

## Indagini idrogeologiche per la messa in sicurezza urgente e la bonifica di un tratto di alveo del T. Leogra contaminato da idrocarburi in Comune di Torrebelvicino (VI).

Dr. A. Sottani, Dr. R. Pedron e Dr. S. Rocchetti

Sinergeo – Contrà del Pozzetto, 4 – 36100 VICENZA

### Ringraziamenti

*Gli autori desiderano ringraziare il Sig. Foletto M., titolare di Eurosiconf, l'ing. M. Pia Ferretti dirigente del Dip. Ecologia dell'Amm. Prov. Di Vicenza, i Sigg. U. Donà A. Baldisseri e R. Busato della Squadra Antinquinamento della Provincia di Vicenza, i funzionari degli Uffici Tecnici Comunali di Schio e di Torrebelvicino, le Ditte Vallortigara, Dal Lago e Mogentale per la disponibilità e la fattiva collaborazione dimostrate.*

## INTRODUZIONE

Nel mese di luglio del 1999 si è verificato uno sversamento accidentale di olio minerale di tipo combustibile in corrispondenza ad un tratto di alveo del Torrente Leogra.

La sorgente di contaminazione è stata individuata presso un insediamento industriale, localizzato in sinistra idrografica del corso d'acqua. Un'improvvisa avaria presso la centrale termica dello stabilimento di produzione Eurosiconf S.p.A. ha causato l'involontaria fuoriuscita di una decina di quintali di olio tipo BTZ; quest'ultimo, collettato entro una condotta interrata di smaltimento delle acque bianche, ha raggiunto rapidamente il greto del T. Leogra, al momento privo di deflussi superficiali, distribuendosi su una superficie di poco inferiore a 200 m<sup>2</sup> (**fotografia 1**).

Il letto del T. Leogra risulta formato da una coltre di depositi alluvionali prevalentemente ghiaioso-sabbiosi, ad elementi calcareo - dolomitici, filladici, quarzosi e vulcanitici. Dal punto di vista granulometrico si rileva uno strato superficiale di corazzamento formato da elementi di dimensioni centimetriche e più spesso da ciottoli decimetrici, con frequenti massi superiori al metro di diametro.

Nell'ambito delle fasi organizzative e delle attività di cantiere propedeutiche alla messa in sicurezza urgente ed alla bonifica dei terreni contaminati, la valutazione delle caratteristiche geologiche ed idrogeologiche di dettaglio del sito e l'approntamento di un tempestivo programma di intervento hanno rappresentato gli aspetti determinanti dell'incarico.

Quanto svolto si è reso necessario sia per l'elevata vulnerabilità intrinseca del tratto di alveo inquinato che per la presenza, poche decine di metri a più a valle, di opere di presa acquedottistiche di subalveo del Comune di Schio. Si precisa al riguardo che i due pozzi esaminati nel periodo estivo producono fino a 80-90 l/s, approvvigionando la rete comunale dell'acquedotto di Schio per circa il 30 % del fabbisogno complessivo (240 l/s) di oltre 30.000 abitanti.

Le indagini sono state condotte in ottemperanza e conformità di quanto previsto dal D. lgs. 05.02.97 N°22 e successive modifiche ed integrazioni.

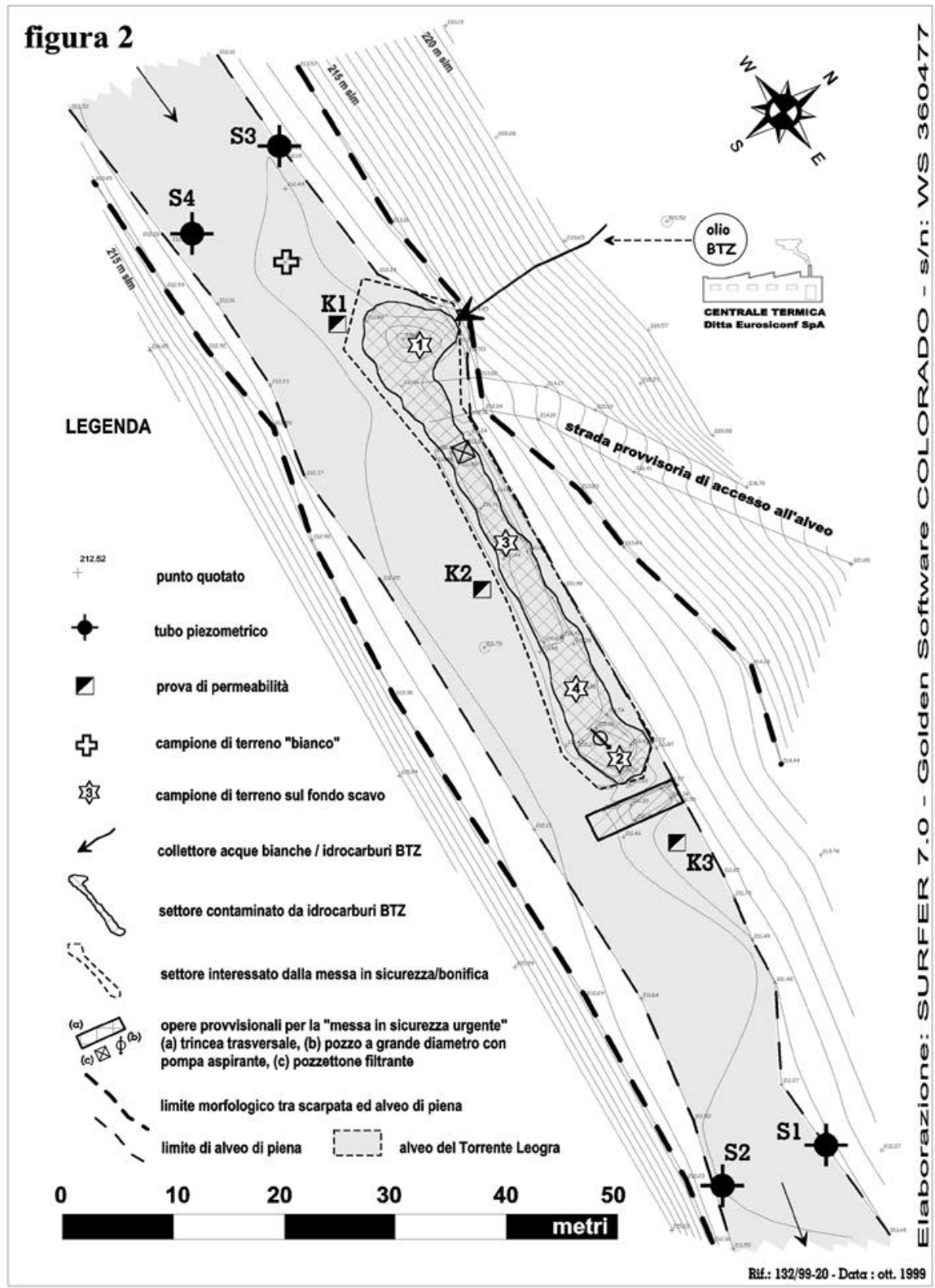
## INQUADRAMENTO GENERALE DEL SITO

### Cenni di geologia

La zona in studio si colloca nel settore terminale della Val Leogra, in adiacenza allo sbocco vallivo del corso d'acqua, in località Pievebelvicino (Comune di Torrebelvicino – Provincia di Vicenza)(**figura 1**).

La quota media del p.c. presso il piazzale di fabbrica è di circa 220 m s.l.m. mentre il torrente Leogra scorre incassato ad una quota ribassata di circa 10 m rispetto al p.c. medio (211 m s.l.m.) (**figura 2**). I processi esogeni di erosione, trasporto e deposito hanno fortemente contribuito al modellamento geomorfologico della Val di Leogra. Il tratto di valle interessato dall'evento di inquinamento si presenta con sezione trasversale a "V", con il fondo occupato da materiali sciolti recenti. Il greto del torrente è delimitato da scarpate di erosione di altezza pari a 8-12 metri. Presso le sponde del fiume si notano talora terrazzamenti di origine antropica. L'alveo di piena è nettamente evidenziato da un cambio di pendenza del versante; un minore dislivello e la presenza di vegetazione erbacea ed arbustiva nella fascia seguente contrassegnano il passaggio alla porzione di alveo centrale.





**Inquinamento da idrocarburi di un tratto di alveo del Torrente Leogra in Comune di Torrebelvicino (Prov. VI)**  
 Piano urgente di messa in sicurezza, indagini geologico tecniche e progetto esecutivo di bonifica  
**RILIEVO TOPOGRAFICO E PIANTA DI POSIZIONE DEGLI INTERVENTI**

**Sinergeo**  
 STUDIO di GEOLOGIA  
 36100 VICENZA Contrà del Pozzetto, 4

Fatta eccezione per i periodici fenomeni di scorrimento, susseguenti ad eventi meteorici di particolare intensità e/o durata, l'alveo del T. Leogra in questo settore di valle è privo di deflussi permanenti per buona parte dell'anno. Dal punto di vista geologico entro il bacino imbrifero del Leogra affiorano litotipi di origine sedimentaria ascrivibili ad un ampio intervallo cronostratigrafico, compreso tra il terziario ed il prepermico.

Si rilevano estese coperture di porfiriti del Ladinico sup. accompagnate da colate laviche, materiali piroclastici e tufi oltre a formazioni basaltiche e tufacee risalenti all'Oligocene medio.

Presso il fondovalle si rinvencono depositi quaternari di origine fluviale, più raramente glaciale, materiali di scoscendimento e di frana e detriti di versante.

### Stratigrafia e idrogeologia di dettaglio

La situazione stratigrafica di dettaglio del settore di valle del T. Leogra, individuata tra lo stabilimento in argomento e la loc. Ponte Canale, posta circa 250 m a valle, risulta sufficientemente nota nei suoi caratteri essenziali, essendo infatti disponibili alcune stratigrafie elaborate durante l'esecuzione di pozzi ad uso acquedottistico. Le terebrazioni risalgono agli anni compresi fra il 1962 e il 1965 e sono state realizzate per conto del Comune di Schio.

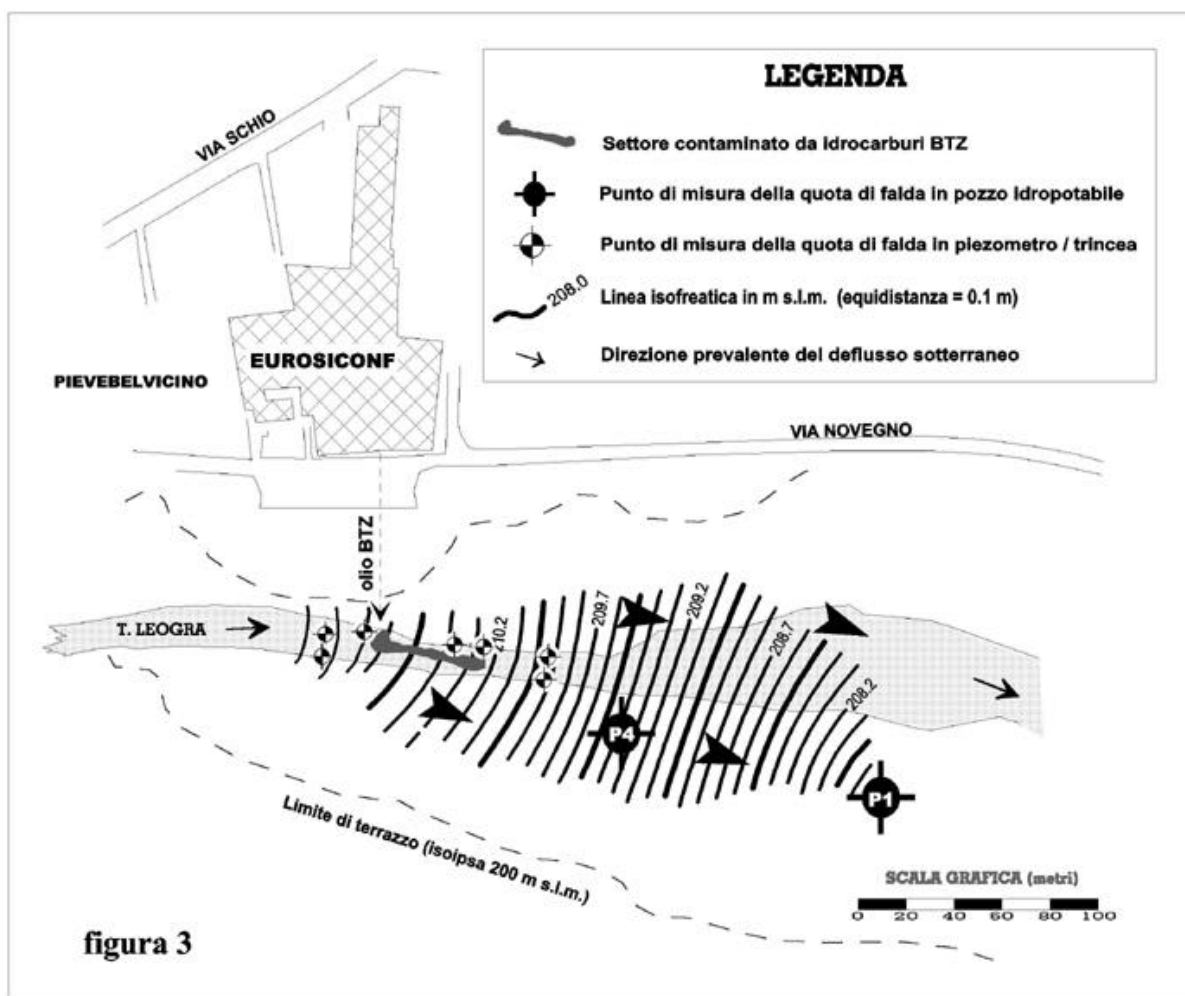
L'assetto litostratigrafico del materasso alluvionale può essere schematicamente suddiviso in quattro raggruppamenti principali di terreni. Il primo orizzonte è costituito da ghiaie grosse con ciottoli e massi in matrice limoso-sabbiosa: esso appare di spessore variabile dai 17 ai 25 metri.

Seguono livelli conglomeratici discontinui, localmente frammisti a ghiaie con ciottoli in matrice argillosa prevalente; la potenza di questa seconda unità varia dagli 11 ai 19 m. Sottostante si ritrova uno strato di conglomerato, in parte fessurato ed in parte compatto fino a profondità medie di 42-49 m dal p.c.

Il substrato roccioso è stato raggiunto solamente durante una delle perforazioni esplorative, che si localizza un centinaio di metri a valle del sito contaminato. Più in particolare esso è stato intercettato a circa 30 m di profondità dal piano campagna ed è rappresentato da calcari compatti, relativamente impermeabili rispetto ai materiali sciolti.

Sulla scorta di alcune prospezioni di carattere geofisico, propedeutiche alle ricerche d'acqua svolte in quest'area nei primi anni '60, si evince inoltre che il decorso dell'antico torrente era probabilmente spostato verso la sinistra idrografica, lato in cui si rilevano i massimi spessori di depositi alluvionali. L'interpretazione dei dati sismici ha messo in evidenza che l'andamento del *bedrock* presso la loc. Ponte Canale presenta una risalita da circa 40-50 m fino a 20 m di profondità

Tale morfologia può evidentemente costituire un fattore predisponente allo stoccaggio di riserve idriche entro un bacino di raccolta naturale in subalveo.



Per quanto attiene l'assetto idrogeologico locale si sottolinea l'esistenza di un importante acquifero di subalveo a carattere non confinato: esso è alloggiato nei materiali sciolti prevalentemente ghiaiosi di fondovalle poggianti sul substrato roccioso (acquicluda basale). L'alimentazione idrica della falda è sostanzialmente garantita dall'ampiezza del bacino idrografico sotteso dall'asta principale (circa 85 km<sup>2</sup> alla confluenza con il T. Timonchio) ed è favorita dalle dispersioni idriche dal fondo dell'alveo del T. Leogra e dei suoi affluenti.

Utilizzando i punti d'acqua disponibili (pozzi dell'acquedotto) ed alcuni piezometri e trincee intercettanti la falda appositamente realizzati per le presenti ricerche è stato ricostruito il campo di flusso indisturbato presso il tratto di valle in esame (figura 3). La soggiacenza media della falda è risultata intorno a 1.6-2.0 m dal p.c.

Le linee isofreatiche elaborate delineano un andamento della tavola d'acqua regolare ed in asse con quello dell'alveo del T. Leogra. Il deflusso sotterraneo che si esplica in seno ai depositi alluvionali appare pertanto orientato in direzione W-E e degrada secondo un gradiente idraulico locale pari a 1.0-1.25 %.

## SEQUENZA OPERATIVA DELLE INDAGINI E DEI LAVORI

Le operazioni svolte trovano, nella loro successione temporale, una triplice motivazione d'intenti:

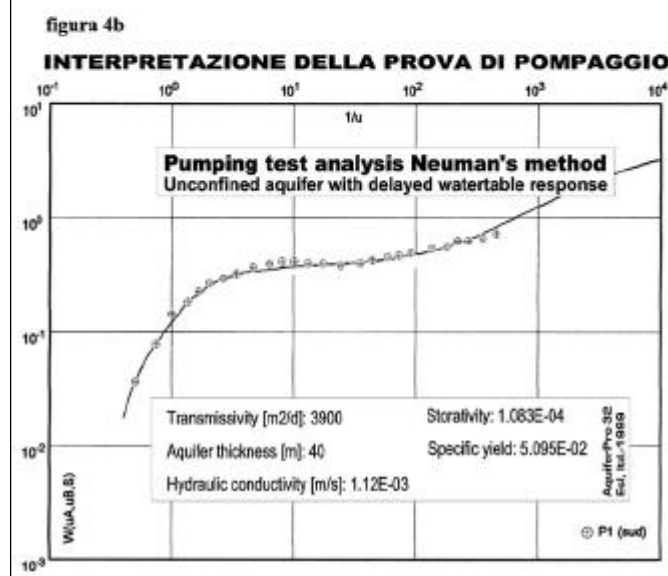
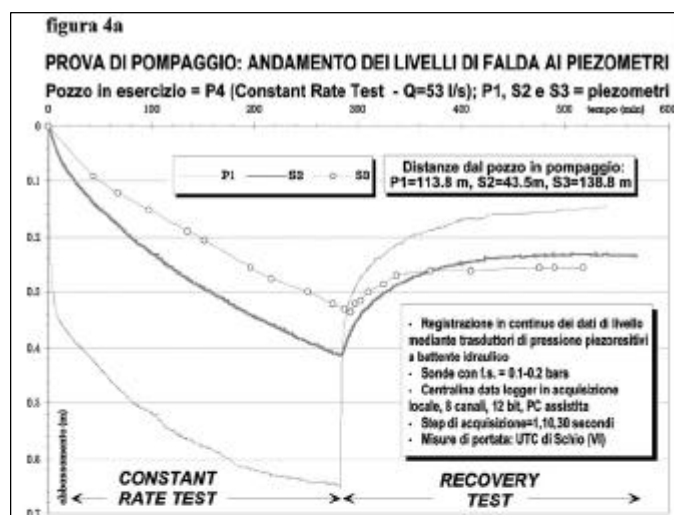
- ✓ Messa in sicurezza urgente del sito;
- ✓ Bonifica;
- ✓ Verifiche di collaudo e monitoraggi.

Si sottolinea che la logistica del sito, caratterizzata dalla presenza di massi e grandi ciottoli in alveo e da pendenze elevate della scarpata arginale, è risultata vincolante in molte delle scelte operative attuate.

A fronte della vulnerabilità del contesto ambientale di riferimento (alveo pedemontano ghiaioso, falda captata ad uso potabile) tutte le fasi operative principali sono state portate a compimento nell'arco di quattro-cinque giornate seguenti l'evento di contaminazione. A seguire si riporta la sequenza operativa delle indagini e dei lavori.

### Messa in sicurezza urgente

- ✓ Verifica di interruzione del flusso contaminante dal locale caldaie della Eurosiconf (sorgente primaria) e caratterizzazione della sostanza contaminante, rappresentata da olio combustibile di tipo BTZ ad alto potere calorico, alta viscosità a temperatura ambiente, bassa mobilità nel terreno ed immiscibilità con l'acqua. Il peso di volume dell'olio è pari a 928 kg/m<sup>3</sup> (LNAPL = Light Non Aqueous Phase Liquid).
- ✓ Approntamento mediante escavatori e pale meccaniche cingolate di una agevole pista di accesso per uomini e macchine operatrici fino al greto del T. Leogra.
- ✓ Perimetrazione del sito con apposita segnaletica di sicurezza.
- ✓ Primo spargimento di materiale granulare oleo-assorbente sul terreno contaminato e sulle pozze liquide (sorgente secondaria): l'area di alveo visivamente contaminata è risultata pari a 200 m<sup>2</sup> ca. lungo una fascia di sviluppo pari a 48-50 m.
- ✓ Derivazione provvisoria delle portate liquide, modeste ma persistenti, collettate attraverso la tubazione di scarico adiacente l'alveo (stessa tubazione di collettamento e di fuoriuscita del contaminante).
- ✓ Primi test idrogeologici di caratterizzazione.
- ✓ Realizzazione di una trincea trasversale all'alveo del Leogra subito a valle dell'estremità meridionale del *plume* e messa in posa di barriere contro la propagazione dell'olio tipo Ecosorb® e Fibersorb®.
- ✓ Stesa di teli di nylon su tutto il settore contaminato per impedire dilavamento e percolazioni dalla superficie inquinata in

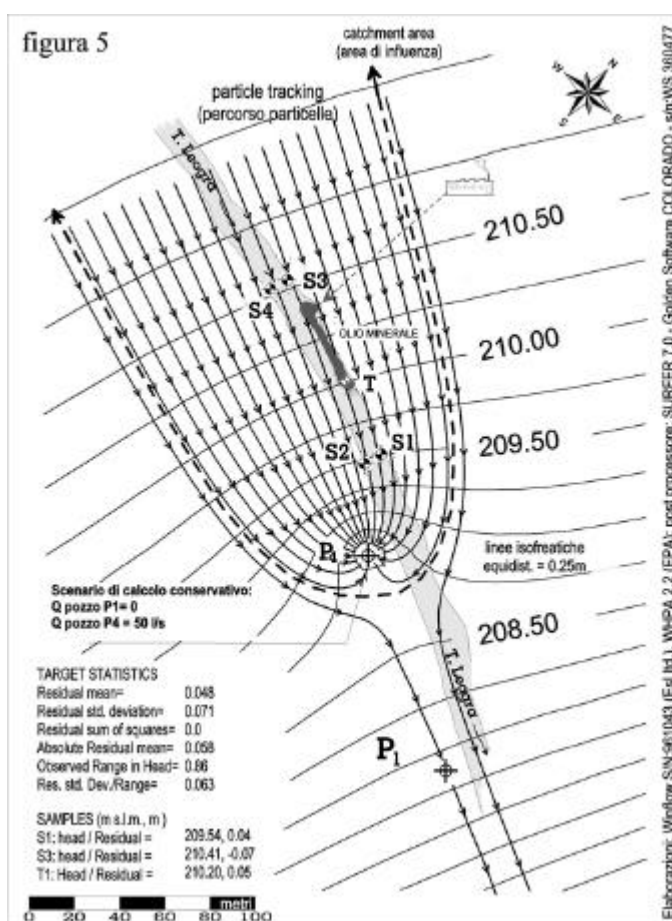




- ✓ seguito agli eventi meteorici avvenuti all'inizio dei lavori.
- ✓ Prosciugamento mediante autobotte con motopompa aspirante della fase liquida residua (pozze di olio).
- ✓ Censimento dei pozzi e messa in posa di piezometri in PVC in alveo a monte ed a valle della contaminazione.
- ✓ Esecuzione di rilievo topografico-morfologico di dettaglio con livellazione pianoaltimetrica dei piezometri, dei pozzi e di altri elementi di utile georeferenziazione.
- ✓ Freatimetria in regime statico e dinamico e ricostruzioni dell'andamento locale dei deflussi freatici.
- ✓ Esecuzione di test in sito per la parametrizzazione idrogeologica del settore indagato: stima della permeabilità dei depositi superficiali (prove in pozzetto, AGI 1977:  $K_{Vmed.} = 3 \cdot 4 \cdot 10^{-4}$  m/s), realizzazione di prove di emungimento condotte in tempo reale rispetto all'avanzamento dei lavori di bonifica con attrezzature ad acquisizione automatica PC assistita dei dati di livello (**fotoграфия 2**). Presso i piezometri S3 e S4, distanti circa 140 m dal pozzo in emungimento P4 ( $Q = 50$  l/s ca.), si sono registrati abbassamenti di falda superiori a 0.3 m (**figura 4a**). L'interpretazione della prova di pompaggio ha consentito di valutare i principali parametri idrogeologici dell'acquifero ( $T = 4.5 \cdot 10^{-2}$  m<sup>2</sup>/s,  $S = 1.08 \cdot 10^{-4}$ ,  $S_V = 5.09 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_v/K_o = 0.31$ ) (**figura 4b**).
- ✓ Implementazione di modello matematico di flusso di tipo analitico per l'ottimizzazione delle azioni correttive: l'analisi di semplici scenari previsionali, relativi a differenti situazioni di pompaggio compatibili con i reali esercizi dell'acquedotto, ha messo in evidenza che tutto il settore contaminato ricade entro l'area di cattura dei pozzi ad uso idropotabile del Comune di Schio, costituendo pertanto un concreto elemento di preoccupazione nei riguardi della salute pubblica degli utenti (**figura 5**).

### Bonifica e collaudo

- ✓ Rimozione del terreno contaminato e travaso finale su camion con cassone a tenuta ermetica per il trasporto fino al sito di stoccaggio provvisorio. Lo scavo è iniziato a partire dall'estremità orientale del *plume*, riguardando una fascia di 3-5 m di larghezza. Lo scotico ha riguardato tutto il livello ghiaioso impregnato di olio-BTZ, fino al raggiungimento dello strato visivamente non inquinato. Alcune operazioni di "rifinitura" sono state eseguite manualmente sul fondo scavo in modo da garantire una maggiore efficacia del piano di intervento, potendosi focalizzare le azioni correttive su piccole tasche di contaminazione residuale (**fotoграфия 3**).
- ✓ Pulizia manuale sui massi risultati parzialmente "bagnati" dall'olio nella porzione interrata: si sottolinea al riguardo l'abbondanza in sito di elementi litoidi subarrotondati con dimensioni prossime al metro di diametro e peso di svariate centinaia di chilogrammi, il cui smaltimento in discarica avrebbe inciso in maniera pesante sul quadro economico complessivo.
- ✓ Campionamento del materiale indisturbato alcune decine di metri a monte della trincea (campione bianco superficiale: oli minerali = 78 mg/kg), confezionamento del campione di materiale contaminato per la classificazione dello stesso necessaria a definire l'idoneo conferimento ad un impianto di smaltimento. I referti di laboratorio sul "tal quale" hanno verificato la compatibilità del "rifiuto" (oli minerali = 1000-5000 mg/kg) con impianti di tipo 2B (rifiuto speciale non tossico-nocivo e non pericoloso ai sensi del D.Lgs 22/97). Prima del definitivo conferimento a discarica controllata si è tuttavia optato per un trattamento di inertizzazione.
- ✓ Collaudo mediante campionamento lungo l'asse longitudinale del fondo scavo: le risultanze analitiche hanno permesso di valutare l'efficacia delle operazioni di bonifica in termini di raggiungimento di un livello stratigrafico subsuperficiale non inquinato (oli minerali = 26-74 mg/kg)
- ✓ Durante le operazioni di rimozione del terreno contaminato la falda di subalveo è stata portata a giorno presso il settore di impatto, sottostante la condotta di arrivo, e nella parte terminale del *plume*. Al termine delle operazioni di cantiere essa è risultata contaminata da modesti quantitativi di olio in fase surnatante, pervenuti in falda in parte per



trascinamento ad opera di acque meteoriche di infiltrazione in parte per le attività di scavo. A tal fine è stato organizzato un trattamento "in situ" delle acque a "circuito chiuso", sinteticamente articolato nelle seguenti fasi: messa in posa di due anelli in cls. forati e sovrapposti (diam. 150 cm x 50 cm di altezza) entro una trincea con funzione drenante di richiamo, installazione di una pompa aspirante da 3 CV sub superficiale connessa con un generatore di corrente, predisposizione di una linea di mandata diretta a monte (verso il settore di impatto) di lunghezza pari a circa 50 m ca., sistemazione a monte di un pozzetone di capacità con funzione di raccolta e di sfioro delle acque pompate ed approntamento di sistemi assorbenti

- ✓ Dopo l'avvio del pompaggio l'acqua ha iniziato a sfiorare lungo il perimetro del manufatto, ove i sistemi assorbenti hanno provveduto all'intercettazione dei prodotti organici, consentendo quindi un ritorno in falda del fluido meccanicamente "depurato" della frazione oleosa. L'emungimento è stato regolato con portate di esercizio piuttosto basse (10 m<sup>3</sup>/h ca.), in modo da realizzare uno sfioro di tipo laminare tale da ottimizzare l'azione assorbente sul film organico surnatante. Il pompaggio è stato protratto per oltre 3 gg. consecutivi durante i quali si è provveduto a sostituire, quando necessario, i materiali oleoassorbenti e ad alimentare il motogeneratore. Complessivamente sono stati filtrati circa 750-800 m<sup>3</sup> d'acqua di falda, che in prima analisi hanno garantito almeno 2 cicli di ricambio-filtraggio idrico presso il settore contaminato.
- ✓ Nel corso delle operazioni di bonifica del tratto di alveo del T. Leogra contaminato da idrocarburi sono stati complessivamente rimosse circa 360 tonnellate di materiali ghiaiosi impregnati di olio minerale BTZ. Sulla base dei dati acquisiti si è stimata una ritenuta specifica dell'insaturo pari a 8-10 litri di olio BTZ per ogni metro cubo di terreno. Il quantitativo di liquidi (olio ed acqua contaminata) aspirato e successivamente trattato e smaltito a norma di legge ammonta ad una dozzina di metri cubi circa.
- ✓ Completate le operazioni di bonifica si è provveduto al ripristino del sito nel rispetto della configurazione fisiografica dell'alveo originaria dopo la chiusura delle trincee ed il tombamento degli scavi effettuati con idoneo materiale inerte.

## Conclusioni

La tipologia della bonifica adottata e le verifiche analitiche svolte sui terreni di fondo scavo hanno garantito la rimozione pressoché totale della fonte inquinante (terreno impattato). Sulla base di contatti intercorsi con i Funzionari dell'Acquedotto comunale si è verificato inoltre che successivamente alla contaminazione sono stati svolti controlli presso le opere di presa ed entro le vasche di accumulo alimentate dai pozzi, senza evidenziare indizi di inquinamento delle acque da immettere in rete. Si precisa che le metodiche di indagine di campionamento e di analisi nonché la tempistica di attuazione dei lavori ed i risultati attesi sono stati costantemente discussi e definiti con gli Enti preposti al controllo delle operazioni e presenti in sito.

Alla luce di molteplici esperienze maturate nel campo dei disinquinanti a livello nazionale ed internazionale si tiene infine a precisare che la validità delle soluzioni proposte è molto spesso assicurata non tanto con il rigido rispetto di limiti tabellari imposti quanto dall'instaurarsi di un fattivo processo negoziale con le Autorità che supervisionano le operazioni di riqualificazione ambientale.

Gli studi effettuati dimostrano che l'esigenza prioritaria di tutela della salute pubblica e dell'ambiente può essere conseguita solamente mediante un approccio tecnico-scientifico di base che garantisca scelte operative immediate ed efficaci; in aggiunta a ciò l'adozione di soluzioni di ragionevole compromesso può talora garantire l'efficienza degli interventi di messa in sicurezza urgente, minimizzando al contempo l'impatto ambientale a breve termine ed i successivi oneri finanziari di bonifica.

In conclusione quanto svolto testimonia che la sinergia di intenti risulta fondamentale per il conseguimento dei rispettivi obiettivi, nel caso specifico costituiti per il gruppo privato dall'ottenimento di un atto di liberatoria del sito a certificazione di conformità dell'avvenuta bonifica e per l'Ente pubblico dal ripristino della qualità ambientale di un sito inquinato a seguito di interventi tecnicamente validi, socialmente accettabili e finanziariamente sostenibili.



Foto 1



Foto 2



Foto 3

articolo  
pubblicato  
su "acque sotterranee"  
n. 67 - settembre 2000  
ed. geograph (mi)