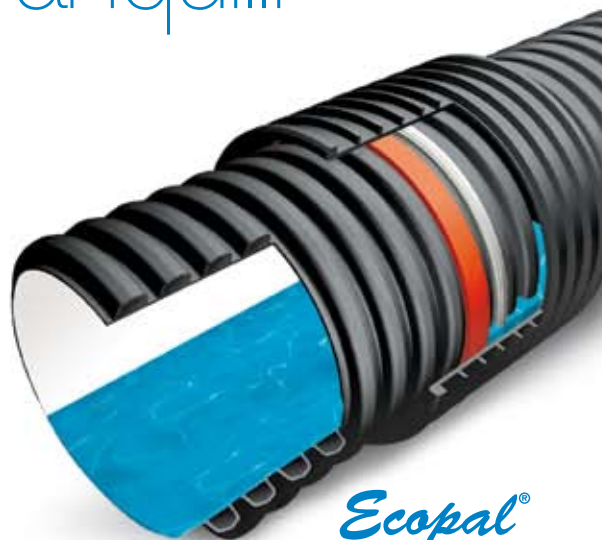


# Dormi sonni tranquilli

## con il nuovo tubo corrugato con sistema "no-loss"

hai una barriera impermeabile per impedire il passaggio di fluidi dall'interno verso l'esterno e viceversa impedendo:

- Perdita di refluo verso l'ambiente esterno
- Infiltrazioni di acqua di falda all'interno delle tubazioni



**Ecopal**<sup>®</sup>  
"no-loss"



**INDUSTRIE POLIECO-M.P.B. s.r.l.**  
25046 Cazzago S. Martino (Bs) Italy - Via E. Mattei, 49  
Tel. +39.030.7758911 - Fax +39.030.7750845  
[www.polieco.com](http://www.polieco.com) - [info@polieco.com](mailto:info@polieco.com)

CERTIFICATO D'AZIENDA



qualità:  
ISO 9001:2000  
ambientale:  
EN ISO 14001:2004







*con il contributo di:*



*con il patrocinio di:*



**Provincia  
di Biella**



**CITTA'  
di BIELLA**



**A.T.O. n° 2**  
Autorità d'Ambito  
"Bielles, Verballes, Coasbes"



**ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI BIELLA**







Cordar Spa Biella Servizi  
Piazza Martiri della Libertà, 13 - 13900 Biella  
Tel: 015 3580011 - Fax 015 2527448  
e-mail: [marketingcordar@cordarbiella.it](mailto:marketingcordar@cordarbiella.it)  
[sviluppo@cordarbiella.it](mailto:sviluppo@cordarbiella.it)



**cordarbiellaservizi**