

OGGETTO: Adozione della proposta di individuazione delle aree di salvaguardia del Pozzo Macchia Nuova sito in località Comunaletto (Comune di Blera - Viterbo). Attuazione della D.G.R. del 14/12/1999 n°5817

LA GIUNTA REGIONALE
su proposta dell'Assessore all'Ambiente.

VISTO il D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988, ed in particolare l'articolo 9 che stabilisce le competenze regionali in materia di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

CONSIDERATO che, a norma del citato D.P.R. n. 236 del 24 maggio 1988, tra le competenze attribuite alle Regioni rientra la "individuazione delle aree di salvaguardia e disciplina delle attività e destinazioni ammissibili, ...";

VISTO il D. to L.vo n. 152 del 11 maggio 1999 che integra il citato D.P.R. 236/88, confermando le competenze regionali in materia di individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

CONSIDERATO che la L.R. n. 74 del 18 novembre 1991, concernente "Disposizioni in materia di tutela ambientale - Modificazioni ed integrazioni della L. R. n. 36 del 11 aprile 1985", attribuisce all'Assessorato Ambiente la finalità di esercitare "... una incisiva ed organica tutela dell'ambiente nei suoi vari aspetti ...", individuando, tra gli ambiti della tutela ambientale, "... la preservazione dell'aria, dell'acqua e del suolo dall'inquinamento....";

VISTA la L. R. n. 6 del 22 gennaio 1996 "Individuazione degli ambiti territoriali ottimali e organizzazione del servizio idrico integrato in attivazione";

VISTA la D.G.R. del 14/12/1999 n°5817 Approvazione ed emanazione delle direttive per l'attuazione delle competenze regionali. Direttive per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano;

Visto l'avviso di inizio procedure per la delimitazione delle aree di salvaguardia sui B.U.R. della Regione Lazio, parte terza, del 30/11/2001;

Considerata la documentazione geologica a firma del dott. geol. Bruno Bonsignori e del dott. geol. Marcello Bracciani trasmessa dal Comune di Blera con nota n°5190/01 del 18/10/2001; *dupl*

Considerata la cartografia catastale trasmessa con nota n°1290/02 del 15/03/2002 a firma del dott. Arch. Francesca Rizzo;

all'unanimità delibera

- di adottare la delimitazione delle aree di salvaguardia così come sono riportate nella cartografia allegata che fa parte integrante della presente deliberazione; *(All. A) ll*
- che la zona di tutela assoluta è individuata nell'allegato foglio catastale che fa parte integrante della presente deliberazione; *(All. B) ll*
- che la zona di rispetto è individuata nell'allegato foglio catastale (foglio 32 part. 69, 70, 80,77) del Comune di Blera e nell'allegata cartografia in scala 1:10.000 che fanno parte integrante della presente deliberazione; *(All. C) ll*
- che la zona di protezione è individuata dalla cartografia allegata che fa parte integrante della presente deliberazione; *(All. A) ll*
- che la zona di tutela assoluta è adibita esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio; deve essere idoneamente protetta e provvista di opere di regimentazione delle acque dilavanti;
- che la zona rispetto ristretta, che viene considerata coincidente con la zona di rispetto allargata, non può essere adibita alle seguenti attività o destinazioni:

- dispersione di reflui e fanghi, anche se depurati;
- accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle culture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;



- aree cimiteriali;
 - apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
 - apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche qualitative della risorsa idrica;
 - impianto di raccolta e smaltimento rifiuti;
 - stoccaggio di prodotti chimici pericolosi e sostanze radioattive;
 - centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
 - pozzi perdenti;
 - pascolo di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione;
 - stabulazione di bestiame;
- nell'area di rispetto qualora non sia economicamente e tecnicamente realizzabile una fognatura possono in via eccezionale essere realizzati sistemi di smaltimento che prevedano le fosse settiche tipo Imhoff e conseguente smaltimento dei reflui tramite sistemi di evapotraspirazione vegetale;
 - che sia vietato il passaggio di mezzi con carichi pericolosi presso le opere di captazione;
 - che siano messi in sicurezza gli scarichi delle abitazioni civili poste all'interno dell'area di rispetto;
 - che la zona di protezione, dovrà mantenere una destinazione agroforestale con l'adozione delle seguenti misure precauzionali per insediamenti civili, produttivi, turistici, zootecnici da inserirsi negli strumenti urbanistici comunali:
- è vietata l'apertura di cave a meno di situazioni litostratigrafiche naturalmente idonee e puntualmente accertate;
 - è vietata l'apertura di nuove discariche di qualsiasi tipo, ad esclusione di quelle di inerti;
 - è vietato lo scarico nel suolo di reflui e fanghi;
 - tutti gli insediamenti civili, produttivi, turistici, zootecnici dovranno essere muniti di opere di collettamento dei reflui;
 - lo smaltimento dei reflui di abitazioni isolate dovrà avvenire mediante impianti di evapotraspirazione vegetale o altri sistemi che garantiscano il non inquinamento della falda sottostante;
 - tutti pozzi per l'approvvigionamento idrico dovranno essere progettati, realizzati, condotti e dismessi in modo da impedire qualsiasi forma di inquinamento delle falde ;
- Le competenze in materia di controllo previsti nel citato decreto del Presidente della Repubblica 24/05/1988, n°236 e Decreto Legislativo 11/05/1999, n°152 saranno espletate dall'ASL competente per territorio.
 - Il perimetro delle aree di salvaguardia delle sorgenti e dei pozzi, così com'è definito nelle planimetrie allegate, potrà essere modificato in relazione all'acquisizione di dati scientifici che modificano sostanzialmente le conoscenze attuali.
 - Di dare mandato alla Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile di trasmettere al Comune di Blera la presente deliberazione; il suddetto comune la pubblicherà sul proprio albo pretorio mediante l'affissione per quindici giorni.
 - Il Comune di Blera dopo ulteriori quindici giorni trasmetterà alla Direzione Regionale Ambiente e Protezione Civile gli estremi della pubblicazione unitamente alle osservazioni eventualmente presentate dagli aventi diritto a termini di legge.

Analizzate e controdedotte le osservazioni provenienti dal Comune di Blera mediante apposito atto deliberativo della Giunta Regionale, saranno approvate le aree di salvaguardia per il Pozzo Macchia Nuova sito in località Comunaletto .

IL PRESIDENTE: F.to Francesco STORACE

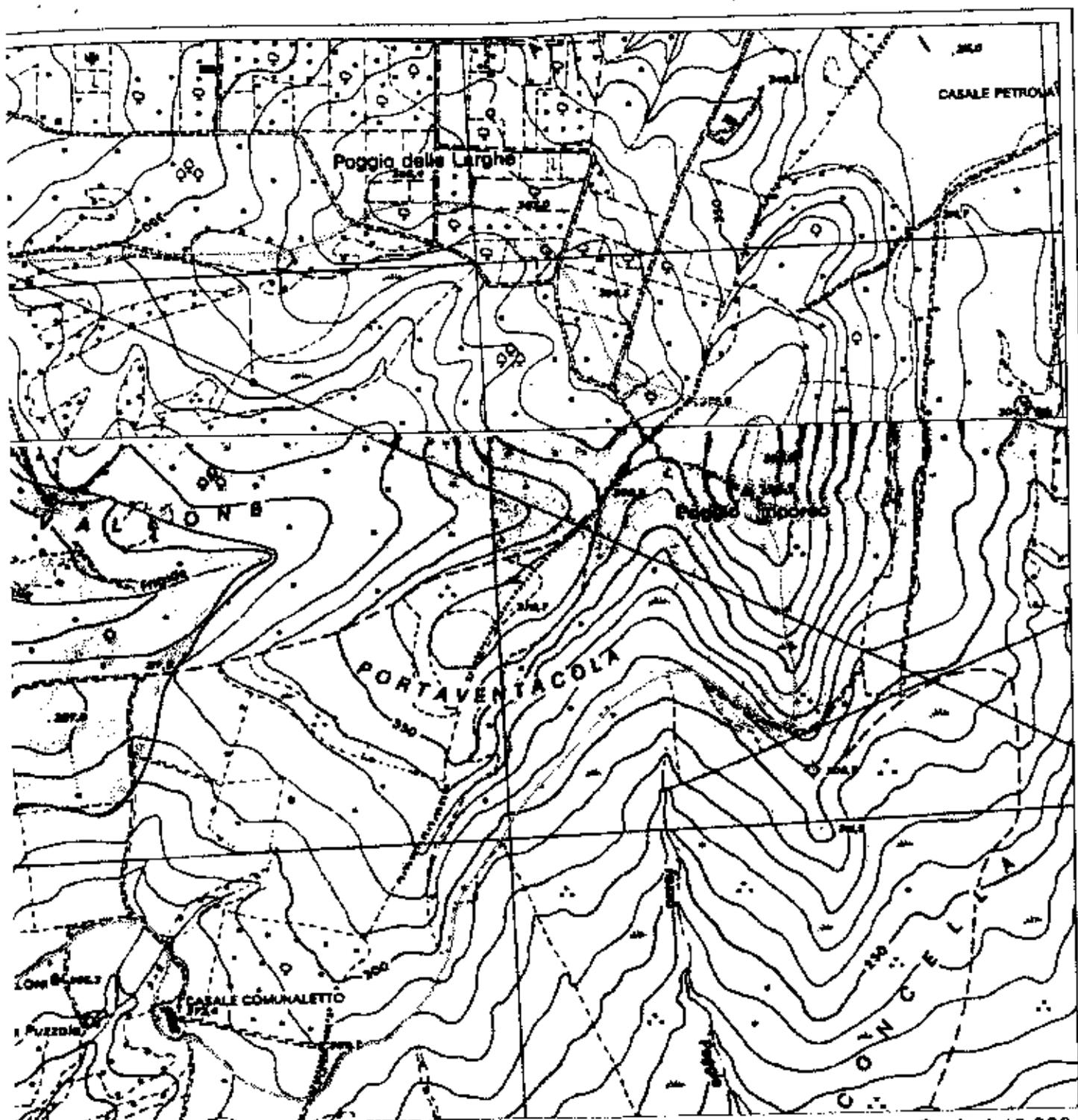
IL SEGRETARIO: F.to Tommaso Nardini



45

9

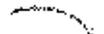
All. "A"



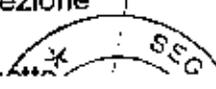
LEGENDA

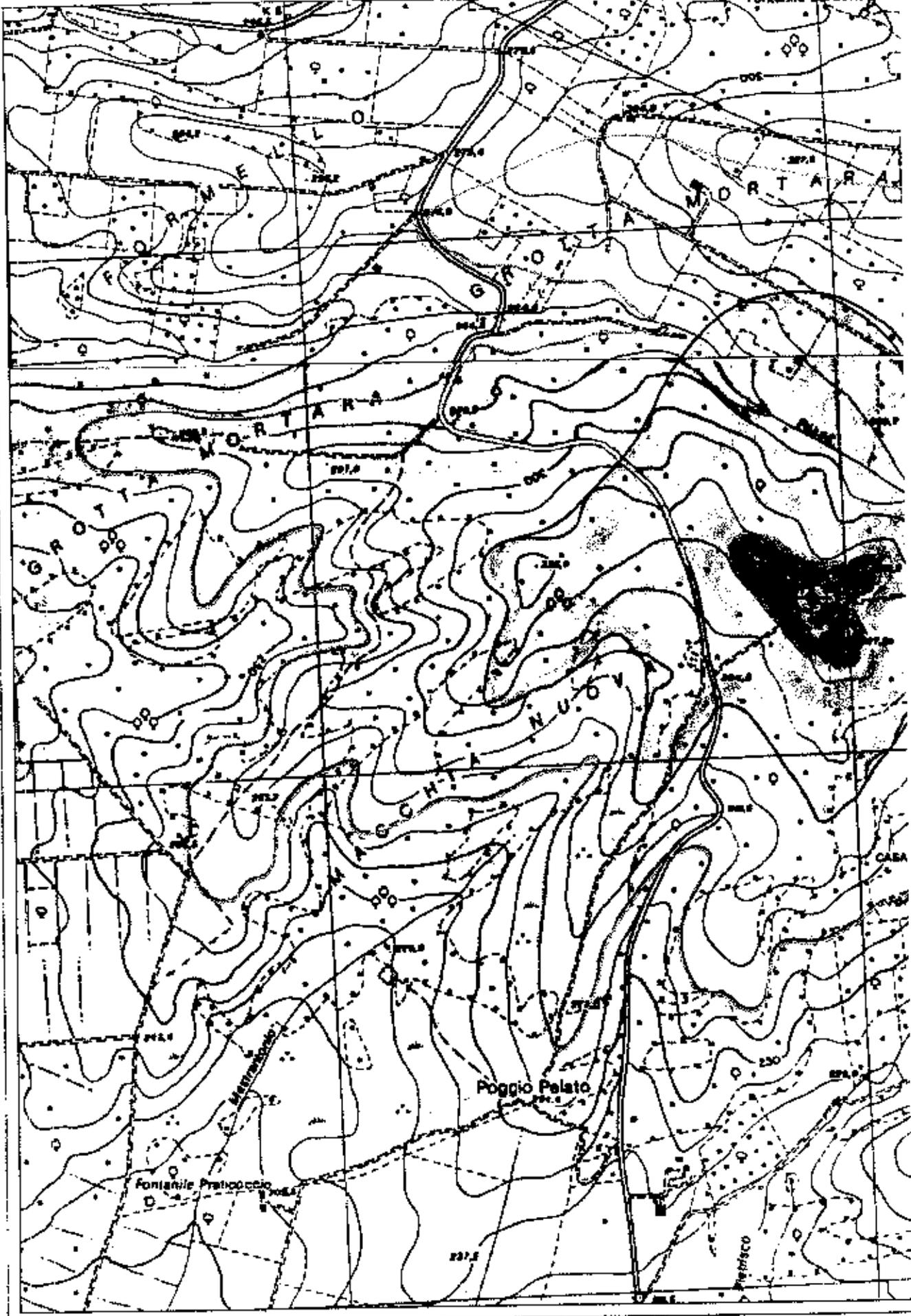
Scala 1:10.000

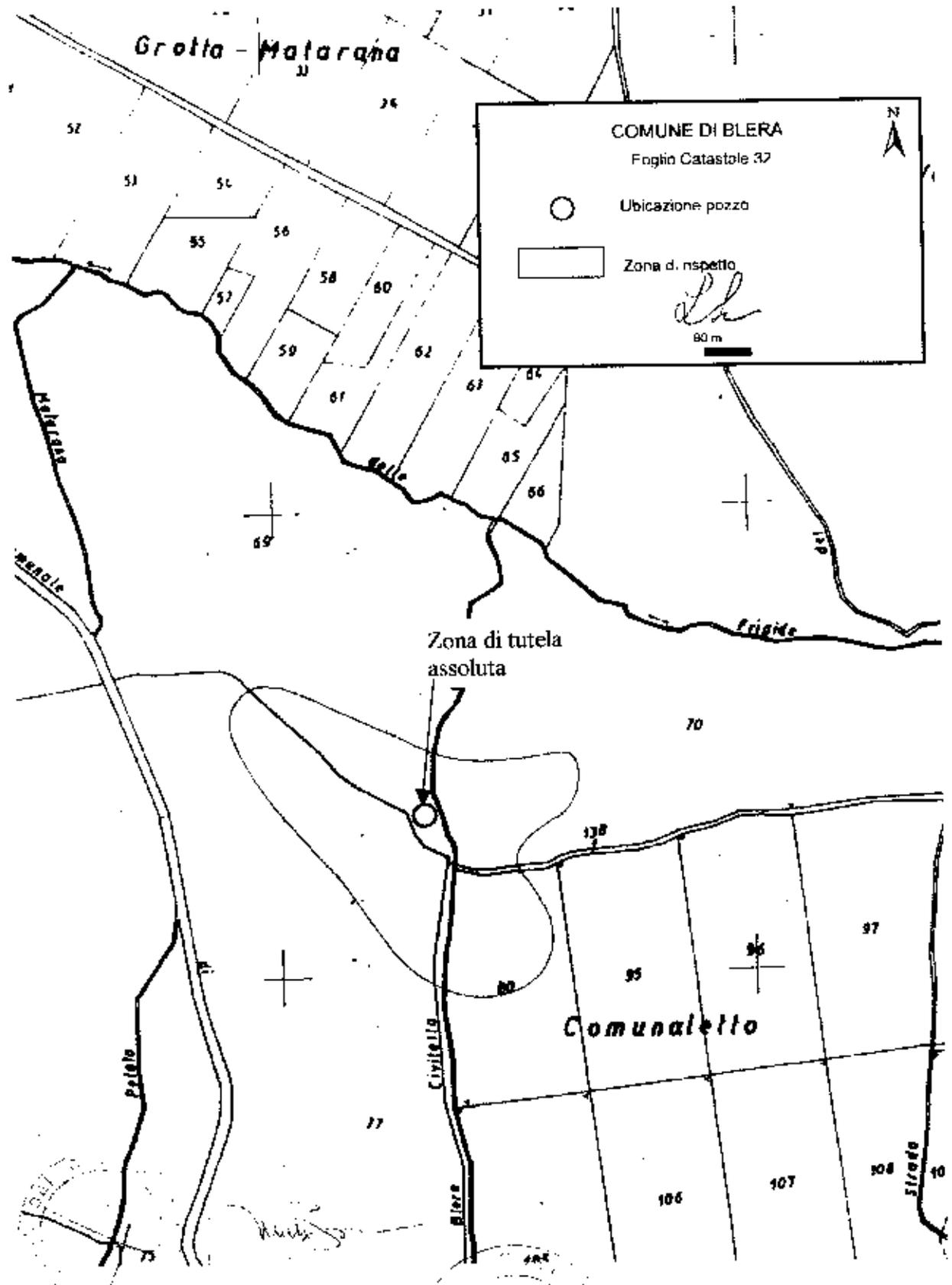
200 m

-  Pozzo
-  Bacino idrogeologico
-  Zona di Protezione
-  Zona di Classificazione

Il Dirigente dell'Ufficio 4/A
(Dr. *Mario Molino*)

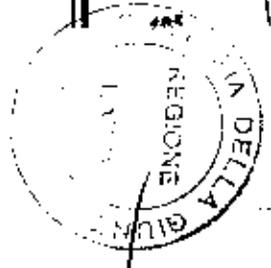






Il Direttore Regionale
Raniero De Filippis

L'Assessore
Marco Verzaschi





COMUNE DI BLERA

PROVINCIA DI VITERBO

Via Roma, 8 01010 B L E R A (VT) Tel. 0761470093 Fax 0761 470566
E-mail: uffici@comune.blea.vt.it. C.F.80004210565 P. IVA 00218810562

Prot. 1290/2002
Blera 15/03/2002

Alfa Regione Lazio
Dipartimento Ambiente e Protezione Civile
Area 4A/3
Alla c. a. Dott. CATALANO
Via R.R. Garibaldi - Roma

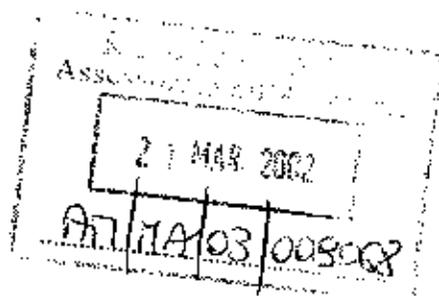
**OGGETTO : Delimitazione aree salvaguardia acque destinate al consumo umano
DGR n. 5817 del14/12/1999. Pozzo Macchia Nuova.**

Come da richiesta telefonica si trasmette integrazione documentazione relativa
delimitazione area di salvaguardia Pozzo Macchia Nuova.

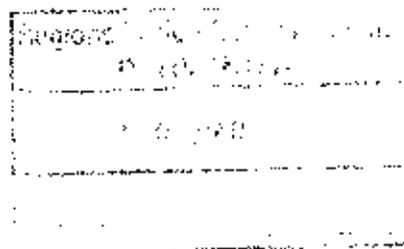
Si allega:

- 3 copie individuazione area su stralcio catastale.

Distinti saluti



Il responsabile del Servizio
(Arch. Francesca Rizzo)





COMUNE DI BLERA

PROVINCIA DI VITERBO

Via Roma, 8 01110 BLERA (VT) Tel. 0761470093 Fax 0761 470566
E-mail: uffici@comune.bera.vt.it C.F. 80004210565 P. IVA 00213810562

Prot. 5190
Blera 18 10-2001

Alta Regione Lazio
Dipartimento Ambiente e Protezione Civile
Area 4A/3
Alla c. a. Dott. CATALANO
Via R.R. Garibaldi - Roma

**OGGETTO : Delimitazione aree salvaguardia acque destinate al consumo umano
DGR n. 5817 del 14/12/1999. Pozzo Macchia Nuova.**

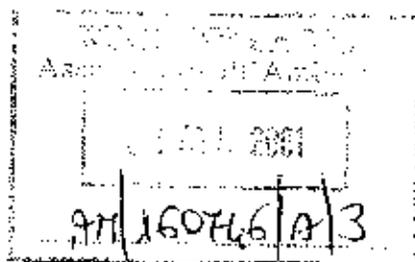
In ottemperanza a quanto previsto da DGR n° 5817 del 14/12/1999 si trasmette documentazione relativa delimitazione area di salvaguardia Pozzo Macchia Nuova.

Si allega:

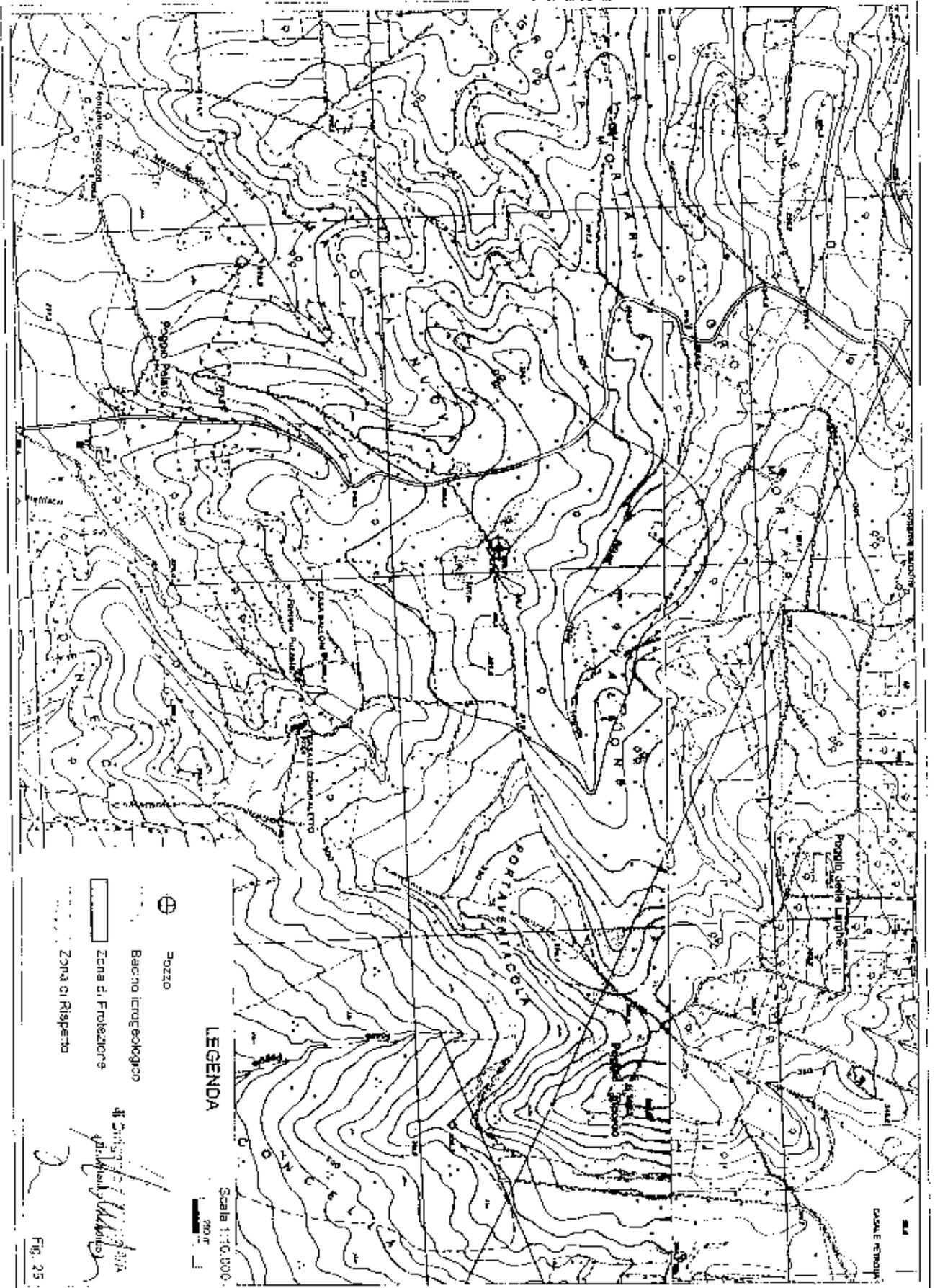
- 3 copie relazione idrogeologica
- copia deliberazione di C.C. n°40 del 27/09/2001 di delimitazione area di salvaguardia in oggetto.

Distinti saluti

Il responsabile del Servizio
(Arch. Francesca Rizzo)



54 SAL





ALL. SO. SO. D. P. N. 45
DEL 2.1.1999

STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO PANGEA - Consulenze ed indagini geologiche, idrogeologiche e geotecniche

Dott. Geol. Bruno Bonsignori - Dott. Geol. Marcello Bracciani

REGIONE LAZIO

PROVINCIA DI VITERBO

Località Comunaletto

COMUNE DI BLERA

Relazione idrogeologica per la delimitazione delle zone di salvaguardia di
un pozzo comunale usato a scopi idropotabili per la Fraz. Civitella Cesi
(ai sensi della Delib. Giunta Regionale N.5187/99)

Cura, Luglio 2001

Il Dirigente
(D. P. ...)



1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Blera viene di seguito illustrata un'indagine geologica ed idrogeologica relativa ad una captazione idropotabile al servizio della Fraz. Civitella Cesi, nel Comune di Blera (VT).

La relazione viene sviluppata in modo ossequiente alla Deliberazione della Giunta Regionale del 14/ 12/ 1999 N. 5817 e del D.LGS N.258 del 18 agosto 2000.

In particolare, utilizza la traccia prodotta nella Parte II -Norme Tecniche- della sopraddetta Delib. Reg. 5817/99, discutendone tutti i punti e/o motivando le ragioni per cui alcuni argomenti sono stati omessi.

L'opera di captazione è un pozzo che consente l'attingimento di acqua sotterranea in quantità modeste. Il sito è ubicato in un'area boschiva (macchia) su un colle che garantisce un elevato grado di protezione dell'acquifero.

Il pozzo è stato eseguito nei primi anni '90 e successivamente studiato, nel 1996, sotto la direzione scientifica del Prof. U.CHIOCCHINI, responsabile dell'esecuzione di N. 2 sondaggi geognostici a carotaggio continuo e prove di portata.

L'assistenza ai carotaggi e l'esecuzione delle prove di portata sono state compiute dagli scriventi.

2. UBICAZIONE GEOGRAFICA

Distante circa 3.5km verso Sud dal centro storico di Blera e di 3.2km verso Nord dalla Fraz. Civitella Cesi, il pozzo in esame è ubicato ad una quota di 322 m s.l.m., distinto al NCT nel Foglio N. 32 del Comune di Blera, particella N. 69.

Di seguito viene riportata la seguente cartografia:

Fig.1) Corografia IGM a scala 1:25.000 con ubicazione del sito.

Stralcio del Foglio 143 CIVITELLA CESI IV S.O. e Foglio 143 VETRALLA IV N.O.

Fig.2) Corografia CTR a scala 1:10000 con ubicazione del sito.

Stralcio della SEZIONE 355130 - CIVITELLA CESI

Fig.3) Corografia NCT a scala 1:4000 con ubicazione pozzo.

Stralcio del Foglio Catastale 32 del Comune di Blera

3. RELAZIONE GEOLOGICA

Il capitolo è suddiviso in 6 paragrafi di cui il primo serve a fare un'ampia panoramica della situazione geologica regionale e pertanto non vengono riportati le fonti da cui sono attinti i dati bibliografici giacché fanno parte del bagaglio culturale di ogni geologo.

Nei capitoli successivi, invece, si focalizza l'attenzione sulle informazioni di carattere litologico puntuale, ricavate per la realizzazione dell'opera in progetto e per la sua razionale utilizzazione, da cui si estrapolano le stratigrafie, le sezioni geologiche e la Carta Geologica. Inoltre, per stimare la successione stratigrafica delle formazioni che costituiscono l'acquifero in questione, vengono utilizzati anche le informazioni ricavate da alcuni sondaggi elettrici verticali (da qui in avanti detti SEV).

3.1 Inquadramento geologico e idrogeologico regionale

La geologia del territorio comunale di Blera è parte integrante di quella di tutto il Lazio settentrionale, nella fascia peritirrenica compresa tra la catena appenninica e la costa tirrenica.

COMUNE DI BLERA

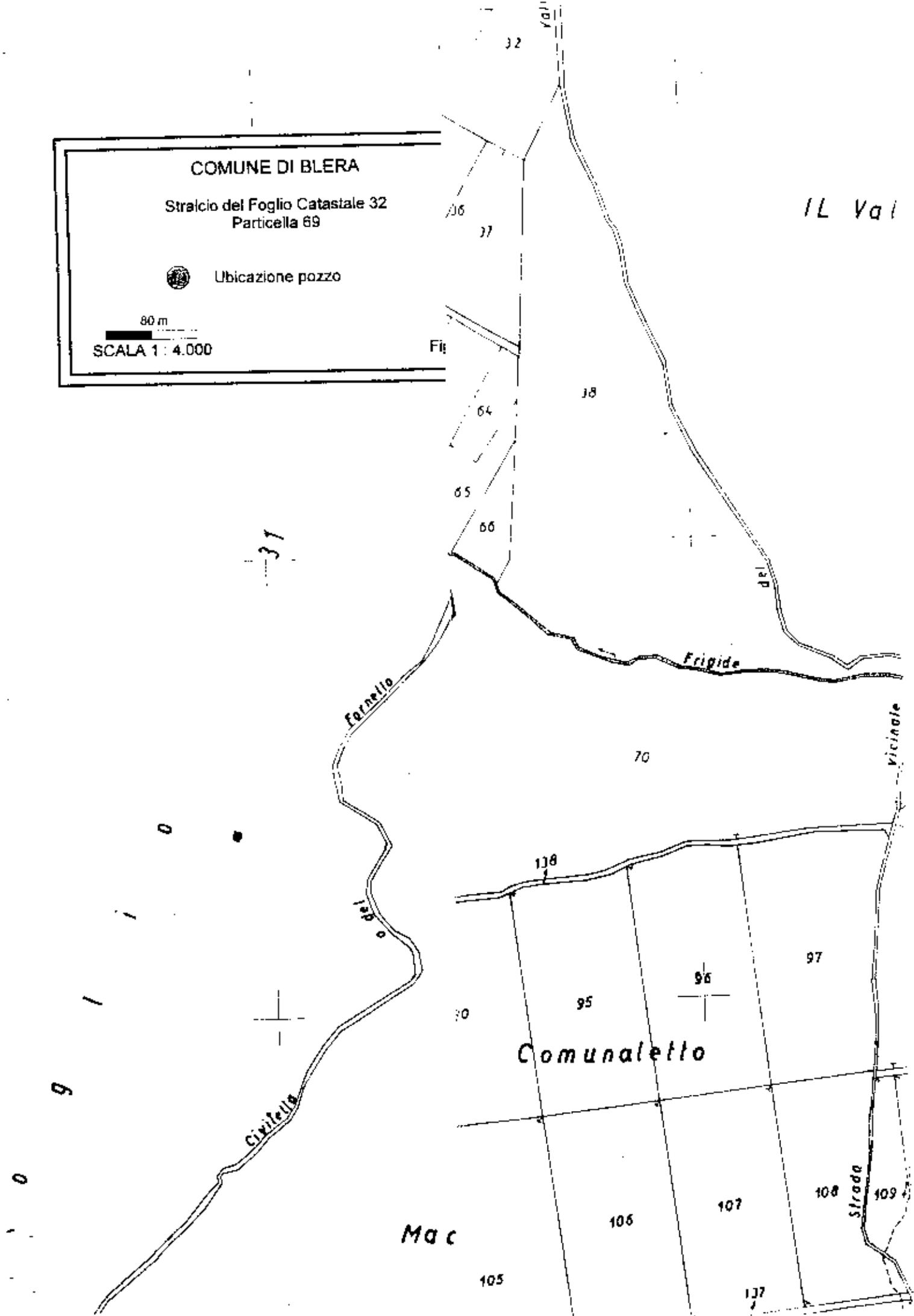
Stralcio del Foglio Catastale 32
Particella 69

 Ubicazione pozzo

80 m

SCALA 1 : 4.000

Fit



La sua storia geologica può dirsi avere inizio nel Cretacico Sup. in un periodo in cui la distribuzione delle masse continentali era ben diversa da quella attuale e della penisola italiana non v'era nessuna traccia. In tale periodo, infatti, tra il continente africano e quello europeo esisteva un oceano, la Tetide, molto esteso lungo i paralleli, in cui si depositavano i sedimenti sia a grande profondità (4000 m nelle piane abissali) che a bassa profondità (ambiente neritico) a secondo della distanza dalla linea di costa.

A partire proprio dal Cretacico sup.- Paleocene inf. fino al Miocene inf., per l'avvicinamento progressivo della zolla continentale euroasiatica con quella africana, si ebbe l'impilamento, accavallamento e piegamento dei sedimenti secondo un movimento che procedette da Ovest verso Est.

Le prime unità tettoniche sedimentarie a risentire di questo movimento furono, quindi, quelle più interne, deposte perciò nella piana abissale, che per prime si impilarono le une sulle altre.

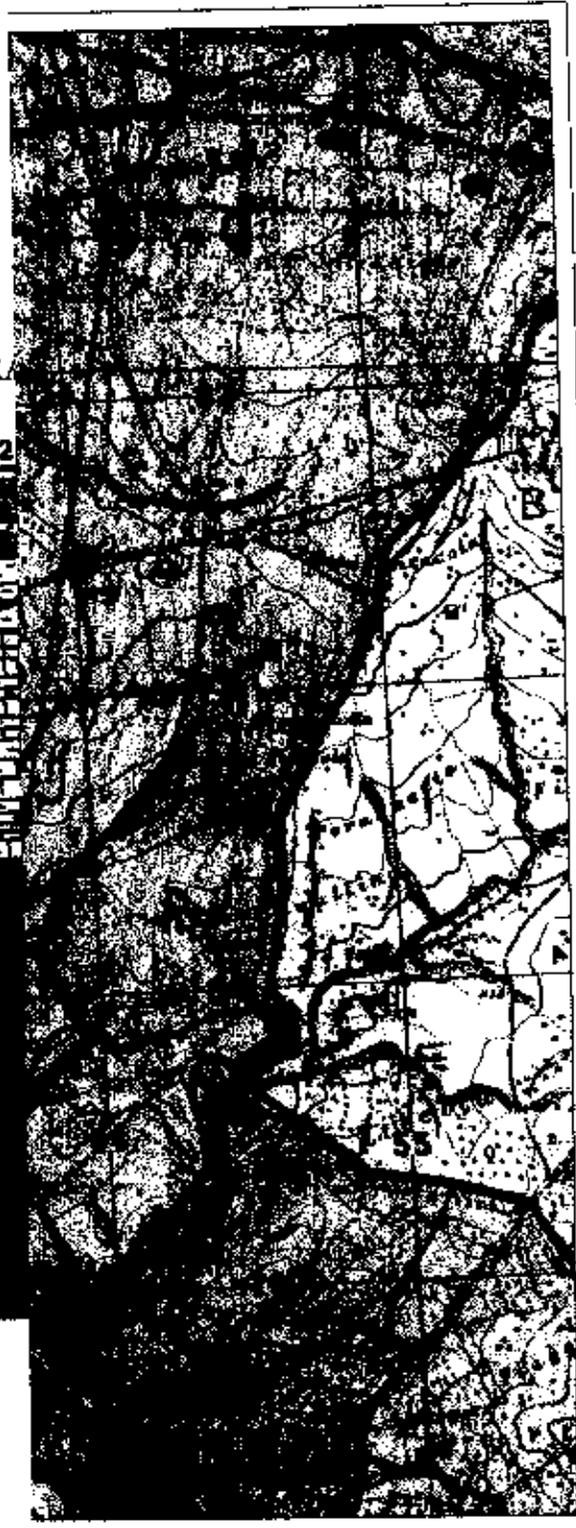
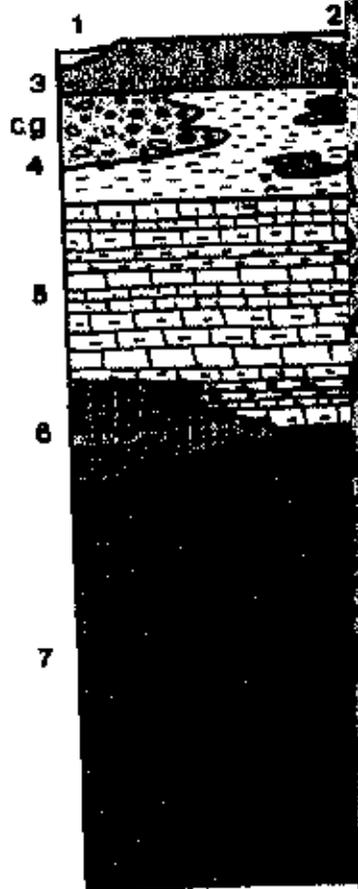
Poi, a partire dall'Oligocene, esse andarono ad accavallarsi e/o sostituirsi a quelle deposte sul margine continentale. Di conseguenza, quest'ultime sono state definite genericamente unità *autoctone*, poiché sono rimaste radicate al loro originario basamento, mentre le altre sono state chiamate *alloctone* poiché se ne sono completamente scollate.

Nel territorio comunale di Blera affiorano le sole *unità alloctone* mentre quelle *autoctone* si trovano a profondità di varie centinaia di metri, come è risultato dalle perforazioni profonde dell'AGIP.

Alla fine del Miocene (Messiniano) l'ossatura appenninica era ormai compiuta ed un ambiente continentale, di transizione e di mare poco profondo, vide la messa in posto



COLONNA STRATIGRAFICA
Scala 1:10.000



Rilevatori: Bonisignori & Bracciani

LEGENDA

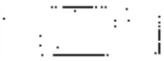
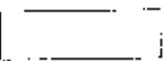
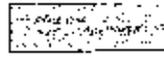
- | | | |
|---|---|---|
| 1 |  | <u>Detrito di falda.</u> Massi e blocchi prevalentemente tufacei. ATTUALE |
| 2 |  | <u>Depositi alluvionali.</u> Limi, sabbie e ghiaie. ATTUALE |
| 3 |  | <u>Deposito piroclastico.</u> Tufo massivo a consistenza lapidea di colore rosso-giallastro, ad aspetto vacuolare, in cui spiccano grosse scorie vetrose nere. La parte basale assume spesso una facies incoerente di colore grigio-nerastro. PLEISTOCENE |
| 4 |  | <u>Successione terrigena.</u> Argille marnose, marne argillose, a luoghi con gesso, con rare intercalazioni di strati arenacci nella parte alta della formazione. Questo corpo sedimentario contiene grosse lenti di ghiaie e conglomerati eterometrici (cg), che divengono predominanti e più spessi verso l'alto della formazione. MESSINIANO |
| 5 |  | <u>Successione calcarea marnosa in facies di flysch.</u> Calcareniti grossolane e calcilutiti grigie, talvolta con sottili intercalazioni pelitiche alternate a calcari e calcari marnosi. EOCENE |
| 6 |  | <u>Membro argillitico.</u> Argilliti di vario colore con rare intercalazioni di sottili strati calcareo-silicei. Alla base ed al tetto le argilliti tendono a divenire più siltose e marnose. PALEOCENE-EOCENE |
| 7 |  | <u>Successione calcarea marnosa in facies di flysch.</u> Alternanza di calcari marnosi (spesso "pacsinizzati"), marne ed argilliti talvolta siltose, calcareniti. PALEOCENE |

Fig. 5 - Legenda riferita alla Carta Geologica a scala 1:25.000 (Fig. 4), alla Carta Geologica a scala 1:10.000 (Fig. 6) e alle Sezioni Geologiche (Fig. 7).

intercomunicanti tra di loro, poggianti sopra ad un letto argilloso impermeabile. Secondo questo modello, dunque, gli acquiferi si comportano come dei colini, nel senso che permettono una agevole circolazione d'acqua ma la forma non consente l'accumulo di riserve idriche nel sottosuolo; tale modello spiega perfettamente il gran numero di fontanili presenti nel territorio di Blera, che erogano acqua in quantità di una frazione di litro al secondo, i cui punti di captazione sono sempre impostati al contatto tra le argille e le ghiaie.

Comunque si ritiene possibile che qualche grossa lente ghiaiosa, compresa tra il T. Biedano ed il T. Vesca (quindi comprensiva del sito in questione), possa contenere volumi d'acqua sfruttabili nell'ordine di qualche litro al secondo.

I terreni costituiti dalla Successione Calcareo-Marnosa, contenendo un'elevata frazione degli strati pelitici (quindi impermeabili) ed avendo una morfologia molto articolata (quindi favorisce il ruscellamento delle acque meteoriche), contengono, complessivamente, quantità d'acqua trascurabili se rapportate con i loro volumi solidi.

Modeste circolazioni idriche ipogee si verificano separatamente su più livelli entro le porzioni di ammassi rocciosi più litoidi e fratturati; solo eccezionalmente si può verificare che particolari strutture tettoniche (per esempio le sinclinali) favoriscano l'accumulo di riserve idriche, comunque sfruttabili nell'ordine di pochissimi litri al secondo.

L'idrografia dell'intero territorio comunale ha una densità di drenaggio variabile a secondo delle unità litologiche affioranti in superficie.

Infatti, si osserva che i versanti argillosi hanno una densità molto più alta che quelli costituiti dal complesso elastico-piroclastico a causa della loro conducibilità idraulica che favorisce l'infiltrazione delle acque meteoriche a discapito delle ruscellanti.

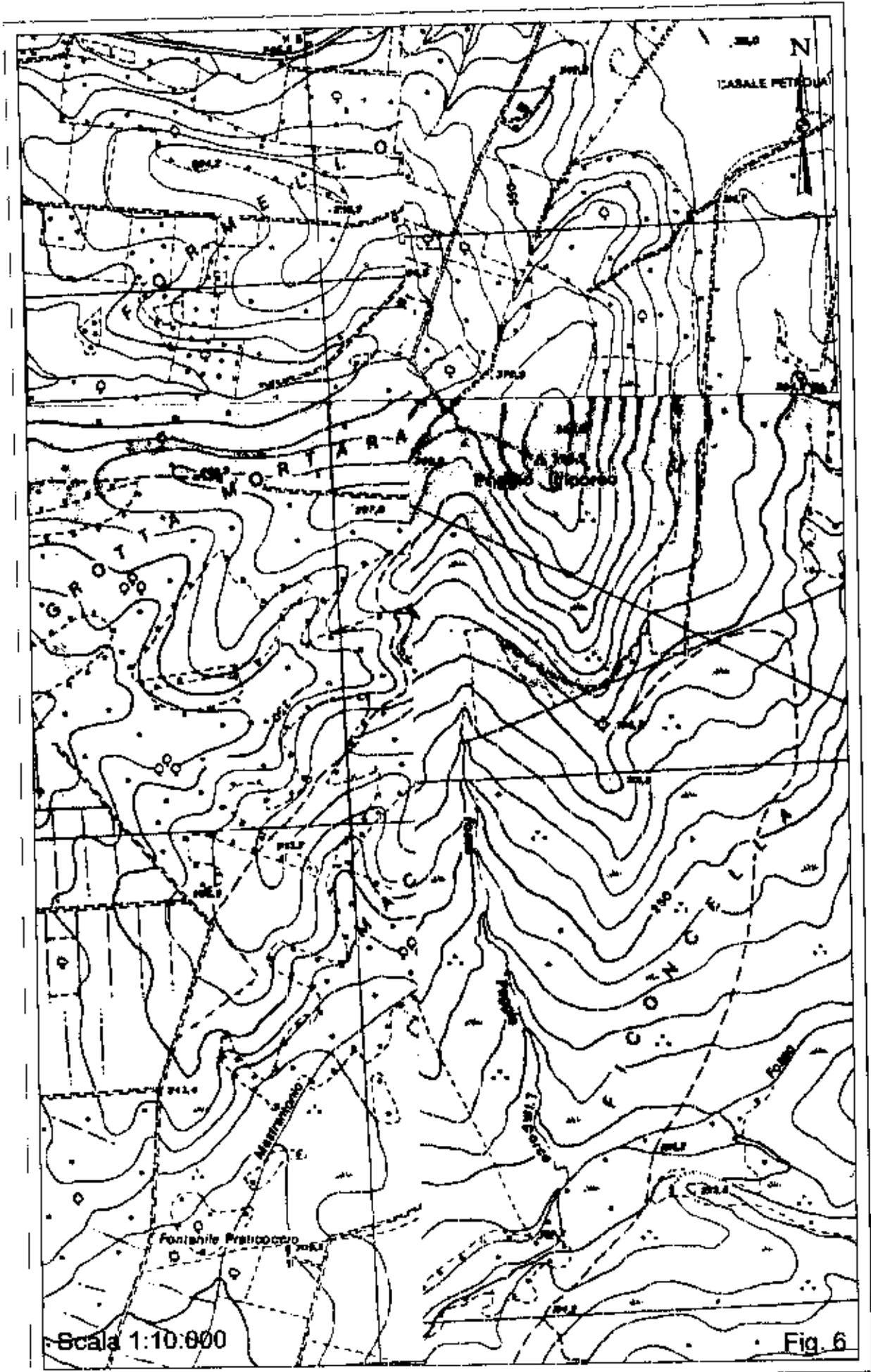
3.2 Geologia di dettaglio dell'area

Il territorio collinare rilevato in Fig.6 interessa esclusivamente la successione stratigrafica terrigena marina costituita da depositi di ghiaie e conglomerati con intercalazioni di lenti e straterelli pelitico-sabbiose, alternati a depositi di argille e marne di colore grigio-azzurro che, a loro volta, mostrano intercalazioni di lenti sabbiose e ghiaiose di età Messiniano-Tabaniano.

Le ruditi hanno una tessitura a grandi ciottoli e a blocchi, a vario grado di cementazione. Di forma prevalentemente arrotondata e di natura calcareo e calcareo-marnosa, i ciottoli provengono dal disfacimento della dorsale mesozoica in facies torbidity, e mostrano strutture sedimentarie come le impronte d'impatto e di embriamento. Quest'ultima struttura sedimentaria si osserva limitatamente agli affioramenti esposti lungo il T. Vesca, poco a Sud dell'area studiata.

Gli strati conglomeratici, fratturati, immergono verso il quadrante occidentale con pendenze di 10°-25°. Lo spessore della formazione è stato valutato con una potenza di circa 150m e si ritiene che proprio in questa località abbia i massimi spessori.

Tra il colle di Dente Cavallino e quello di Macchia Nuova sono stati compiuti dei SEV per la ricerca d'acqua nel sottosuolo (in occasione di altre prestazioni professionali) di cui N.2 SEV vengono appresso utilizzati (ed illustrati in allegato) per la ricostruzione di N.2 sezioni geologiche.



L'assetto lenticolare del deposito pelitico, e la loro probabile disposizione eteropica, scaturiscono da ricostruzioni stratimetriche. Infatti, tentando la ricostruzione delle superfici sepolte (a partire dai punti di contatto osservati in campagna tra gli strati conglomeratici e quelli argillosi) non si è poi avuto il riscontro delle litologie argillose in superficie. Tale interpretazione è stata determinante nella ricostruzione delle sezioni geologiche (vd. § 3.3). Infatti la correlazione del livello argilloso, rinvenuto sia nei SEV che nei sondaggi geognostici (vd. § 3.5), avrebbe comportato un assetto anticlinalico della successione terrigeno-marina che, invece, non è mai stata rilevata in campagna anche su estensioni di ordini di grandezza superiori a quella dell'area illustrata in Fig. 4. Pertanto, sulla base dei sondaggi geognostici, spinti alla stessa profondità del pozzo, e del rilevamento geologico si possono trarre delle considerazioni litostratigrafiche fino a 60m dal p.c., mentre oltre questa profondità si fa riferimento all'interpretazione dei SEV unitamente al rilevamento geologico. La successione stratigrafica è la seguente:

da (m)	a (m)	Descrizione litologica
0	0,5	Copertura detritico-eluviale. Limi argillosi e ciottoli (Olocene)
0,5	25	Limi argillosi grigi con intercalazioni di arenarie, siltiti e di conglomerati (Miocene superiore)
25	32	Conglomerati a ciottoli calcarei di colore rossastro, talora con matrice sabbioso-limosa prevalente (Miocene superiore)
32	48	Limi ed argille di colore prevalente grigio-azzurro ma con intercalazioni di limi giallastri (Miocene superiore)
48	60	Conglomerati a ciottoli calcarei di colore rossastro, talora con matrice sabbioso-limosa prevalente (Miocene superiore)
60	150	Conglomerati a ciottoli calcarei di colore rossastro, talora con matrice sabbioso-limosa prevalente (Miocene superiore).
150	160	Limi ed argille (Miocene superiore) o successione sedimentaria torbidityca (Paleocene-Eocene)? E' comunque certo che a profondità di poco superiore ai 150m affiora quest'ultima

Le sezioni geologiche sono riportate in Fig.7

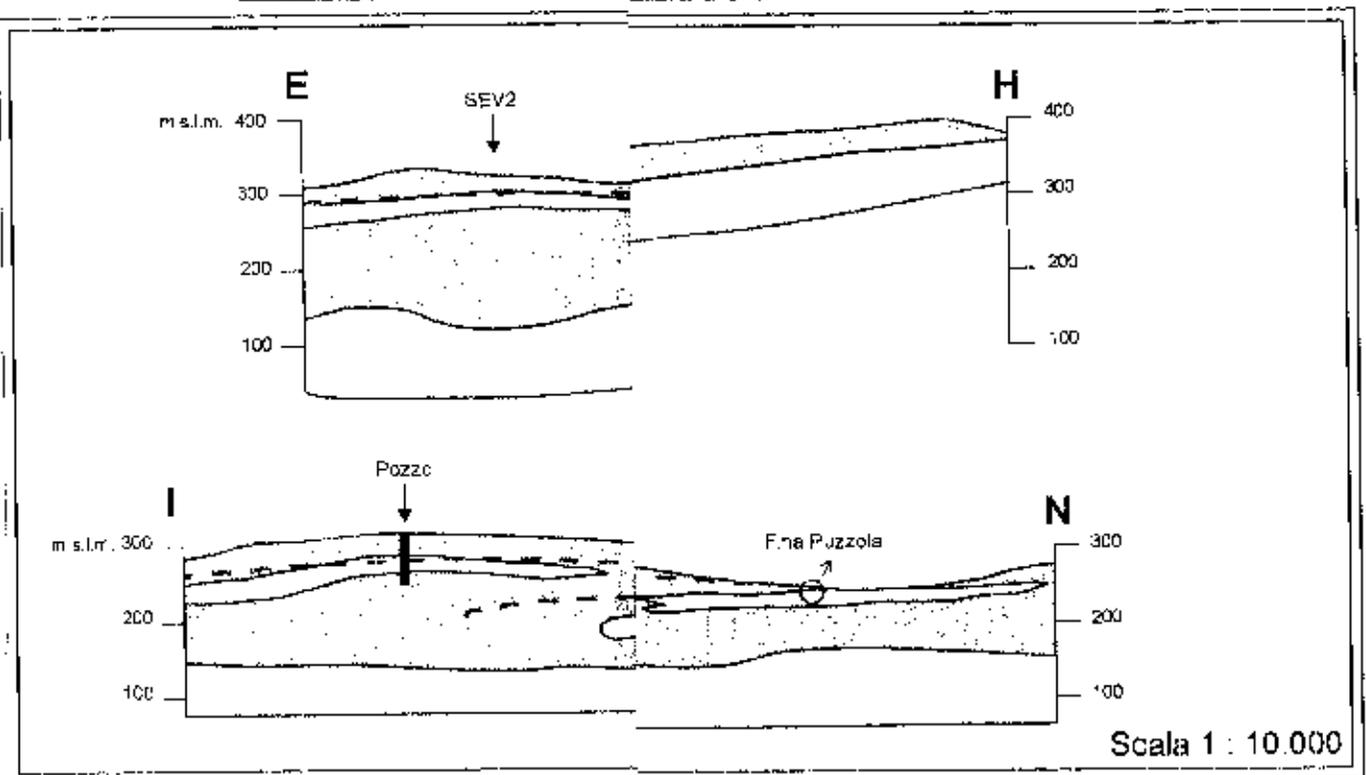
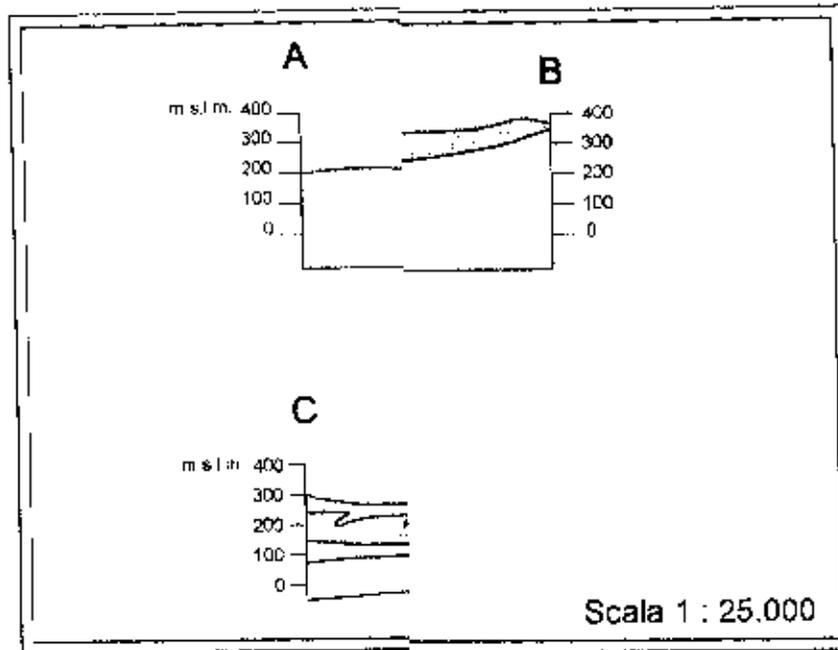


Fig. 7 - Sezioni geologiche con mo della superficie piezometrica.

3.3 Sezioni geologiche

Le sezioni geologiche (vd. fig.7) sono tracciate tra loro perpendicolarmente e facendole intersecare sul pozzo in esame. Come detto nel paragrafo precedente, ciascuna delle sezioni geologiche sfrutta i dati dei sondaggi geognostici e dei SEV; anche se poi, per l'assetto stratigrafico e strutturale, si considerano le osservazioni compiute sul rilevamento geologico di questa successione miocenica nell'intero territorio di Blera.

Alla scala con la quale sono state realizzate le sezioni geologiche, si è potuto evidenziare un solo livello argilloso dello spessore medio di 20m, ma disposto in più lenti, entro il deposito clastico. Il substrato paleogenico (successione calcareo-mamoso-argillosa in facies torbidity) si ritrova ad una quota di circa 150m s.l.m.; cioè a circa 170m di profondità dalla boccafora del pozzo in questione.

La Fig.8 illustra la ricostruzione stratigrafica dei sondaggi geognostici compiuta dal Prof. Ugo CHIOCCHINI (con relazione consegnata al Comune di Blera in data 08/07/1996).

3.4 Geomorfologia

L'area rappresentata dalla Fig. 1 mostra un territorio collinare a morfologia aspra ed irregolare in cui risalta, proprio nella fascia di territorio pianeggiante, la spettacolare forra del Torrente Vesca.

Il reticolo idrografico ha una bassa densità di drenaggio ed è di tipo angolare mostrando un controllo strutturale dei corsi d'acqua secondari, tutti affluenti del T. Vesca.

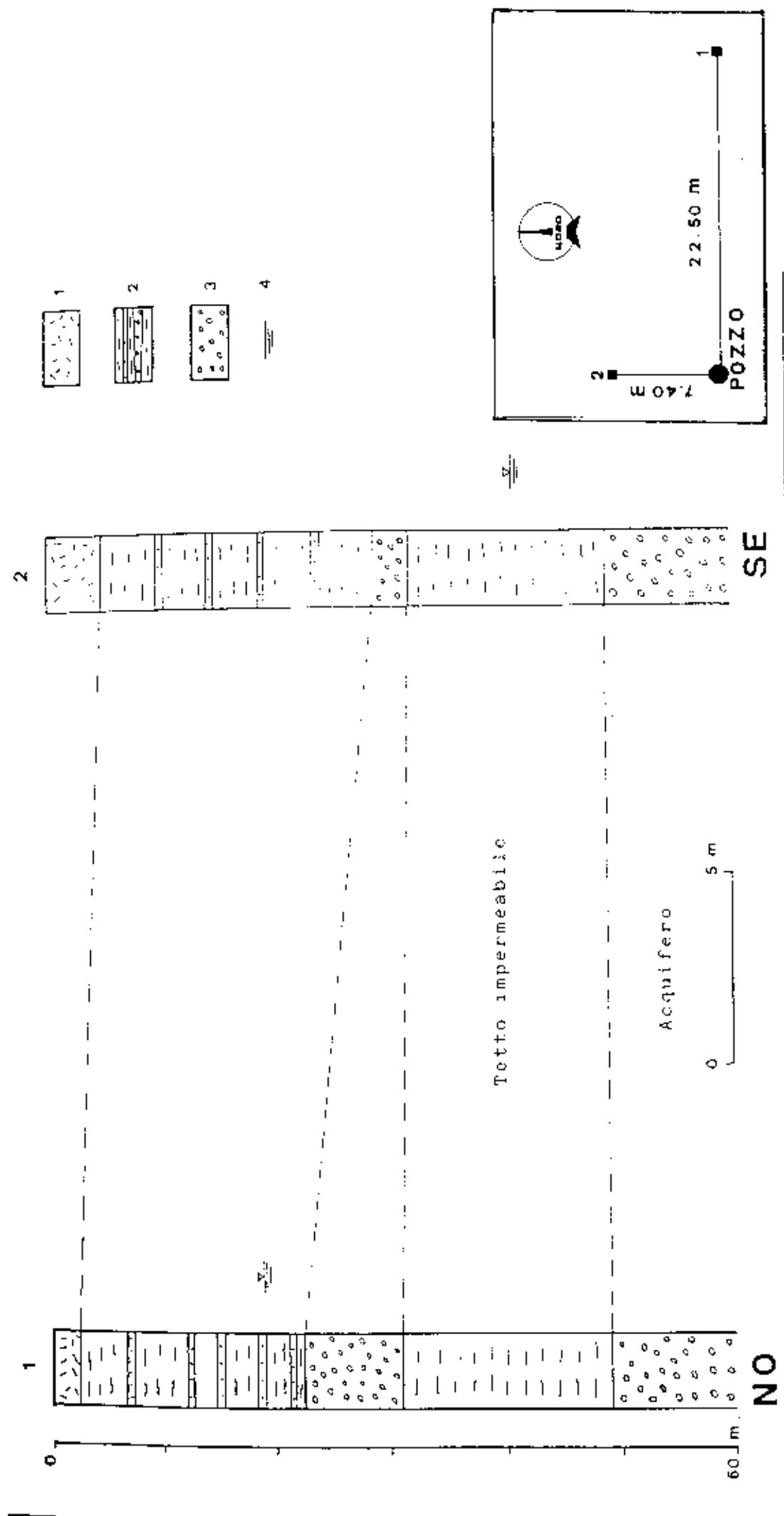


Fig.8 - Stratigrafie dei sondaggi eseguiti per la installazione dei piezometri. 1, copertura detritico-eluviale (limi argillosi e ciottoli); Olocene); 2, limi argillo-si grigi con intercalazioni di arenarie, siltiti e di conglomerati (Miocene superiore); 3, conglomerati a ciottoli calcarei di colore rossastro, talora con matrice sabbioso-limoso prevalente (Miocene superiore); 4, livello piezometrico. (Da Chiochini, 1996)

Nella zona meridionale il terreno è pianeggiante ove affiorano le rocce piroclastiche o debolmente ondulato ove affiorano le rocce argillose, mentre si mostra con un'acclività media del 17% ove affiorano le ghiaie e/o i conglomerati.

In particolare il sito in esame è inserito in un paesaggio collinare ricoperto da bosco ceduo. Il pozzo è ubicato su uno spartiacque topografico, ampio e stabile dal punto di vista geomorfologico, proprio ove quest'ultimo forma una leggera sella: quindi in un territorio caratterizzato da pendenze molto modeste.

I fianchi dello spartitore hanno forma spiccatamente asimmetrica anche se le pendenze sono confrontabili ed hanno valori del 15%. Il versante rivolto verso Nord scende verso il Fosso delle Frigide in modo abbastanza planare mentre a Sud l'incisione fluviale determina un susseguirsi di bastioni e valloni.

La Carta Geomorfologica (Fig. 9) mostra i lineamenti morfologici della stessa area ove è stata redatta la Carta Geologica.

3.5 Indagini di dettaglio

Le indagini di dettaglio (come detto più volte) sono state compiute sotto la direzione scientifica del Prof. Ugo CHIOCCHINI e sono consistite in sondaggi a carotaggio continuo con installazione di due piezometri a tubo semplice. Essi sono stati ubicati lungo due allineamenti ortogonali, uno a 7,40m (piezometro 2) e l'altro a 22,50m (piezometro 1) dal pozzo (Fig. 8) e si sono resi necessari poiché quando fu scavato il pozzo (qualche anno prima che si accingesse allo studio il citato docente) non fu presa alcuna nota né stratigrafica, né idrologica né tecnica dell'opera di captazione. Le stratigrafie sono riportate in Fig. 8.

3.6 Vincoli territoriali

Il pozzo in esame ricade in un'area gravata da Vincolo Idrogeologico (regio decreto-legge 30 dicembre 1923, n. 3267 - regio decreto-legge 3 dicembre 1926, n. 23 - regio decreto 16 maggio 1926, n. 1126).

Nella Variante al P.R.G. del Comune di Blera, l'area è inserita in Zona E3 (Agricola vincolata ad uso civico) e Sottozona E4 (Zone boscate). Le norme della Variante al P.R.G sono riportate in allegato.

4. RELAZIONE IDROGEOLOGICA

4.1 Idrogeologia

Dall'inquadramento idrogeologico esposto nel capitolo 3 si desume che l'acquifero da cui emunge il pozzo in questione è costituito dalla successione stratigrafica terrigena marina composta da sedimenti limoso-argillosi grigi (peliti) con intercalazioni di corpi lenticolari di conglomerati calcarei di età messiniana. Detta successione litologica poggia in discordanza stratigrafica con la formazione paleocenico-eoceniche in facies torbidity, che per il suo rilevante spessore (500-700m) si può considerare a tutti gli effetti come il *substrato*.

Sulla base dei rilievi geologici si ritiene che i depositi messiniani siano costituiti da un letto prevalentemente argilloso e che proprio nei bassi rilievi di Macchia Nuova e di Poggio Imperco si radichi nel substrato per circa 150m con un corpo ghiaioso-conglomeratico, a geometria lenticolare, in cui sono presenti numerose lenti argillose di varia estensione, (vd sezione geologica AB di Fig. 7, orientata Est-Ovest, che evidenzia l'acquifero ghiaioso-conglomeratico). La forma è quella di un delta conoide ma solo studi più dettagliati (strutture sedimentarie, fossili) possono provare che si tratti, effettivamente, di tale ambiente di sedimentazione.

L'acquifero è caratterizzato da una circolazione idrica sotterranea basale al contatto tra le ghiaie e le peliti (e/o le ghiaie con il substrato paleocenico-eocenico), costantemente drenata dal T. Vesca, e da una miriade di circolazioni idriche minori (falde acquifere sospese) aventi per letto delle lenti argillose. Come si vedrà in seguito, anche quest'ultime hanno un ruolo molto importante nel depauperare la riserva idrica sotterranea.

La ricarica dell'acquifero è da ricercarsi in un ambito locale giacché il substrato e la situazione topografica isolano il corpo ghiaioso-conglomeratico dall'apporto di falde acquifere estese a livello regionale (ad esempio la falda acquifera delle vulcaniti vicane) e di conseguenza l'aliquota delle acque meteoriche che si infiltrano nel sottosuolo rappresentano l'afflusso totale alla circolazione idrica sotterranea.

C'è da considerare che di queste solo una parte contribuisce all'alimentazione della falda acquifera basale poiché le lenti e gli strati argillosi che sono intersecati dalla superficie topografica fungono da "ombrelli" nei confronti delle acque di infiltrazione, creando, di conseguenza, delle zone d'ombra nella ricarica della riserva idrica sotterranea.

Per la tipologia dell'acquifero e per i suoi rapporti con la topografia si ritiene che tutti gli acquiferi (basale e "sospesi") siano, dal punto di vista idrodinamico, liberi in quanto il serbatoio clastico non è dotato di pareti impermeabili e le ghiaie affiorano estesamente lungo i versanti. Di conseguenza il pozzo in esame, avendo una profondità di 60m dal p.c., deve, necessariamente, emungere da una falda acquifera "sospesa".

La zona d'alimentazione è limitata al corpo ghiaioso che, nell'ipotesi più ottimistica, sottende la profondità del pozzo. Più realisticamente, però, è meno estesa anche per l'effetto "ombrello" delle lenti argillose che vengono intersecate dalla superficie topografica, oltre che dal deflusso idrico di tipo centrifugo, a causa del rapporto esistente tra le rocce serbatoio ed il rilievo cupoliforme.

La ricarica dell'acquifero viene di seguito stimata da un bilancio idrogeologico teorico.

4.2 Bilancio Idrogeologico

Per determinare, solo come ordine di grandezza, il valore della ricarica dell'acquifero, di seguito viene fatto un bilancio idrogeologico sulla scorta dei soli dati bibliografici. La relazione semplificata del bilancio idrogeologico è la seguente:

$$P = D + E_p + I$$

Il termine P corrisponde alla piovosità media annua calcolata nell'arco di tempo 1986-1995 dalla stazione meteorologica sita in località Petrola (Comune di Blera) ad una quota di 315m s.l.m.

$$P = 794.3 \text{ mm/anno}$$

Il termine E_p corrisponde all'evapotraspirazione potenziale, ovvero a quella aliquota di acque meteoriche che si perde sia per evaporazione sia per i processi biologici delle piante. Tale termine, stimato con la relazione empirica di LE TURC, fornisce un valore pari a :

$$E_p = 577.7 \text{ mm/anno}$$

Per il calcolo si è utilizzato il valore medio annuale della temperatura pari a $T = 14.2 \text{ C}$.

Il termine D corrisponde all'aliquota delle acque meteoriche che ruscellano sulla superficie topografica. Per il suo calcolo, mancando riferimenti sperimentali e bibliografici, si procede basandosi sulla considerazione che nel periodo estivo la scaturigine idrica di Fontana Puzzola (la cui falda acquifera è del tipo, se non la stessa, di quella che alimenta il pozzo), non si esaurisce sebbene riduca sensibilmente la sua portata, tanto che il Fosso Pietrisco ha un carattere di tipo effimero. Al tempo stesso, dal bilancio idrogeologico, si trova che l'infiltrazione efficace è pari al deflusso quando quest'ultimo costituisce il 27% degli afflussi. Dunque, considerando che dai dati bibliografici risulta un valore minimo del deflusso di circa il 4% per terreni permeabili e pianeggianti, si ritiene che l'aliquota cercata abbia valori tra il 15% ed il 20%. La stima

di $D = 18\%$ si ritiene che comunque rientri nell'errore ammissibile di questo bilancio idrogeologico teorico.

$$D = 143 \text{ mm/anno}$$

Il termine I si calcola per differenza, andando a sostituire i relativi termini nella relazione iniziale, per cui:

$$I = 73.6 \text{ mm/anno}$$

Il valore dell'infiltrazione efficace verrà ulteriormente analizzato unitamente ai risultati delle prove di portata ed alla definizione della zona di protezione.

4.3 Prove di emungimento

Per valutare le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero si è proceduto a perturbare il livello piezometrico delle acque sotterranee estraendole dal pozzo in questione. Le variazioni del livello dinamico sono state fedelmente monitorate con sonde elettriche (freatimetri) sia nel pozzo pilota che nei due piezometri distanti, rispettivamente, $R_1 = 22.5\text{m}$; $R_2 = 7.4\text{m}$.

Le prove di portata sono consistite in:

- Emungimento a gradini crescenti, ove le portate sono mantenute costanti con una progressione di tipo scalare. I dati sono poi stati interpretati presupponendo un "regime di equilibrio" e ciò ha consentito di fare delle prime stime su alcune grandezze idrodinamiche del sistema pozzo/acquifero. Particolarmente importante è stata quella della portata ottimale del pozzo e del coefficiente di permeabilità.
- Emungimento a portata costante, cioè mantenendo sempre costante l'erogazione del flusso idrico, ad una portata superiore a quella ottimale, determinata nella

precedente prova. I dati sono stati calcolati presupponendo un “regime di non-equilibrio” e ciò ha consentito di calcolare le grandezze idrodinamiche più importanti dell’acquifero, la Trasmissività (T) ed il coefficiente di Immagazzinamento (S).

- Misure del livello idrico dinamico in risalita a fine pompaggio. Anche in questo caso si è supposto un regime di non-equilibrio ipotizzando che a fine pompaggio l’acqua sotterranea continui a defluire verso il pozzo con portata “+ Q” ma contemporaneamente avvenga un’immissione d’acqua in falda con portata “- Q”. Anche con questo metodo si può calcolare il valore della trasmissività idraulica, T, e confrontarlo con gli altri valori calcolati dalle precedenti prove.

L’allestimento della prova di portata è documentato in allegato.

La modellazione matematica che intende interpretare il sistema fisico delle acque sotterranee durante l’emungimento dal pozzo presuppone, però, delle condizioni che in natura raramente si presentano; pertanto più le ipotesi del modello matematico si discostano dalle condizioni naturali tanto più imprecisi sono i parametri che si calcolano. Tra le ipotesi semplificative della fenomenologia che hanno in comune le prove sopra elencate, ma che trovano scarso riscontro nelle condizioni naturali della situazione in esame, sono le condizioni di *acquifero omogeneo, isotropo ed illimitato e che il pozzo sia completo* (cioè che attraversi per intero l’acquifero): pertanto l’interpretazione delle prove di portata verrà comunque vagliata sulla base del rilevamento geologico.

4.3.1 Prova di emungimento a gradini crescenti

La prova di portata a gradini crescenti, poi interpretata presupponendo un regime di equilibrio, ha avuto una durata complessiva di 600 minuti ed è costituita da N.5 diverse portate d'acqua di:

$$Q_1= 0.11 \text{ l/s}; Q_2= 0.60 \text{ l/s}; Q_3= 1.15 \text{ l/s}; Q_4= 1.41 \text{ l/s}; Q_5= 2.10 \text{ l/s}.$$

Come si osserva dalla curva tempi/abbassamenti (Fig.11), il livello dinamico mostra una certa riluttanza a stabilizzarsi ad ognuna delle portate considerate ma, d'altronde, non mostra nemmeno di eccedere negli abbassamenti: e questo comportamento risulta anomalo in considerazione di altre prove di portata.

Elaborando i dati portata/abbassamenti (Fig.12) si determina la curva caratteristica del pozzo e si stima che la portata ottimale, Q_{ott} , è circa:

$$Q_{ott} \approx 1.2 \text{ l/s}.$$

Dalla funzione portata specifica/abbassamenti (Fig.13) si ottiene un diagramma tipico di *acquiferi confinati con forte perdite di carico*. Difatti si calcola, dal diagramma abbassamento specifico/portata (Fig.14) che le perdite di carico lineari a 2,1 l/sec sono di 1.54m mentre quelle quadratiche, dovute al moto turbolento dell'acqua, sono di 5.28m. Rapportando le perdite di carico lineari con quelle quadratiche, secondo alcuni Autori, si può calcolare l'efficienza del pozzo, Eff, che in questo caso varrebbe:

$$Eff. = 23\% \text{ a } Q = 2,1 \text{ l/sec}$$

Alla portata ottimale invece l'efficienza del pozzo vale:

$$Eff. = 34\% \text{ a } Q = 1,2 \text{ l/sec}$$

Tale valore, però, si ritiene troppo basso considerando le modeste portate, pur sapendo che il pozzo è allestito in modo scadente. Invece si ritiene più plausibile che *grasse*

Tab.1 - Dati riassuntivi della prova di emungimento a gradini crescenti nel pozzo di Macchia Nuova

LOCALITA' Macchia Nuova		COMUNE : Biera (VT)		POZZO : P 1	
LIVELLO STATICO : 39,00 m		INIZIO PROVA : 8,57		DATA : 07/03/86	
GRADINO 1					
Q1 = 0,00011 mc/s		Q2 = 0,00060 mc/s		Q3 = 0,00116 mc/s	
T (min)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
1	39,36	39,36	40,50	41,62	43,00
2	39,26	39,45	40,72	41,71	43,24
3	39,19	39,51	40,86	41,76	43,40
4	39,15	39,56	40,95	41,82	43,52
5	39,14	39,59	41,03	41,85	43,62
6	39,13	39,62	41,10	41,87	43,69
8	39,11	39,65	41,13	41,91	43,80
10	39,09	39,68	42,00	41,94	43,90
12	39,09	39,70	41,63	41,96	43,95
14	39,09	39,72	41,42	41,99	44,00
16	39,09	39,75	41,33	42,01	44,03
18	39,09	39,77	41,25	42,03	44,06
20	39,09	39,79	41,18	42,04	44,10
		39,82	41,14	42,07	44,14
		39,83	41,12	42,11	44,21
		39,85	41,12	42,14	44,25
		39,87	41,12	42,17	44,30
		39,88	41,15	42,20	44,38
		39,89	41,17	42,22	44,45
		39,91	41,20	42,25	44,52
		39,92	41,22	42,28	44,62
		39,93	41,25	42,30	44,71
			41,27	42,32	44,83
			41,30	42,34	44,85
			41,31	42,36	45,04
			41,33		45,18
			41,36		45,33
			41,38		45,85
			41,41		
			2,41		
GRADINO 2					
Q1 = 0,00011 mc/s		Q2 = 0,00060 mc/s		Q3 = 0,00116 mc/s	
T (min)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
1	39,36	39,36	40,50	41,62	43,00
2	39,26	39,45	40,72	41,71	43,24
3	39,19	39,51	40,86	41,76	43,40
4	39,15	39,56	40,95	41,82	43,52
5	39,14	39,59	41,03	41,85	43,62
6	39,13	39,62	41,10	41,87	43,69
8	39,11	39,65	41,13	41,91	43,80
10	39,09	39,68	42,00	41,94	43,90
12	39,09	39,70	41,63	41,96	43,95
14	39,09	39,72	41,42	41,99	44,00
16	39,09	39,75	41,33	42,01	44,03
18	39,09	39,77	41,25	42,03	44,06
20	39,09	39,79	41,18	42,04	44,10
		39,82	41,14	42,07	44,14
		39,83	41,12	42,11	44,21
		39,85	41,12	42,14	44,25
		39,87	41,12	42,17	44,30
		39,88	41,15	42,20	44,38
		39,89	41,17	42,22	44,45
		39,91	41,20	42,25	44,52
		39,92	41,22	42,28	44,62
		39,93	41,25	42,30	44,71
			41,27	42,32	44,83
			41,30	42,34	44,85
			41,31	42,36	45,04
			41,33		45,18
			41,36		45,33
			41,38		45,85
			41,41		
			2,41		
GRADINO 3					
Q1 = 0,00011 mc/s		Q2 = 0,00060 mc/s		Q3 = 0,00116 mc/s	
T (min)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
1	39,36	39,36	40,50	41,62	43,00
2	39,26	39,45	40,72	41,71	43,24
3	39,19	39,51	40,86	41,76	43,40
4	39,15	39,56	40,95	41,82	43,52
5	39,14	39,59	41,03	41,85	43,62
6	39,13	39,62	41,10	41,87	43,69
8	39,11	39,65	41,13	41,91	43,80
10	39,09	39,68	42,00	41,94	43,90
12	39,09	39,70	41,63	41,96	43,95
14	39,09	39,72	41,42	41,99	44,00
16	39,09	39,75	41,33	42,01	44,03
18	39,09	39,77	41,25	42,03	44,06
20	39,09	39,79	41,18	42,04	44,10
		39,82	41,14	42,07	44,14
		39,83	41,12	42,11	44,21
		39,85	41,12	42,14	44,25
		39,87	41,12	42,17	44,30
		39,88	41,15	42,20	44,38
		39,89	41,17	42,22	44,45
		39,91	41,20	42,25	44,52
		39,92	41,22	42,28	44,62
		39,93	41,25	42,30	44,71
			41,27	42,32	44,83
			41,30	42,34	44,85
			41,31	42,36	45,04
			41,33		45,18
			41,36		45,33
			41,38		45,85
			41,41		
			2,41		
GRADINO 4					
Q1 = 0,00011 mc/s		Q2 = 0,00060 mc/s		Q3 = 0,00116 mc/s	
T (min)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
1	39,36	39,36	40,50	41,62	43,00
2	39,26	39,45	40,72	41,71	43,24
3	39,19	39,51	40,86	41,76	43,40
4	39,15	39,56	40,95	41,82	43,52
5	39,14	39,59	41,03	41,85	43,62
6	39,13	39,62	41,10	41,87	43,69
8	39,11	39,65	41,13	41,91	43,80
10	39,09	39,68	42,00	41,94	43,90
12	39,09	39,70	41,63	41,96	43,95
14	39,09	39,72	41,42	41,99	44,00
16	39,09	39,75	41,33	42,01	44,03
18	39,09	39,77	41,25	42,03	44,06
20	39,09	39,79	41,18	42,04	44,10
		39,82	41,14	42,07	44,14
		39,83	41,12	42,11	44,21
		39,85	41,12	42,14	44,25
		39,87	41,12	42,17	44,30
		39,88	41,15	42,20	44,38
		39,89	41,17	42,22	44,45
		39,91	41,20	42,25	44,52
		39,92	41,22	42,28	44,62
		39,93	41,25	42,30	44,71
			41,27	42,32	44,83
			41,30	42,34	44,85
			41,31	42,36	45,04
			41,33		45,18
			41,36		45,33
			41,38		45,85
			41,41		
			2,41		
GRADINO 5					
Q1 = 0,00011 mc/s		Q2 = 0,00060 mc/s		Q3 = 0,00116 mc/s	
T (min)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)	H (m)
1	39,36	39,36	40,50	41,62	43,00
2	39,26	39,45	40,72	41,71	43,24
3	39,19	39,51	40,86	41,76	43,40
4	39,15	39,56	40,95	41,82	43,52
5	39,14	39,59	41,03	41,85	43,62
6	39,13	39,62	41,10	41,87	43,69
8	39,11	39,65	41,13	41,91	43,80
10	39,09	39,68	42,00	41,94	43,90
12	39,09	39,70	41,63	41,96	43,95
14	39,09	39,72	41,42	41,99	44,00
16	39,09	39,75	41,33	42,01	44,03
18	39,09	39,77	41,25	42,03	44,06
20	39,09	39,79	41,18	42,04	44,10
		39,82	41,14	42,07	44,14
		39,83	41,12	42,11	44,21
		39,85	41,12	42,14	44,25
		39,87	41,12	42,17	44,30
		39,88	41,15	42,20	44,38
		39,89	41,17	42,22	44,45
		39,91	41,20	42,25	44,52
		39,92	41,22	42,28	44,62
		39,93	41,25	42,30	44,71
			41,27	42,32	44,83
			41,30	42,34	44,85
			41,31	42,36	45,04
			41,33		45,18
			41,36		45,33
			41,38		45,85
			41,41		
			2,41		

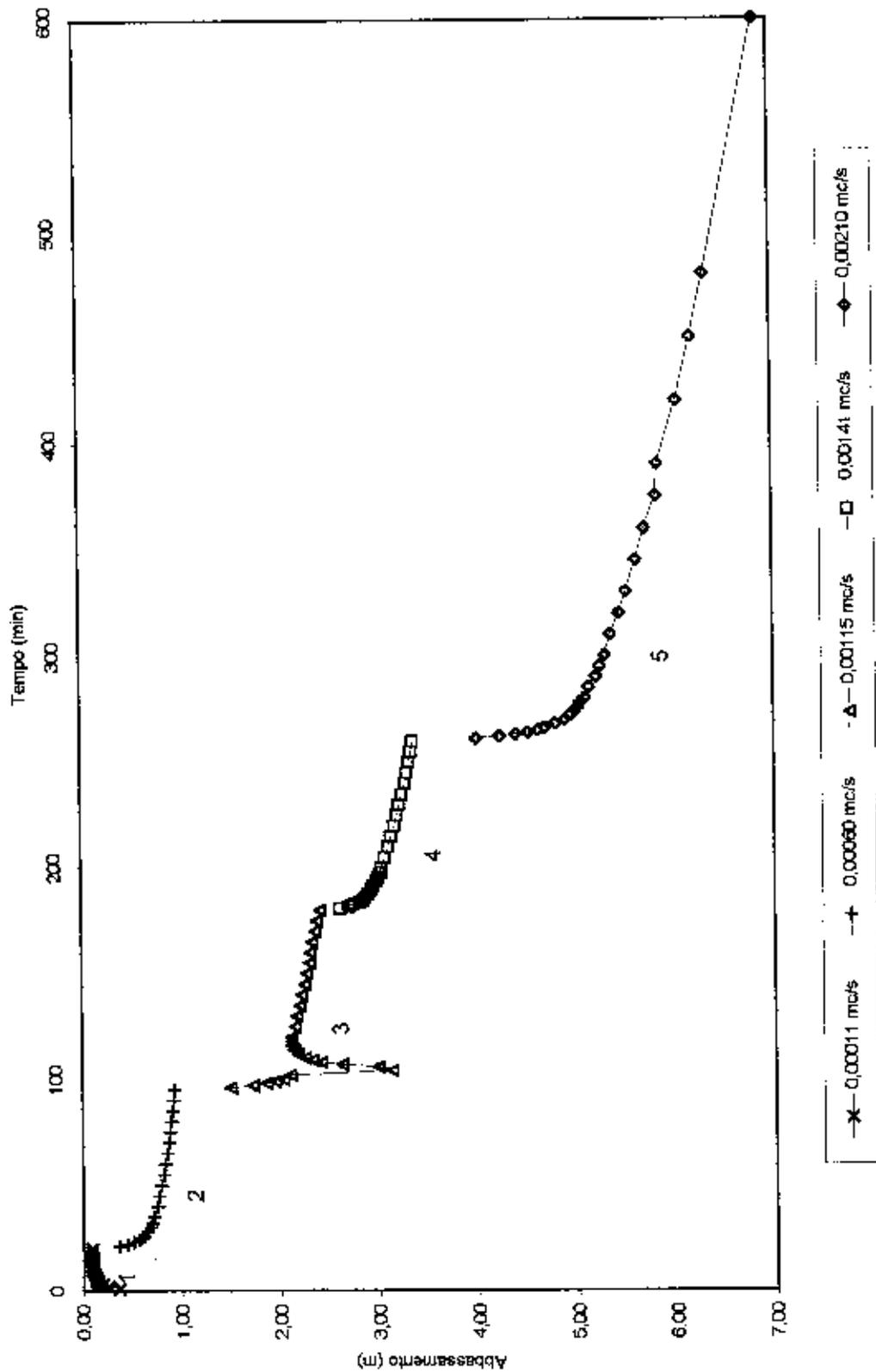


Fig.11 - Sono riportati i 5 gradini di portata in funzione del tempo di emungimento e degli abbassamenti.

Q (mc/s)	ΔH (m)
0,00011	0,09
0,00060	0,93
0,00115	2,41
0,00141	3,36
0,00210	6,85

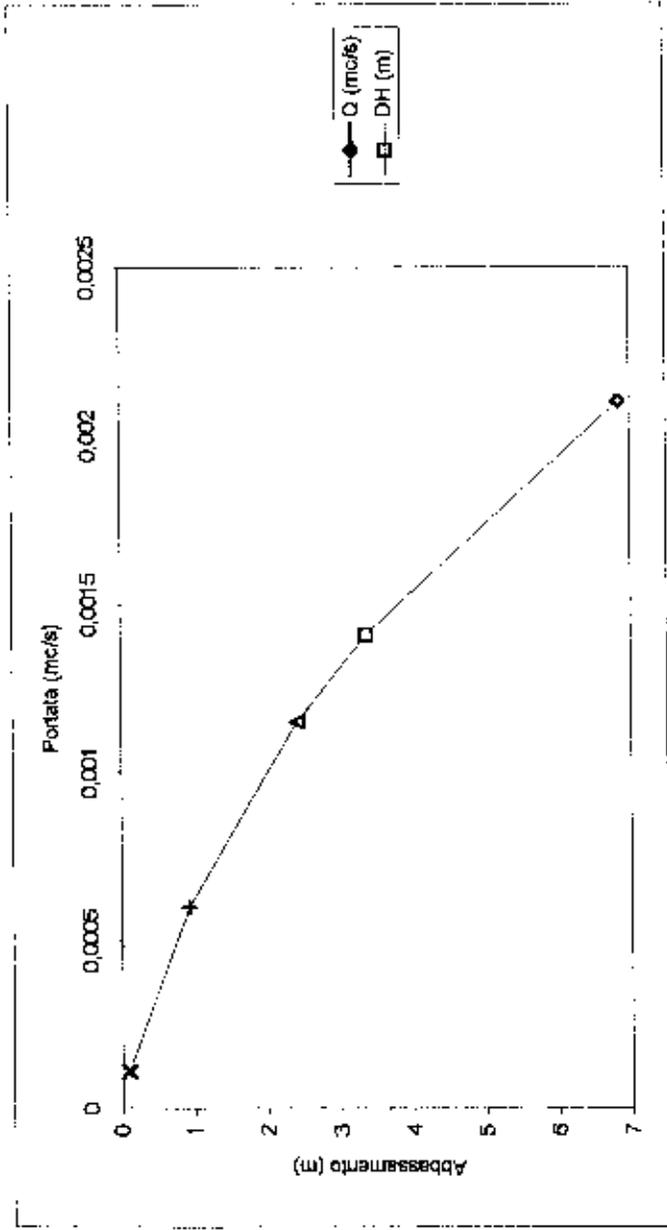
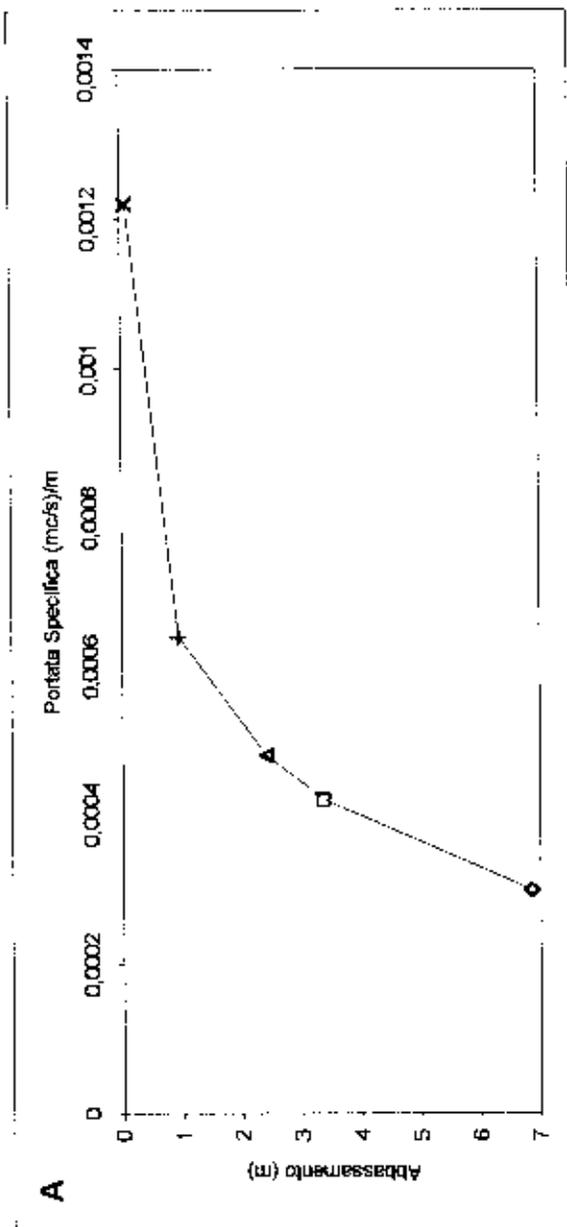


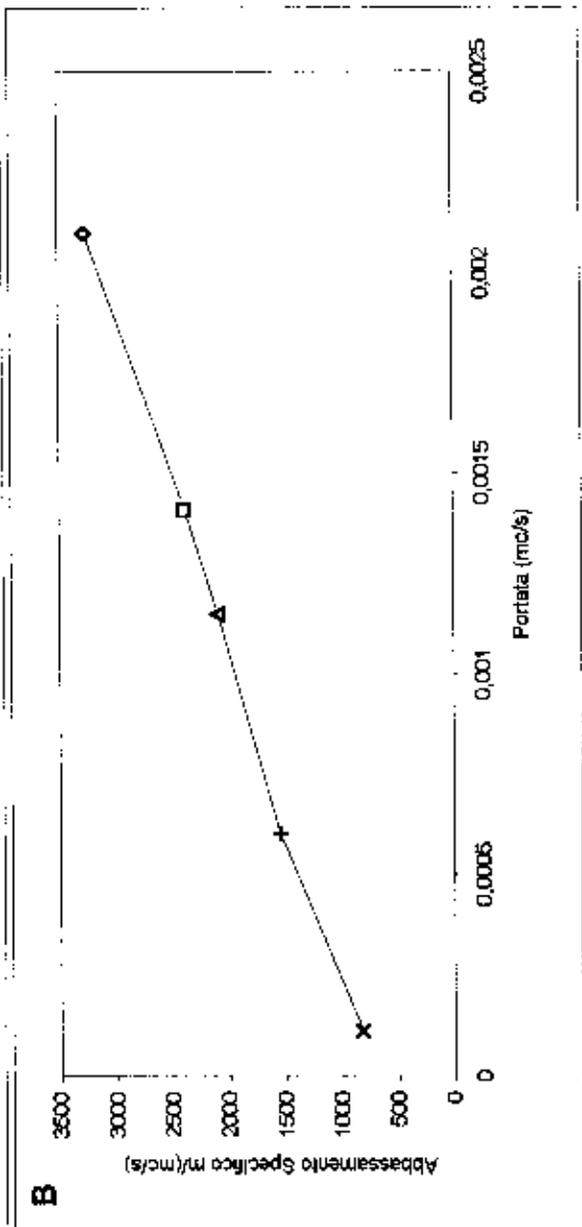
Fig. 12 - Curva caratteristica del pozzo.

$Q/\Delta H$ (mc/s)/m	ΔH (m)
0,00122	0,09
0,00064	0,93
0,00048	2,41
0,00042	3,36
0,00030	6,85



13

Q (mc/s)	$\Delta H/Q$ m/(mc/s)
0,00011	818
0,00060	1550
0,00115	2095
0,00141	2382
0,00210	3261



14

Curva portate specifiche - abbassamenti (A) e curva portate - abbassamenti specifici (B).

perdite di carico si verificano già all'interno dell'acquifero stesso a causa delle lenti e dei livelli limoso-argillosi contenuti nelle ghiate.

Per il momento si vuole evidenziare che il modello matematico del complesso acquifero terreno è rivolto verso una tipologia di acquifero in pressione sebbene la situazione geologica propenda, in modo spiccato, per un acquifero libero. Tale aspetto verrà discusso oltre, per la definizione delle zone di salvaguardia.

4.3.2 Prova di emungimento a portata costante

Dal pozzo pilota si è pompata acqua in modo costante nella quantità di $Q = 2.0$ l/s per un periodo di $t = 48$ ore e 50 minuti.

La depressione piezometrica all'interno del pozzo è stata di $\Delta H = 12.01$ m facendo registrare un abbassamento del livello dinamico da 38.64 m dal p.c. a 50.65 m.

Il livello dell'acqua nel Piezometro 1, posto alla distanza di 22.5 m verso Est dal pozzo, è rimasto pressoché immune all'effetto del pompaggio a differenza del Piezometro 2, distante 7.4 m verso Nord dal pozzo, ove si è registrato un $\Delta H = 11.21$ m tra le quote di 38.03 m dal p.c. e 49.24 m; i calcoli dei vari parametri idrogeologici sono stati effettuati basandosi sulle variazioni del livello idrico misurate nel Piezometro 2, presupponendo un regime di non-equilibrio.

La determinazione della Trasmissività idraulica, T , e del coefficiente di immagazzinamento, S , sono stati calcolati sia con JACOB (1950) che con THEIS (1938). I risultati sono sostanzialmente identici per quanto riguarda la trasmissività ma cambiano di un ordine di grandezza per il parametro coefficiente di immagazzinamento.

Con JACOB il calcolo è stato affrontato nel tratto di curva ove è verificata la condizione che “u” (parametro adimensionale che caratterizza la nota relazione di THEIS):

$$u \leq 0,01$$

In queste condizioni, dal grafico “log.Tempi-abbassamenti” di Fig. 18, si calcola che:

$$T = 5,8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}; S = 7,1 \times 10^{-3}$$

Utilizzando la formula di THEIS senza procedere all'approssimazione logaritmica di cui si serve il precedente Autore, si trova che:

$$T = 4,8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{s}; S = 7,7 \times 10^{-4}$$

In questo caso si è utilizzata la parte centrale della curva per determinare il “match point” (Fig. 19) poiché il tratto iniziale e quello finale si discostano dalla curva teorica.

Dalla relazione di CASTANY (1982), si è anche tentata la determinazione di alcune barriere impermeabili – o più in generale a degli ostacoli al deflusso delle acque sotterranee – ritenute significative. La prima, che tiene in debita considerazione che il livello idrico nel Piezometro 1 rimane immutato, si trova ad una distanza $D = 21\text{m}$ mentre la seconda barriera impermeabile si trova ad una distanza $D = 44\text{m}$.

4.3.3 Risalita del livello dinamico dell'acqua

Lo studio analitico della curva “tempi-depressioni residue” è ritenuta dagli scriventi particolarmente significativa poiché l'acquifero reagisce in modo più naturale alla sollecitazione piezometrica che era stata indotta dall'emungimento.

Dal diagramma di Fig. 24, che ha per ascissa la grandezza adimensionale in scala logaritmica del rapporto tra i tempi considerati nelle misurc dei livelli dinamici ed in ordinata le depressioni piezometriche, si osserva che il secondo ramo della curva è

Portata Q = 0,002 m ³ /s				
Tempi (min)	Punti P	Altezz (m)	L. Din. (m)	SP (m)
0		38,64	0,00	
0,5		40,18	1,54	
1		40,37	1,73	
1,5		40,64	2,00	
2		40,80	2,16	
2,5		40,96	2,32	
3		41,10	2,46	
3,5		41,22	2,58	
4		41,33	2,69	
4,5		41,40	2,76	
5		41,48	2,84	
6		41,60	2,96	
7		41,70	3,06	
8		41,78	3,14	
9		41,87	3,23	
10		41,91	3,27	
11		41,98	3,34	
12		42,00	3,36	
13		42,05	3,41	
14		42,08	3,44	
15		42,11	3,47	
20		42,24	3,60	
25		42,34	3,70	
30		42,41	3,77	
35		42,50	3,86	
40		42,55	3,91	
45		42,60	3,96	
50		42,66	4,02	
60		42,71	4,07	
70		43,37	4,73	
80		43,60	4,96	
90		43,74	5,10	
100		43,84	5,20	
110		43,94	5,30	
120		44,02	5,38	
150		44,24	5,60	
180		44,48	5,84	
210		44,62	5,98	
258		44,84	6,20	
300		45,08	6,44	
360		45,35	6,72	
420		45,64	7,00	
480		45,83	7,19	

Tab. 2 - Dati riassuntivi della prova di emungimento a portata costante nel pozzo Comunale

LOCALITA':	Comunaleto	COMUNE:	Biera	DATA:	giu-98
LIVELLO STATICO:	38,64 m dal b.l.				

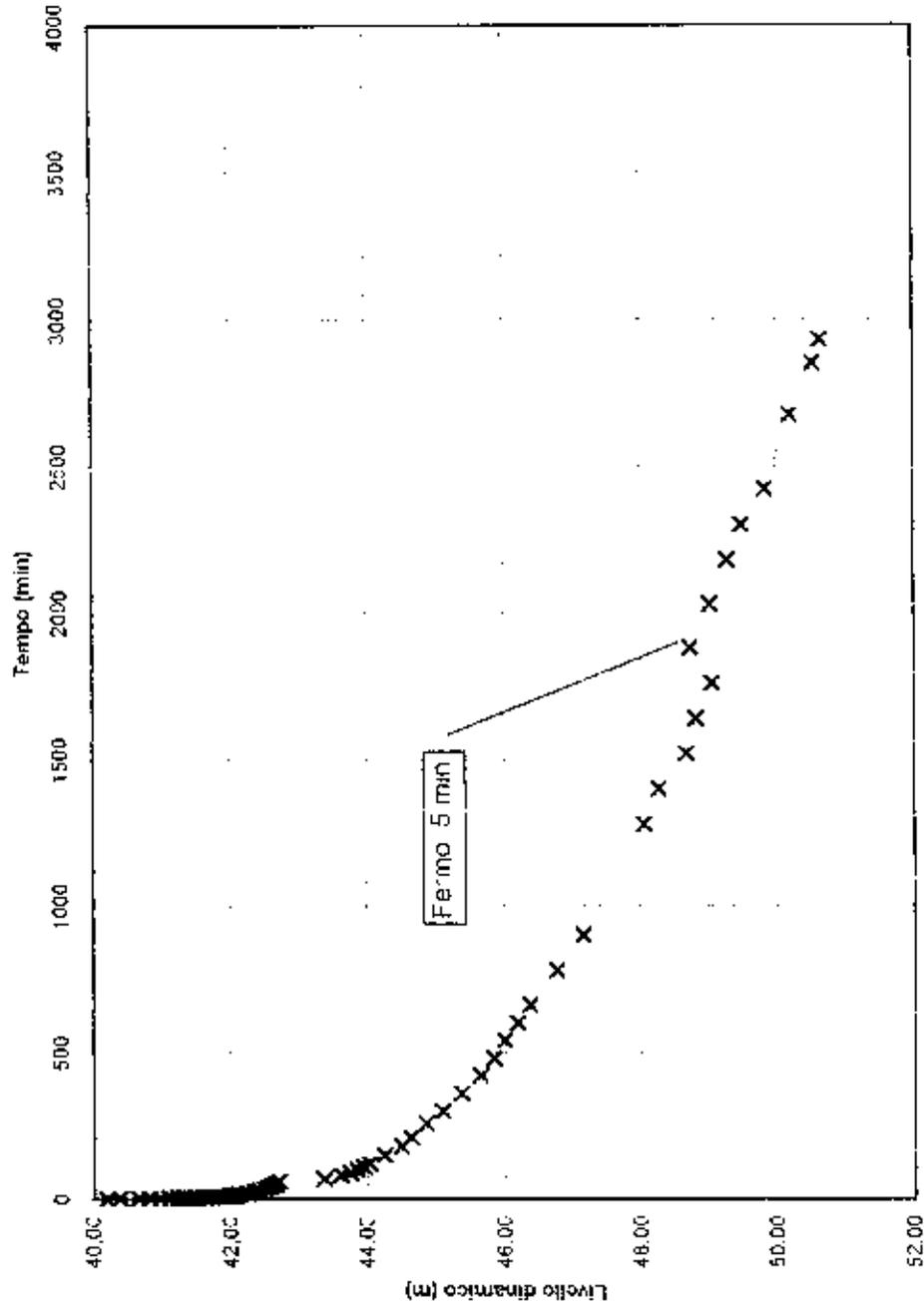


Fig. 15 - Curva tempo-altezza relativa alla prova di emungimento a portata costante (diagramma lineare).

Portata Q = 0,002m ³ /s				
Tempi (min)	Punti p	Altez (m)	L. Din. (m)	ΔH (m)
0		38,03	0,00	0,00
0,5		38,05	0,02	
1		38,06	0,03	
1,5		38,09	0,06	
2		38,19	0,16	
2,5		38,34	0,31	
3		38,50	0,47	
3,5		38,67	0,64	
4		38,83	0,80	
4,5		38,89	0,86	
5		39,12	1,09	
6		39,40	1,37	
7		39,62	1,59	
8		39,81	1,78	
9		39,97	1,94	
10		40,11	2,08	
11		40,21	2,18	
12		40,30	2,27	
13		40,37	2,34	
14		40,42	2,39	
15		40,47	2,44	
20		40,63	2,60	
25		40,72	2,69	
30		40,83	2,80	
35		40,90	2,87	
40		40,96	2,93	
45		41,02	2,99	
50		41,08	3,05	
60		41,19	3,16	
70		41,52	3,49	
80		41,80	3,77	
90		41,94	3,91	
100		42,04	4,01	
110		42,14	4,11	
120		42,24	4,21	
150		42,46	4,43	
180		42,68	4,65	
210		42,83	4,80	
258		42,95	4,92	
300		43,30	5,27	
360		43,58	5,55	
420		43,77	5,74	
480		44,10	6,07	

Tab. 3 - Dati riassuntivi della prova di emungimento a portata costante nel Piezometro 2

LOCALITÀ: Comunale	COMUNE: Biara	PIEZOMETRO 2
LIVELLO STATICO: 38,03 m dal b.f.	DATA: giu-96	

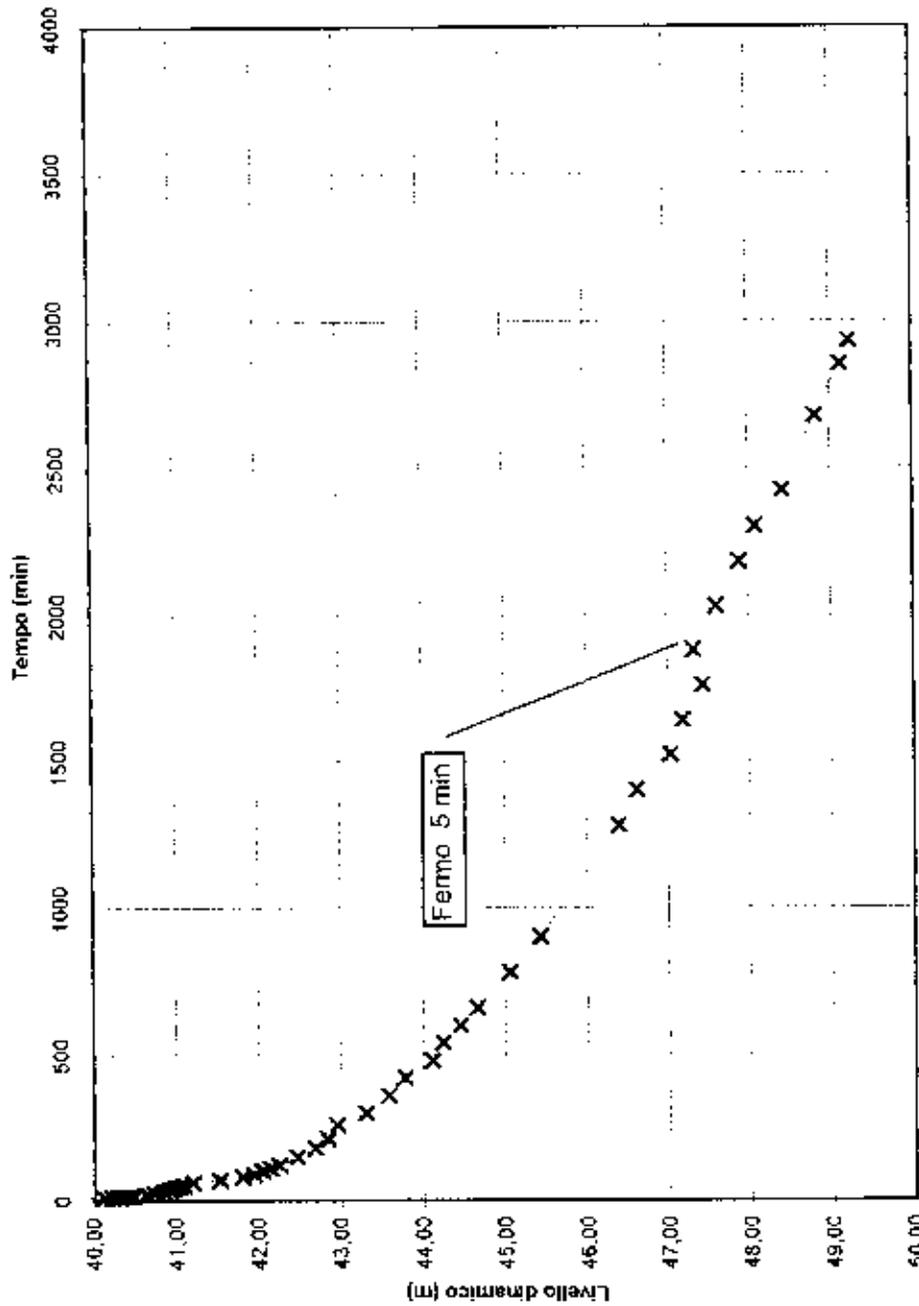


Fig 17 - Curva tempo-altezza relativa alla prova di emungimento a portata costante (PIEZOMETRO 2 - diagramma lineare).

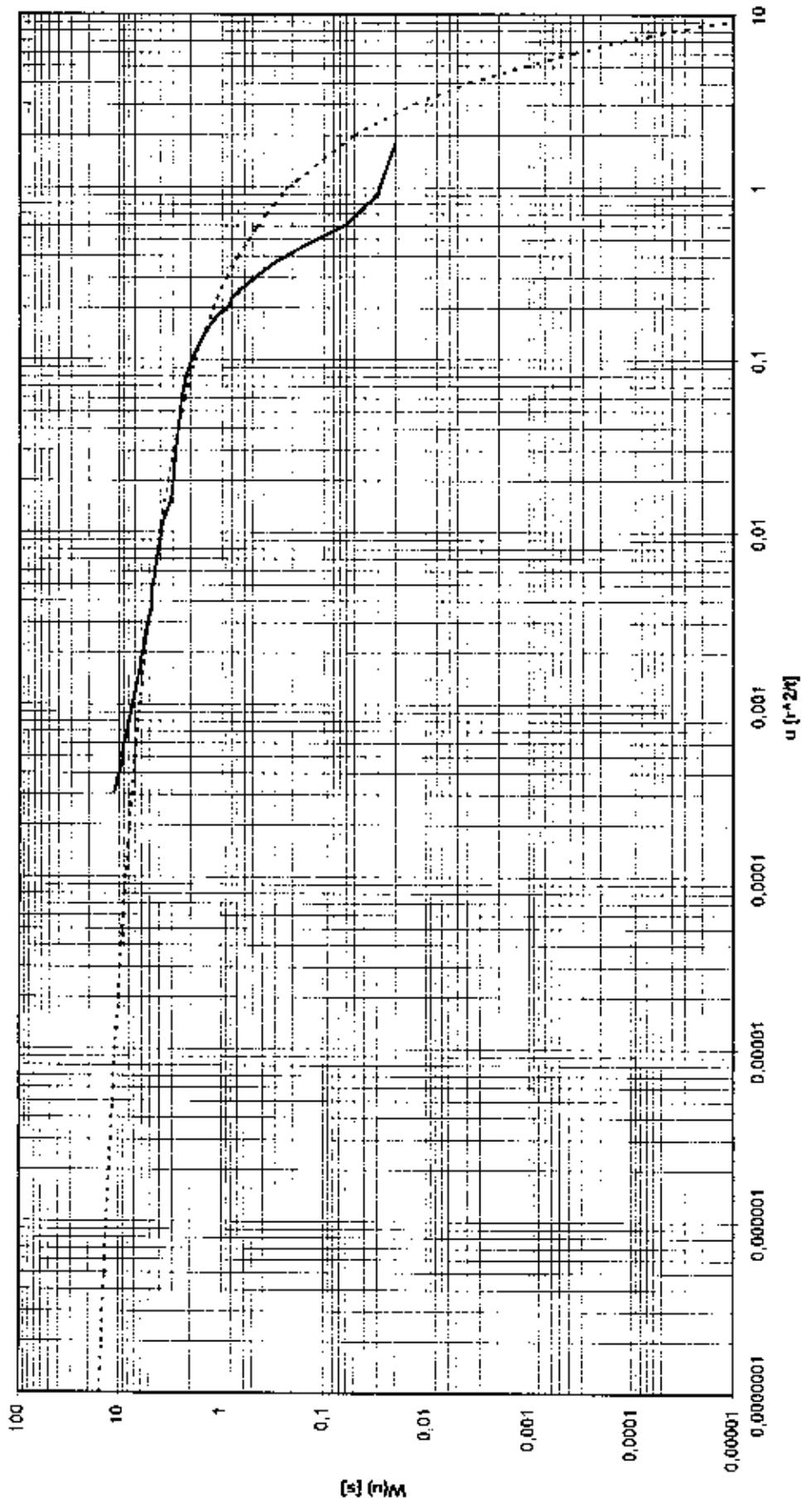


Fig. 19 - Grafico $u - W(u)$ (linea tratteggiata) e grafico $r^2/t - s$ (linea continua) utilizzati per il calcolo di T ed S con il metodo di Theis.

Risultati				
Tempi (min)	Punto P	Altezza (m)	L. Din. (m)	Δh (m)
0			50,66	12,01
0,5			49,12	10,46
1			48,99	10,35
1,5			48,81	10,17
2			48,71	10,07
2,5			48,61	9,97
3			48,53	9,89
3,5			48,47	9,83
4			48,40	9,76
4,5			48,35	9,71
5			48,30	9,66
6			48,25	9,61
7			48,19	9,55
8			48,17	9,53
9			48,12	9,48
10			48,10	9,46
11			48,07	9,43
12			48,05	9,41
13			48,04	9,40
14			48,02	9,38
15			48,00	9,36
20			47,95	9,31
25			47,90	9,26
30			47,87	9,23
35			47,83	9,19
40			47,80	9,16
45			47,78	9,14
50			47,75	9,11
60			47,71	9,07
70			47,67	9,03
80			47,63	8,99
90			47,60	8,96
100			47,57	8,93
110			47,54	8,90
120			47,50	8,86
135			47,47	8,83
150			47,43	8,79
165			47,40	8,76
180			47,35	8,71
210			47,29	8,65
240			47,25	8,61
300			47,16	8,52
360			47,09	8,45

Tah. 4 - Dati riassuntivi della prova di risalita nel pozzo Comunaleto

LOCALITA': Comunaleto COMUNE: Bierra DATA: giu.96
 LIVELLO STATICO: 38,64 m dal b.f.

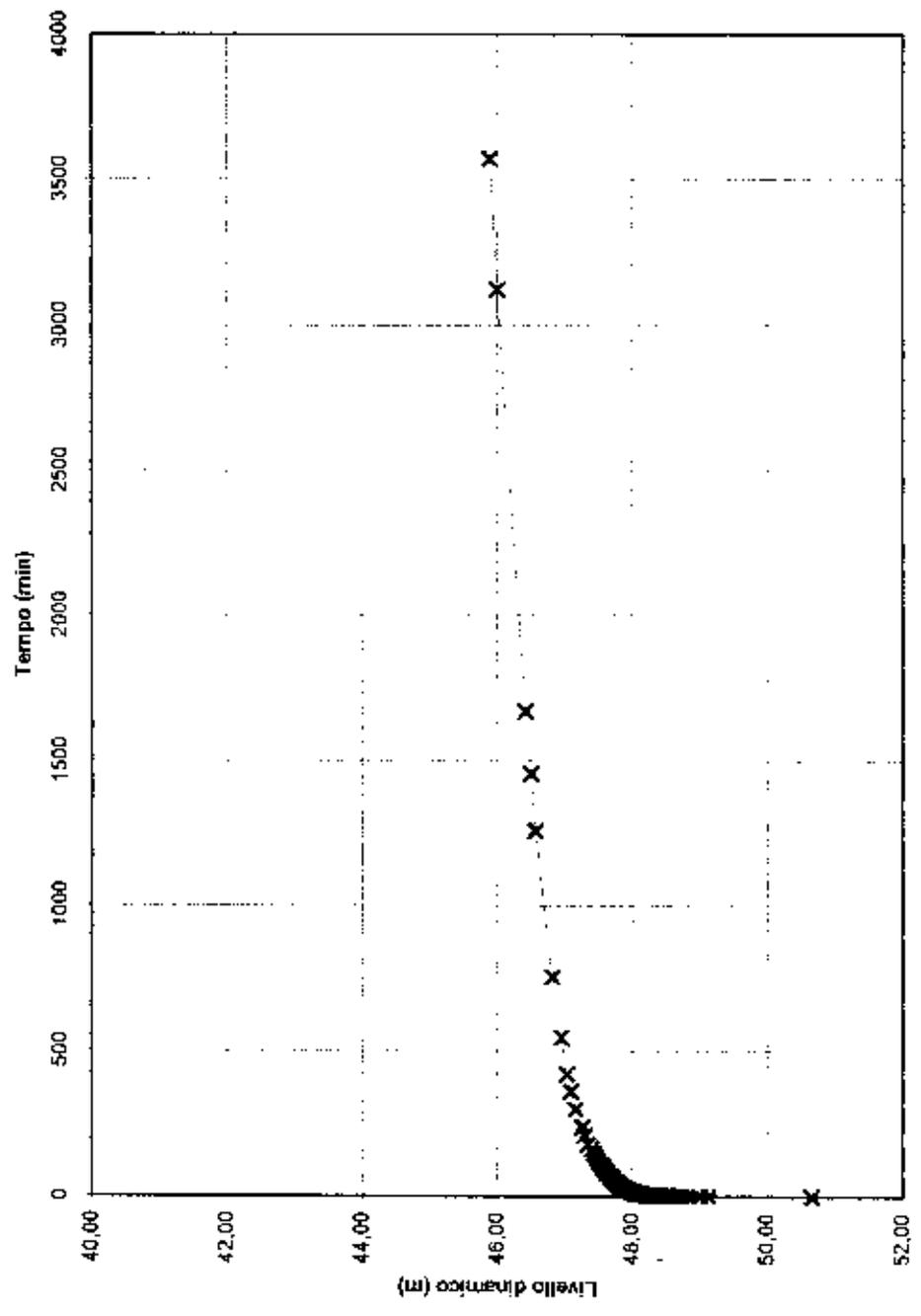


Fig. 20 - Curva tempo-altezza relativa alla prova di risalita (diagramma lineare).

Risalita				
Tempi (min)	Punt. P	Altez (m)	Li. Din. (m)	Li. St. (m)
0		49,24	11,21	
0,5		49,07	11,04	
1		48,84	10,81	
1,5		48,65	10,62	
2		48,50	10,47	
2,5		48,32	10,29	
3		48,17	10,14	
3,5		48,05	10,02	
4		47,96	9,93	
4,5		47,87	9,84	
5		47,83	9,80	
6		47,74	9,71	
7		47,66	9,63	
8		47,63	9,60	
9		47,58	9,55	
10		47,57	9,54	
11		47,53	9,50	
12		47,52	9,49	
13		47,50	9,47	
14		47,48	9,45	
15		47,46	9,43	
20		47,41	9,38	
25		47,36	9,33	
30		47,33	9,30	
35		47,29	9,26	
40		47,27	9,24	
45		47,24	9,21	
50		47,20	9,17	
60		47,17	9,14	
70		47,12	9,09	
80		47,09	9,06	
90		47,05	9,02	
100		47,02	8,99	
110		46,99	8,96	
120		46,96	8,93	
135		46,92	8,89	
150		46,88	8,85	
165		46,85	8,82	
180		46,81	8,78	
210		46,75	8,72	
240		46,70	8,67	
300		46,61	8,58	
360		46,53	8,50	

Tab. 6 - Dati riassuntivi della prova di risalita nel Piezometro 2

LOCALITA':	Comunaleto	COMUNE:	Biera
LIVELLO STATICO:	38,03 m dal b.f.	DATA:	giu-96

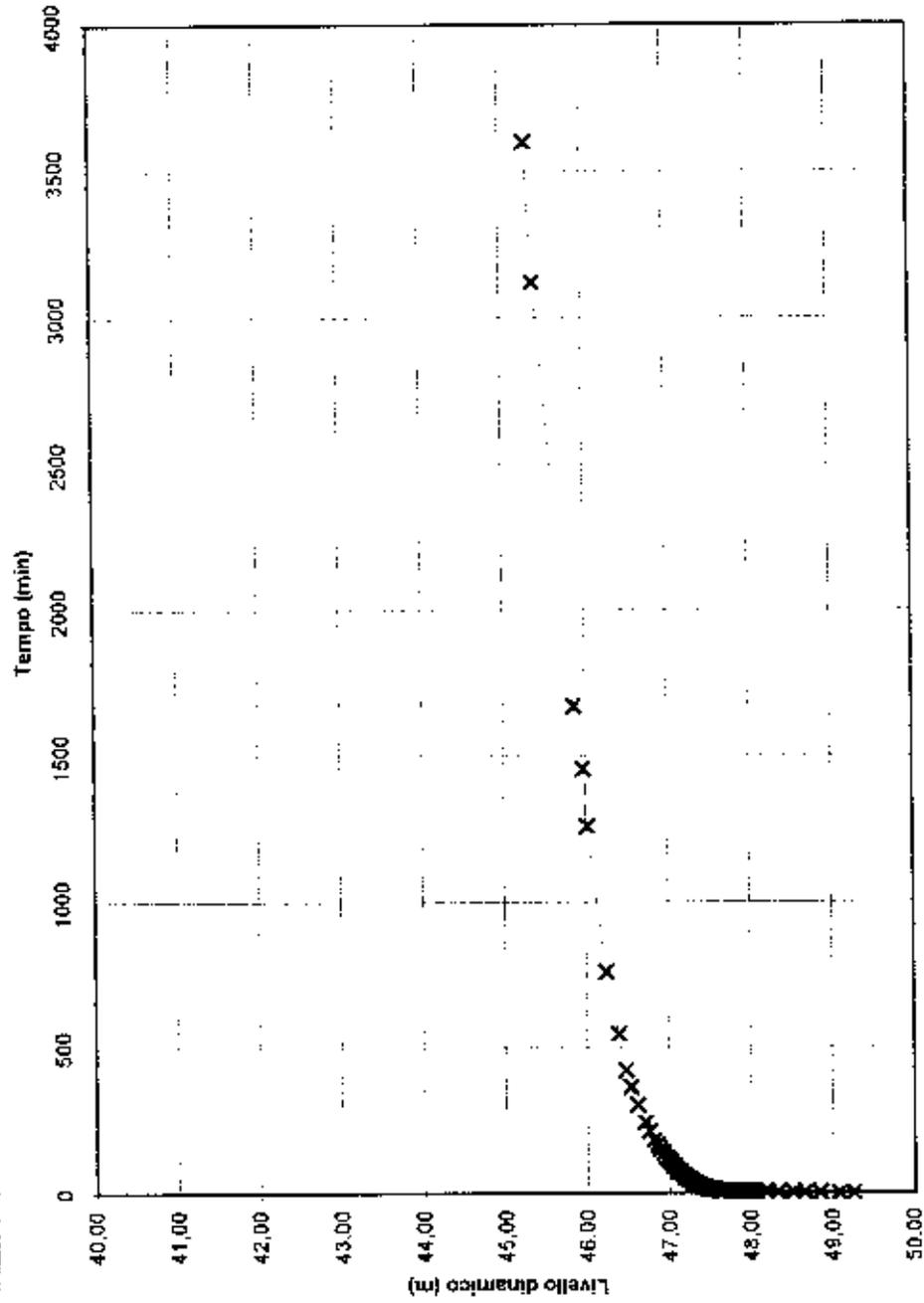


Fig. 22 - Curva tempo-altezza relativa alla prova di risalita (PIEZOMETRO 2 - diagramma lineare).

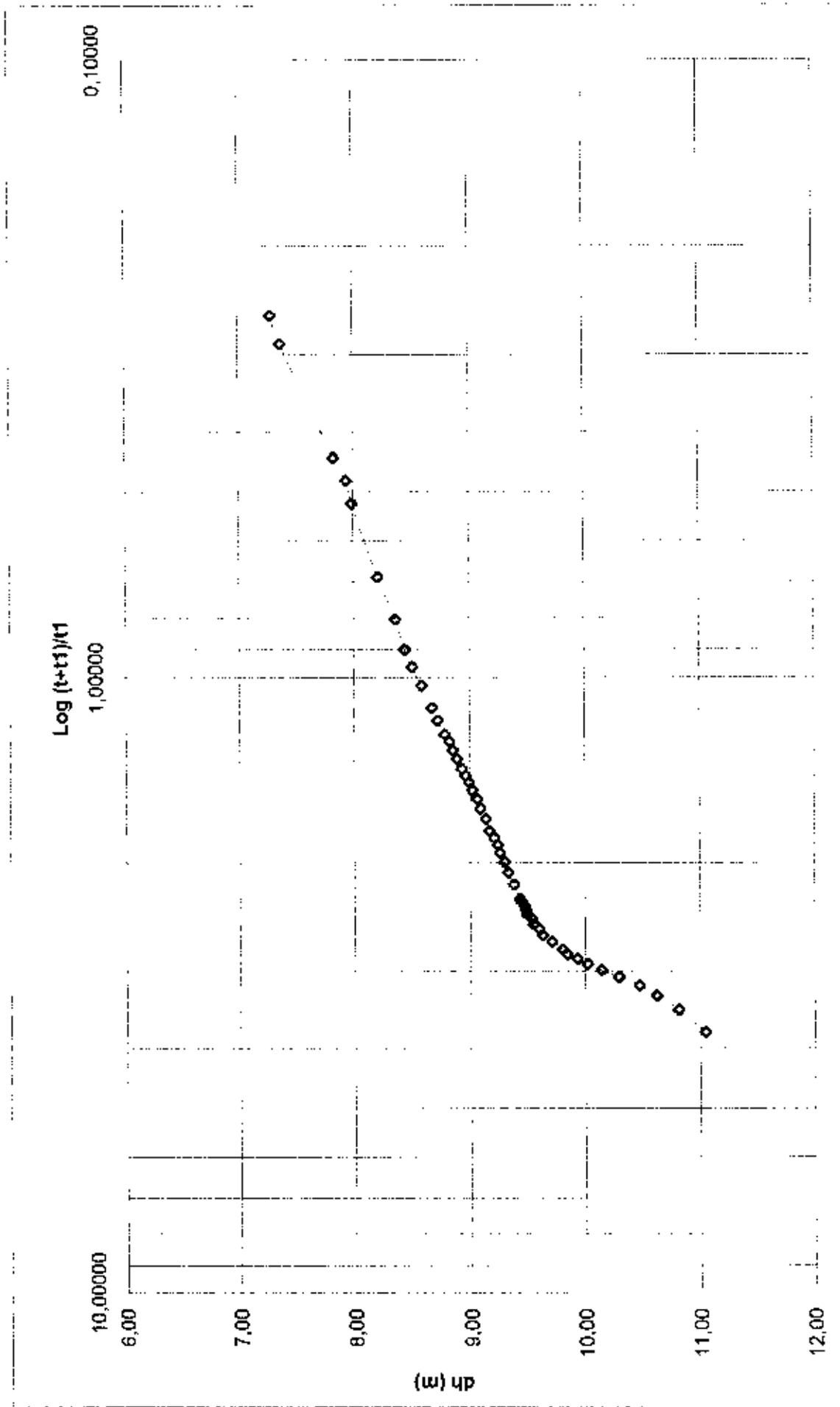


Fig. 24 - Grafico $\log(t+1)/t1 - dh$ in risalita, utilizzato per il calcolo di T con la relazione di Jacob.

decisamente più lungo del primo tratto e pertanto si comprende, a livello qualitativo, che le circolazioni idriche sotterranee sono scarsamente alimentate.

Procedendo con i calcoli della Trasmissività, T, si calcola col metodo di JACOB (1950), relativi al secondo tratto di curva, che:

$$T = 1.13 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

Utilizzando il metodo di POUCHAN (BREMONT, 1965), che prevede però l'utilizzo del primo tratto di curva di Fig.23, quindi la porzione di acquifero più vicino al piezometro, si trova che:

$$T = 3.8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$$

4.4 Calcolo della permeabilità media dell'acquifero

Sfruttando la relazione di DUPUIT (1950) in regime di equilibrio, si è calcolata la permeabilità del mezzo acquifero sulla base della prova di portata a gradini crescenti (Fig. 11). Nel calcolo si sono utilizzati i primi tre gradini (cioè le portate più basse) per rientrare nella condizione, descritta matematicamente, che l'abbassamento piezometrico sia modesto in rapporto allo spessore della falda acquifera.

Il valore della permeabilità media, K, è risultato pari a:

$$K = 9.3 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Il calcolo del coefficiente di permeabilità è stato eseguito considerando che l'acquifero fosse in pressione poiché, seguendo la logica matematica, risulta che è questo lo stato idrodinamico dell'acqua sotterranea. Tuttavia la situazione geologica propende in modo spiccato per un acquifero libero, così che, non volendo escludere nessuna delle due ipotesi, si ritiene che una situazione sia parte integrante dell'altra: ovvero che

l'acquifero sia complessivamente di tipo libero ma che lenti argillose di una certa estensione creino delle situazioni in grado di sfalsare la superficie piezometrica con quella freatica.

Il valore di K è stato calcolato anche sostituendo il valore di T alla nota relazione:

$$K = T / e$$

con "e" spessore dell'acquifero, che dai sondaggi geognostici risulta pari a 10m.

Utilizzando il valore di T calcolato durante l'emungimento si calcola:

$$K = 5.8 \times 10^{-6} \text{ m/s}$$

mentre utilizzando il valore di T calcolato dalla Curva di Risalita:

$$K = 1.13 \times 10^{-5} \text{ m/s}$$

Il coefficiente idraulico della permeabilità, anche basandosi sulle osservazioni litologiche, si ritiene effettivamente compreso tra i valori sopra calcolati, cioè:

$$1 \times 10^{-6} \text{ m/s} < K < 1 \times 10^{-4} \text{ cm/s}$$

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE SULL'ACQUIFERO DA CUI EMUNGE IL POZZO IN ESAME

L'acquifero in esame è, nel suo complesso, di tipo libero ed è costituito da un insieme di circolazioni idriche sotterranee che, puntualmente, possono essere separate tra loro da lenti di materiale pelitico. Quest'ultime svolgono un ruolo importante per il sistema terra-acqua poiché:

1. Frazionano l'acquifero in una serie di "falde sospese" che solo parzialmente vanno a ricostituirsi in profondità a formare le riserve idriche. Infatti ove i depositi più impermeabili affiorano in superficie drenano la porzione di acquifero

corrispondente. Inoltre, come detto nel Par. 4.1, funzionano come “ombrelli” nei confronti degli apporti meteorici limitandone l’afflusso.

2. Causano forti perdite di carico al flusso idrodinamico innalzando, di conseguenza, la superficie piezometrica della falda acquifera.
3. Qualora la lente argillosa sia “immersa” al di sotto della superficie piezometrica, dà luogo a condizioni idrodinamiche di tipo libero sopra di essa e di tipo confinato al di sotto.

Si ritiene che nell’intorno del pozzo in esame siano verificate proprio le ultime due condizioni.

6. SEZIONI IDROGEOLOGICHE

Le N.2 sezioni idrogeologiche a scala 1:25.000 intendono fornire una panoramica di massima della situazione stratigrafica a larga scala e tengono in considerazione delle osservazioni e dei dati di pozzi per acqua scavati nella successione terrigena nel territorio di Blera.

Il limite stratigrafico tra le argille ed i conglomerati (riportato in queste due sezioni) all’interno della stessa formazione geologica ha valore solo indicativo, come detto più volte nel corso della relazione, e sta a rappresentare la condizione di un deposito prevalentemente argilloso con lenti ghiaiose alla base che passa verso l’alto ad un deposito prevalentemente ghiaioso ma con numerose lenti argillose. Le lenti argillose rappresentate nelle sezioni geologiche, e ciò vale anche per le sezioni a scala 1:10.000, sono quelle effettivamente riscontrate nelle prospezioni fisiche e meccaniche ma di certo sono in numero ben maggiore. Infatti, ogni sondaggio compiuto su questo

territorio ha rilevato la presenza di depositi pelitici nelle ghiaie quindi da semplici considerazioni statistiche si desume che debbano essere numerose. La constatazione della base prevalentemente argillosa della successione terrigena scaturisce dal rilievo geologico lungo la forra del T. Vesca il cui alveo porta alla luce il substrato paleocenico-eocenico su cui poggiano i depositi messiniani.

Con queste premesse, le sezioni geologiche a scala 1:25.000 vorrebbero illustrare come l'acquifero da cui emunge il pozzo in esame sia:

- costituito da numerose circolazioni idriche sia connesse tra di loro che indipendenti le une dalle altre. Si consideri, ad esempio, la rispondenza dei livelli idrici tra il pozzo ed il piezometro 2 e l'indipendenza delle condizioni idrauliche tra il piezometro 1 ed il pozzo/piezometro 2 pur avendo una stratigrafia del tutto confrontabile; anche in altre esperienze di lavoro si è avuto modo di osservare tale fenomenologia tra pozzi molto ravvicinati tra di loro, scavati in questa formazione geologica;
- le lenti argillose, intersecando la superficie topografica, originino delle emergenze idriche o comunque diano luogo a delle zone sortumose;
- la piezometria della singola circolazione idrica influenzata dagli effetti delle perdite di carico dovute alla eterogeneità del materiale. Si ritiene che parte della risalienza dell'acqua nel pozzo e nei piezometri sia proprio dovuta a questo fattore dinamico. Di conseguenza si ipotizzano delle morfologie delle superfici piezometriche di tipo irregolare sia per la diversa conducibilità idraulica intrinseca dell'acquifero che per il diverso afflusso idrico (perdite/ricarica) nel suo interno;

- soggetto ad uno spinto depauperamento delle riserve idriche sotterranee specie a causa dell'effetto di drenaggio operato dal T.Vesca avendo inciso in più tratti il substrato impermeabile. Sono comunque da tenere in debita considerazione anche gli effetti delle altre numerose incisioni fluviali e degli estesi affioramenti della base impermeabile della successione terrigena.

Riguardo la relazione tra l'interpretazione della successione stratigrafica ed il pozzo per acqua, non può che rilevarsi come quest'ultimo oltre ad avere attraversato solo parzialmente l'acquifero sia stato terminato infruttuosamente sui depositi ghiaiosi invece che su quelli pelitici.

7. IDROCHIMICA ED ASPETTI AMBIENTALI

Le caratteristiche chimiche più salienti delle acque del pozzo sono state rilevate da analisi chimiche (a cura dell'Amministrazione comunale di Blera) eseguite dalla ASL di Viterbo in data 30 marzo 2000 (vd. Allegato –Analisi Chimiche). Altre analisi chimiche non si sono potute eseguire per la mancanza di pozzi nella zona.

In generale l'acqua non risulta inquinata ne dal punto di vista chimico ne batteriologico.

Il basso tenore (ben al di sotto la normativa) dei composti dell'azoto è indicativo di aree non inquinate da attività di tipo agronomico e zootecnico.

La durezza delle acque, pari a 30° F, le colloca nel campo delle “acque mediamente dure” (secondo la classificazione di DESIO 1973), mentre il contenuto dei cloruri, pari a 71 mg/lit, le colloca nel campo delle “acque dolci”. Il residuo fisso, pari a 510mg/lit, le pone nel campo delle “acque medio-minerali” (secondo la classificazione di MAROTTA e SICA 1933).

In definitiva, le analisi chimiche confermano le caratteristiche di un acquifero costituito, prevalentemente, da clasti di natura calcarea.

Il pozzo è stato realizzato in un'ampia radura contornata da macchia di tipo mediterraneo. Ad una distanza di circa 500m verso Ovest dal pozzo, la macchia ospita del pascolo allo stato brado il cui carico è molto al di sotto dei 40 q.li/Ha/peso vivo di bestiame. Le attività produttive più vicine all'opera di captazione, avvengono in località Il Vignale – ad una quota più bassa di 100m rispetto al pozzo (e quindi ad una quota di 40m più bassa del fondo foro) e distante da esso circa 2km – e sono esclusivamente agronomiche di tipo seminativo.

Il profilo pedologico dei rilievi costituiti dai depositi ghiaioso/argillosi è poco differenziato e la coltre detritica residuale è scarsa. Anche il sito in questione presenta questi caratteri pedologici.

Dunque, sebbene il potere autodepurante del suolo sia modesto, il pozzo in esame è inserito in un contesto ambientale molto sano.

8. ANALISI DI VULNERABILITA'

Il pozzo per acqua si trova su uno stretto e sinuoso spartiacque topografico che digrada da Est verso Ovest e, proprio in corrispondenza del sito in esame, forma una leggera sella. I versanti del dislivello sono ripidi. Quello rivolto verso Nord è più corto, di forma regolare ed inciso da un corso d'acqua il cui alveo ha una pendenza di 3-4%. Invece, quello a Sud è come digitato dalle numerose incisioni secondarie. La terminazione della linea di spartiacque topografico non avviene "immergendosi" nel territorio ma si

sfrangia e si allarga come immagini frattali determinando alternanze di dossi e vallecole.

Il fattore morfologico da solo, dunque, è limitante nei confronti della ricarica delle circolazioni idriche sotterranee ma è protettivo riguardo la vulnerabilità idrica in quanto tende ad allontanare le acque superficiali dal punto di captazione. Se a ciò si aggiungono considerazioni stratigrafiche, allora il grado di protezione naturale aumenta. Infatti, come detto nel capitolo 3, le numerose lenti argillose inglobate nel deposito ghiaioso-conglomeratico funzionano come “ombrelli” nei confronti delle acque che si infiltrano dall’alto e allorquando non intersecano la superficie topografica – originando così delle piccole scaturigini idriche – causano dei percorsi molto più lunghi delle particelle d’acqua aumentando così il tempo di soggiacenza nel terreno non-saturo.

La situazione stratigrafica e morfologica (versanti costituiti da materiale molto permeabile) impedisce l’instaurarsi delle condizioni di acquifero imprigionato, sebbene in modo puntuale possano verificarsi le condizioni per cui la superficie piezometrica sia più elevata di quella ove avvenga il flusso dell’acqua. Tale condizione è proprio quanto si verifica in corrispondenza del pozzo e dei piezometri in esame, ove lenti argillose tengono in pressione la corrispondente porzione di falda acquifera che altrove è di tipo libero.

Le acque ipogee sono costituite da una serie di circolazioni idriche che, per la disposizione delle lenti pelitiche, possono sia rimanere indipendenti tra loro così come possono essere separate solo per alcuni tratti e tornare a ricollegarsi in altri: insomma si ha a che fare con un acquifero di tipo multifalda e multistrato.

Le incisioni dei corsi d'acqua, spingendosi in alcuni casi fin entro il substrato impermeabile operano un continuo drenaggio delle acque sotterranee impedendone il loro accumulo e ciò potrebbe spiegare come mai nel territorio (in s.l.) si è assistito più volte a pozzi sterili anche al contatto basale tra le rocce dell'acquifero con quello dell'acquiclude.

Pertanto la situazione piezometrica del territorio da cui provengono le acque che potrebbero alimentare il pozzo in questione si presenta costituita da un insieme frazionato di superfici idrodinamiche che possono (o meno) interagire tra di loro. La morfologia della superficie piezometrica della singola falda acquifera si presenta irregolare proprio per:

- la presenza di lenti argillose che tendono ad elevare il gradiente idraulico;
- il drenaggio che si verifica lungo i versanti ove le lenti argillose intersecano la superficie topografica che tende a schiacciare la piezometrica.

In base a quanto detto si constata che il pozzo è posto in un punto avente la vulnerabilità idrogeologica più bassa del territorio circostante poiché si trova in uno stretto displuvio la cui sommità è costituita da depositi pelitici: combinazione questa che facilita i fenomeni di ruscellamento a discapito di quelli di infiltrazione. Oltre a ciò la zona ha una destinazione d'uso di tipo esclusivamente silvano.

Allontanandosi dal pozzo si scende di quota ma non per questo è detto che si abbia una riduzione dello spessore del terreno non-saturo (per quanto detto in riferimento alla stratigrafia). In ogni caso è sempre vero che maggiore è la distanza di un generico punto dal pozzo in questione e minore è il rischio idrogeologico a cui è soggetto lo stesso.

Il citato fosso, comunque, ha carattere effimero e non potrebbe esser diversamente visto la pendenza del profilo longitudinale del suo alveo.

Tentare di valutare la vulnerabilità idrogeologica utilizzando dei modelli matematici si ritiene poco significativo proprio alla luce della situazione stratigrafica e topografica più volte descritta. Ciononostante, verranno di seguito illustrati due diversi approcci per la valutazione della vulnerabilità idrica dell'area che debbono intendersi, però, solo come indicazioni di massima poiché si ritiene che in questa situazione il buon senso del geologo possa essere alla gran lunga più corretto di qualsiasi modello matematico su cui accanirsi.

Le modellazioni matematiche riportate nei paragrafi seguenti hanno entrambi gli stessi limiti applicativi che risiedono:

- nella casualità della disposizione delle lenti argillose (quindi non si possono fare estrapolazioni stratigrafiche su largo raggio) a loro volta responsabili della profondità delle falde acquifere;
- nel fatto che esistono più circolazioni idriche a profondità variabili la cui estensione è limitata;
- nella irregolarità delle superfici piezometriche dell'acquifero;
- nella variazione delle quote topografiche allontanandosi secondo qualsiasi direzione dal pozzo. Ciò rende ancor più incerto la valutazione dello spessore del terreno non-saturo.

8.1 Valutazione della vulnerabilità dell'acquifero

DE LUCA D.A.-VERGA G. (Dipartimento di Georisorse e Territorio – Politecnico di Torino) considerano che la vulnerabilità di un acquifero è legata in primo luogo alla possibilità di penetrazione di un eventuale inquinante e poi alla possibilità che ha quest'ultimo di espandersi entro l'acquifero stesso. Dunque, nel primo caso si affronta la "Vulnerabilità Verticale" che è funzione dello spessore, litologia e permeabilità del terreno non-saturo, mentre per il secondo si affrontano le caratteristiche idrodinamiche dell'acquifero. Infine, rapportando questi due aspetti si giunge ad una valutazione della "Vulnerabilità Complessiva".

8.1.1 Vulnerabilità Verticale

La vulnerabilità verticale viene espressa dal fattore tempo. Maggiore è il tempo che le acque impiegano per attraversare lo spessore del terreno non-saturo e maggiore è la protezione di cui gode l'acquifero. Dunque il tempo è funzione dello spessore del terreno non-saturo e della velocità d'infiltrazione secondo la relazione:

$$t_a = S/V$$

(t_a) tempo di arrivo;

(S) Soggiacenza, cioè spessore del terreno non-saturo; (V_i) velocità d'infiltrazione

La soggiacenza, sulla base dei sondaggi geognostici, è pari a 38m.

La velocità d'infiltrazione media è stata calcolata considerando che il terreno è costituito da una successione litologica stratificata con i seguenti fattori geometrici ed idraulici:

profondità dal p.c. (m)	Litologia	V_i (m/s) Da CASTANY, 1968
0 - 25	Limi argillosi con straterelli di sabbie e ghiaie	6.5×10^{-7}
25 - 30	Ghiaie	3.0×10^{-5}
30 - 38	Argille	3.2×10^{-8}

In queste condizioni si calcola che la velocità d'infiltrazione media è pari a:

$$V_i = 1.31 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Introducendo i parametri calcolati nella formula si calcola il tempo di arrivo:

$$t_a = 9.1 \text{ anni}$$

che secondo la classificazione degli AUTORI (vd. Tabella seguente) corrisponde ad una vulnerabilità verticale da bassa a media.

Tempo di arrivo	Vulnerabilità verticale
> 20 anni	Molto bassa
20 – 10 anni	Bassa
10 – 1 anni	Media
1anno – 1settimana	Alta
1settimana – 24 ore	Elevata
< 24 ore	Molto Elevata

8.1.2 Vulnerabilità Orizzontale

La vulnerabilità orizzontale viene espressa dal fattore velocità. Minore è la velocità con cui si muove il flusso della falda acquifera e tanto più bassa è la capacità che ha di diffondere eventuali inquinanti. Dunque la velocità di deflusso delle acque sotterranee è funzione della conducibilità idraulica efficace e del gradiente idraulico secondo la nota relazione:

$$v = K * i / m_e$$

(v) velocità;

(K) conducibilità idraulica; (i) gradiente idraulico; (m_e) porosità efficace

Per il calcolo di K si fa riferimento, in condizioni cautelative, al valore calcolato dalle prove di portata con la relazione di DUPUIT, ove $K = 1.13 * 10^{-5}$ m/s.

Il gradiente idraulico della falda acquifera non è stato possibile misurarlo. Ponendosi allora in condizioni cautelative si assume un valore piuttosto alto pari a: $i = 0,02$.

La porosità efficace delle ghiaie viene stimata dalla vasta bibliografica a disposizione, che offre però valori uniformi intorno a: $m_e = 0.3$.

Introducendo i parametri calcolati nella formula si trova che la velocità di propagazione delle acque di falda è:

$$v = 2.37 \times 10^{-2} \text{ km/anno}$$

che secondo la classificazione degli AUTORI (vd. Tabella seguente) corrisponde ad una vulnerabilità orizzontale bassa.

Velocità (km/anno)	Vulnerabilità orizzontale
$< 10^{-3}$	Molto bassa
$10^{-3} - 10^{-1}$	Bassa
$10^{-1} - 1$	Media
$1 - 10$	Alta
$10 - 10^2$	Elevata
$> 10^2$	Molto Elevata

8.1.3 Vulnerabilità Complessiva

Rappresenta la suscettività di un acquifero a ricevere e diffondere un inquinante ed ha le dimensioni di un'accelerazione. Per definizione, dunque, deve essere direttamente proporzionale alla velocità di flusso (v) ed inversamente al tempo di arrivo (t_a).

La vulnerabilità complessiva, V_c , nei dintorni del pozzo vale:

$$V_c = 2.6 * 10^{-2} \text{ km/anno}^2$$

che secondo la classificazione degli AUTORI (vd. Tabella seguente) corrisponde ad una vulnerabilità complessiva bassa.

V_c (km/anno ²)	Vulnerabilità complessiva
$< 10^{-3}$	Molto bassa
$10^{-3} - 10^{-2}$	Bassa
$10^{-2} - 10^{-1}$	Media
$10^{-1} - 10$	Alta
$10 - 10^3$	Elevata
$> 10^3$	Molto Elevata

8.2 Valutazione del rischio d'inquinamento idrico D.R.A.S.T.I.C.

Per valutare la vulnerabilità dell'area all'inquinamento delle acque sotterranee, tra i vari criteri di analisi, si è utilizzato il modello DRASTIC (ALLER et Al. 1986), che si basa sulla quantizzazione dei seguenti sette parametri:

- D(istanza tra la superficie del suolo e quella della falda);
- R(ricarica dell'acquifero);
- A(acquifero presente);
- S(suolo che costituisce la copertura vegetale);
- T(topografia dell'area);
- I(impatto della zona non satura);
- C(conducibilità idraulica).

Ad ogni parametro viene applicato un coefficiente o "peso", stabilito in base all'importanza quali-quantitativa attribuita ad ogni fattore.

La sommatoria di detti valori darà il grado di rischio di inquinamento, da confrontare entro i seguenti cinque livelli di vulnerabilità:

Classe di appartenenza	Rischio di inquinamento
26 - 71	molto basso
72 - 117	basso
118 - 163	moderato
164 - 209	elevato
210 - 256	molto elevato

La quantizzazione dei parametri viene di seguito effettuata riferendosi ad un intorno del pozzo ristretta. Ciò, però, non deve essere considerato riduttivo. Infatti, qualora si utilizzasse un metodo matematico per la definizione della *zona di rispetto allargata* (vedi capitolo 10) sarebbe involupata dall'isocrona dei 180 gg che è sottesa da un raggio di appena 12m.

D (Distanza tra la superficie del suolo e quella della falda)

La profondità, P, della falda acquifera da cui emunge il pozzo in esame, è: $P_{\text{acquifero}} = 48\text{m}$ (vedi fattore A) ma la profondità del livello piezometrico è $P_{\text{piezometrico}} = 38\text{m}$.

Dunque si tratta di un acquifero che, a piccola scala, è in pressione. Assumendo, cautelativamente, la profondità del livello piezometrico, risulta, secondo la Tabella degli AUTORI: $D = 1$

R (Ricarica dell'acquifero)

Sulla base del bilancio idrogeologico ricavato dai dati meteorologici della Stazione di Blera (Loc. Petrola, 314m s.l.m.), risulta un'infiltrazione efficace di: $\text{Inf. Eff.} = 73.6\text{mm/anno}$. Da esso si ricava, Secondo la Tabella degli AUTORI: $R = 3$

A (Acquifero presente)

La composizione litologica dell'acquifero risulta costituita da depositi ghiaiosi calcarei e calcareo-marnosi ben arrotondati, clastosostenuti, a granulometria molto grossolana,

con un scarso contenuto di matrice argilloso-sabbiosa. Secondo la Tabella degli AUTORI, il fattore A vale: $A = 7$

S (Suolo che costituisce la copertura vegetale)

La coltre detritica residuale ha una tessitura franca e franco-sabbiosa. Essendo il suo spessore esiguo e la sua distribuzione irregolare, in modo cautelativo si considera che il suolo sia pressoché assente. In base a quanto proposto dagli AUTORI il fattore S vale:
 $S = 10$

T (Topografia dell'area)

Il pozzo si trova su uno stretto spartiacque topografico i cui fianchi hanno pendenze di circa il 15%. In base a quanto proposto dagli AUTORI il fattore T vale: $T = 3$

I (Impatto della zona non satura)

Il terreno non saturo è costituito da una successione litologica prevalentemente pelitica (vd. fig.8) con una lente ghiaiosa. In base a quanto proposto dagli AUTORI il fattore I vale: $I = 4$

C (Conducibilità idraulica)

La conducibilità idraulica delle ghiaie che costituiscono l'acquifero è stato calcolato sperimentalmente dalle prove di portata che è risultata pari a $K = 1.13 \cdot 10^{-5}$ m/s (vd. cap. 4). In base a quanto proposto dagli AUTORI il fattore C vale: $C = 1$

Ai fattori così calcolati è stato applicato il relativo "peso" proposto dagli AUTORI per cui è risultato un valore di 175, indicativo di zona a rischio di inquinamento *basso*.

9. DELIMITAZIONE DELLE ZONE DI SALVAGUARDIA

Il bacino idrogeologico delimitato in Fig. 25, ove si ritiene che sia inserito il pozzo in esame, è stato tracciato sulla base alla situazione stratigrafica e topografica, oltre alla considerazione che la superficie piezometrica si trova a 38m dal p.c. in condizioni statiche ed a 50m in condizioni dinamiche.

In questo bacino, però, solo un'aliquota delle acque sotterranee possono contribuire all'alimentazione dell'opera di captazione e seppure l'acquifero abbia mostrato spiccate caratteristiche anisotrope vale, in via di massima, che maggiore è la distanza di un generico punto dal pozzo e maggiore è il tempo a disposizione delle acque sotterranee a prendere parte ai vari processi di autodepurazione nel terreno. Per questa ragione le zone di salvaguardia sono caratterizzate da vincoli territoriali sempre più ristretti avvicinandosi al punto di prelievo dell'acqua.

Nella delimitazione delle fasce di rispetto verrà di seguito utilizzato un criterio semi-qualitativo, per le ragioni fisiche e stratigrafiche più volte espresse nel corso di questa relazione, basato molto sulla "sensibilità geologica" acquisita dai sottoscritti.

9.1 Zona di Protezione

Il dimensionamento della Zona di Protezione (Fig. 25) considera il territorio che, almeno dal punto di vista potenziale, potrebbe contribuire all'alimentazione del pozzo in esame.

Nel perimetrare quest'area, che ha un'estensione $S = 70.7$ Ha, si sono ritenute significative le pendenze del terreno e l'elevata possibilità di rinvenire le lenti argillose alle quote superiori di 280m s.l.m. (superficie piezometrica).

Si è poi proceduto ad una verifica di questo bacino considerando che la portata ottimale è $Q_{ott} = 1.2 \text{ l/s}$ e perciò in un anno, ipotizzando un pompaggio ininterrotto, verrebbero estratti $V_{estratto} = 37843 \text{ m}^3$. La ricarica dell'acquifero del bacino considerato indica $V_{afflusso} = 52052 \text{ m}^3$. Allora i volumi d'acqua considerati sembrano compatibili e lo scarto esistente giustifica l'utilizzazione della portata ottimale invece di quella critica, ed il fatto che non tutta l'acqua gravifica può essere estratta con il pompaggio di un pozzo.

Sulla base di questi calcoli, quindi, si ritiene che qualora l'Amministrazione Comunale voglia tutelare questa captazione idrica sotterranea *dal punto di vista quantitativo*, deve impedire l'escavazione di pozzi per acqua ad uso privato nella zona di protezione delimitata in Fig.25. Tale limitazione all'uso di questo territorio potrebbe venire meno se l'Amministrazione Comunale decidesse di approfondire il pozzo fino alla base della successione terrigena con la possibilità concreta di allargare la zona di ricarica dell'acquifero. Infatti, è indubbio che il pozzo risulti scavato senza criterio geologico che mai avrebbe suggerito di terminare lo scavo del pozzo nelle ghiaie.

Le limitazioni d'uso di questo territorio, quindi, riguardano solamente l'escavazione di nuovi pozzi per acqua.

9.2 Zona di Rispetto

La valutazione della vulnerabilità idrogeologica, della zona d'influenza del pozzo d'acqua, risulta bassa ed inoltre in questo territorio non esistono centri d'inquinamento (anche potenziali). Pertanto, volendo seguire le indicazioni della Delib.Reg. 14/12/1999

n°5817, la Zona di Rispetto allargata andrebbe delimitata dall'involuppo dell'isocrona di 180 gg che sarebbe sottesa da un raggio di appena $R = 12\text{m}$ con centro nel pozzo.

Tuttavia si considera la zona di rispetto allargata come delimitata in Fig.25 che tiene conto, come fattore maggiormente limitante, la morfologia. Questa perimetrazione lungo lo spartiacque topografico risulta meno estesa verso Est poiché si è considerato che il livello idrico nel piezometro P1 (vd. Fig.25) è rimasto immutato durante l'émungimento del pozzo.

La Zona di Rispetto ristretta si considera coincidente con quella allargata e per questo nella figura ad essa relativa si traccia solo la generica Zona di Rispetto.

Le *limitazioni d'uso di questo territorio*, quindi, sono quelle elencate nell'Art. 5 del DLGS N.258 del 18 agosto 2000 e consistono nel divieto delle seguenti attività o destinazioni:

- a) dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi;
- c) spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o pesticidi, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni di uno specifico piano di utilizzazione che tenga conto della natura dei suoli, delle colture compatibili, delle tecniche agronomiche impiegate e della vulnerabilità delle risorse idriche;
- d) dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche proveniente da piazzali e strade;
- e) aree cimiteriali;
- f) apertura di cave che possono essere in connessione con la falda;
- g) apertura di pozzi ad eccezione di quelli che estraggono acque destinate al consumo umano e di quelli finalizzati alla variazione della estrazione ed alla protezione delle caratteristiche quali-quantitative della risorsa idrica;
- h) gestione di rifiuti;
- i) stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- l) centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- m) pozzi perdenti;
- n) pascolo e stabulazione di bestiame che ecceda i 170 chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite di stoccaggio e distribuzione. È comunque vietata la stabulazione di bestiame nella zona di rispetto ristretta.

9.3 Zona di Tutela Assoluta

Per la Zona di tutela assoluta valgono le stesse indicazioni riferite sopra quindi, seguendo le indicazioni della Delib. Reg. 14/12/1999 n°5817, si considera la distanza minima pari a $R = 10m$.

Questo ambito di territorio, come previsto nell'Art. 5 del DLGS N.258 del 18 agosto 2000, *deve essere adibito esclusivamente ad opere di presa ed a costruzioni di servizio;* deve essere recintata e provvista di canalizzazione per le acque meteoriche e deve avere un'estensione di raggio pari o superiore a 10m.

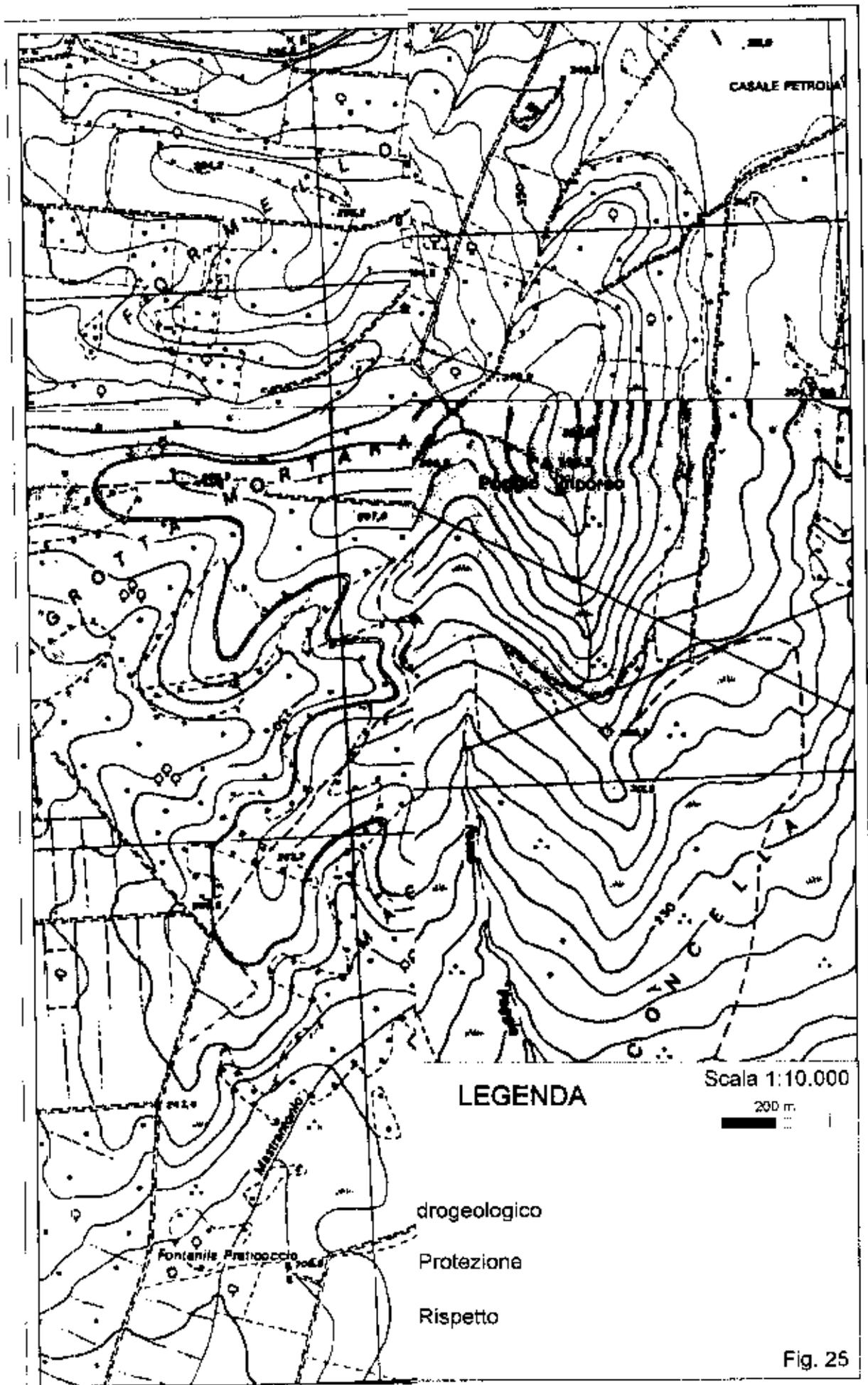
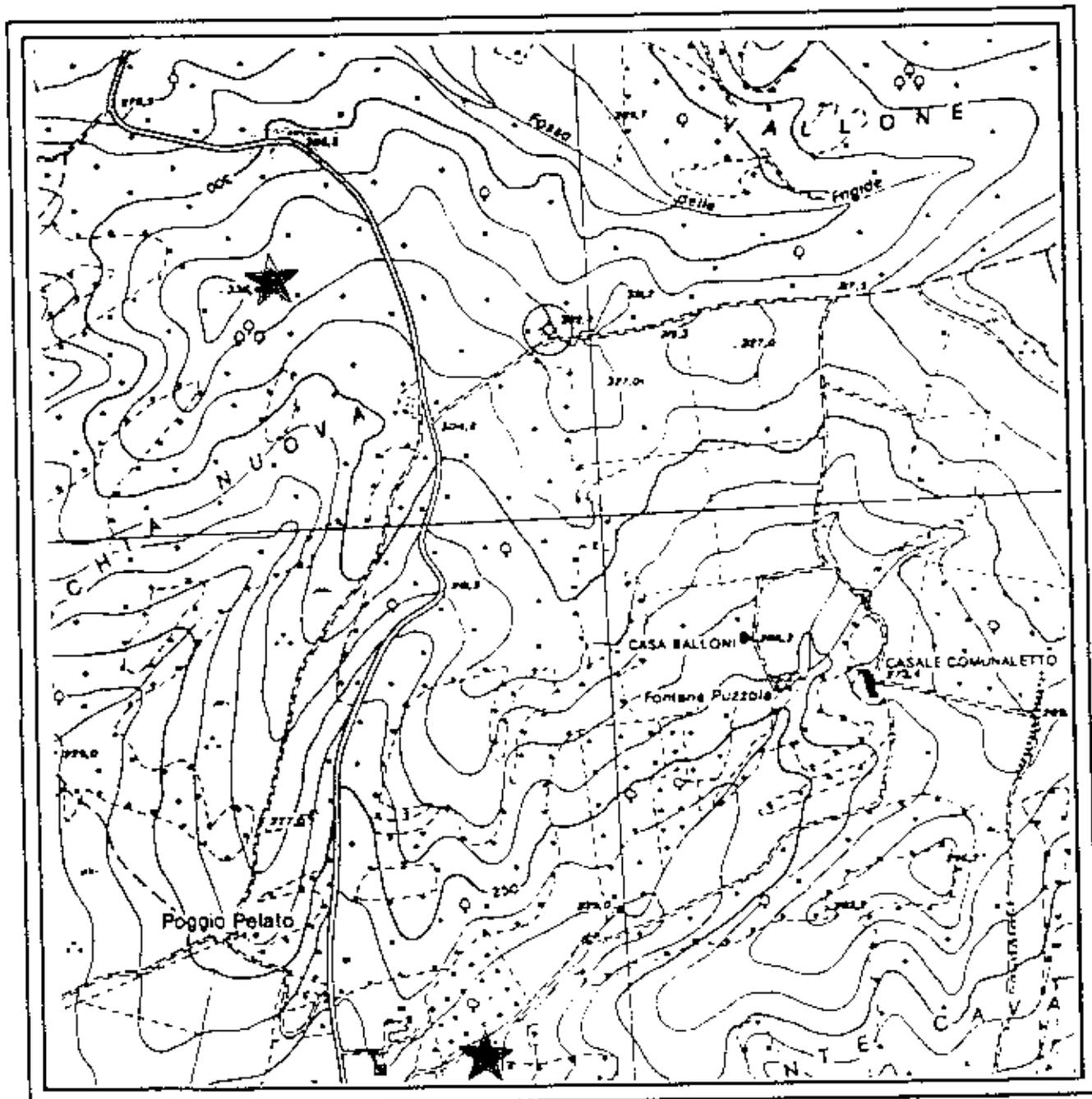
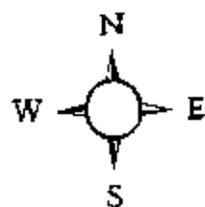


Fig. 25

ALLEGATI

- SONDAGGI ELETTRICI VERTICALI (S.E.V.)
- ANALISI CHIMICHE
- STRALCIO NORME TECNICHE DELLA VARIANTE AL P.R.G.

COROGRAFIA C.T.R.



Stralcio della SEZIONE 355130 - CIVITELLA CESI



Ubicazione sito



Ubicazione SEV

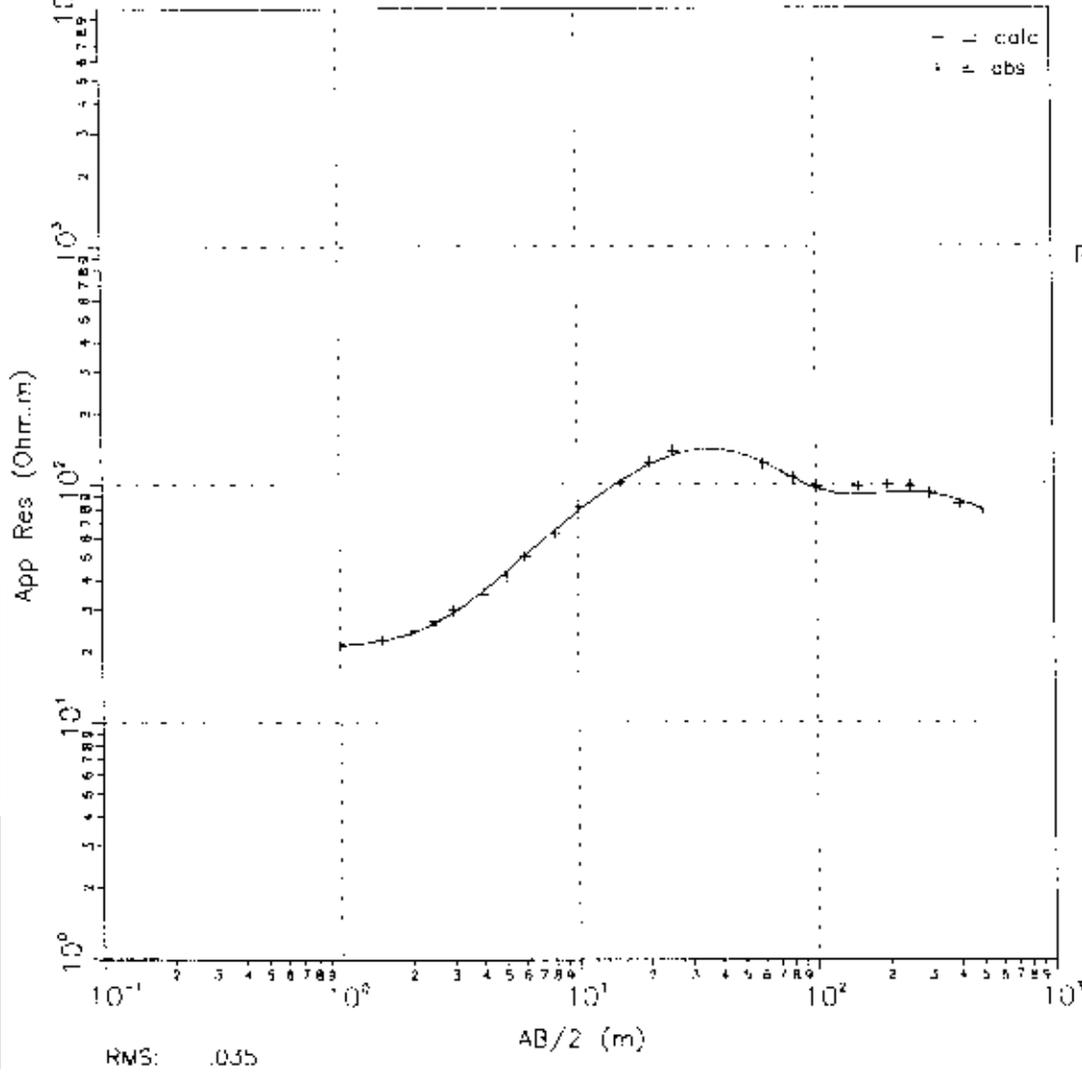
500 m



Scala 1 : 10.000

DC survey - Area:

Site: BSEVDC1

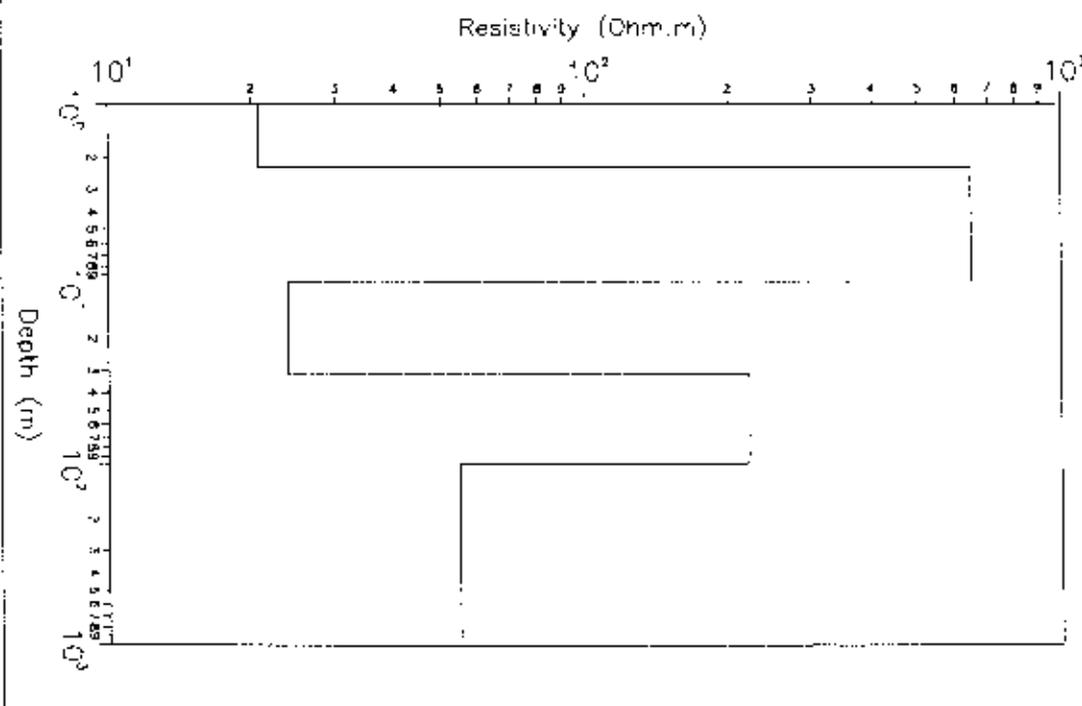


Elev
 ***** N
 ***** E

1D model

Resistivity (Ohm*m) Thickness (m)

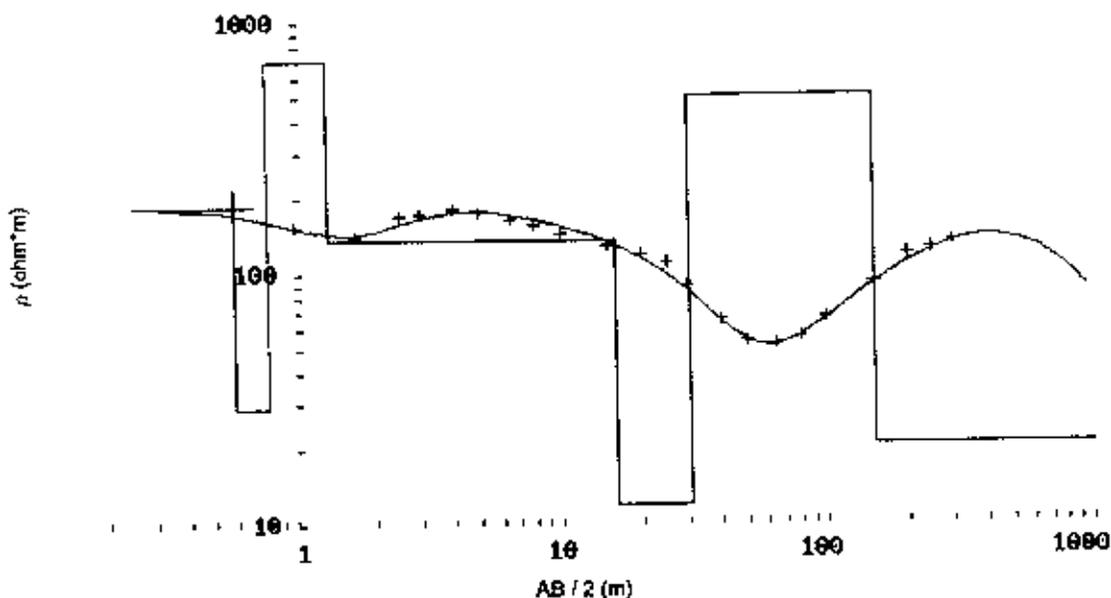
20.7	2.3
646.6	7.4
23.9	21
270.6	65
54.5	



SONDAGGIO ELETTRICO VERTICALE (S.E.V.)

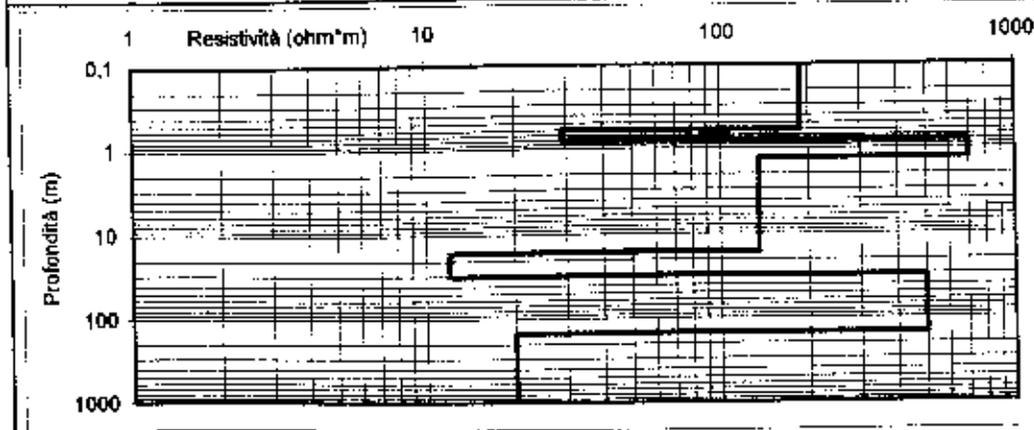
COMMITTENTE:	Università Agraria di Blera	SONDAGGIO:	Man1b
LOCALITA':	Macchia Nuova	AZIMUTH:	E-W
COMUNE:	Blera (VT)	QUOTA s.l.m.:	330
CANTIERE:	Ricerca acqua	DATA:	04/01/99

+ Dati Sperimentali Curva teorica Modello Electrostratigrafico



MODELLO ELETTROSTRATIGRAFICO

Profondità p.c. (m)	Spessore (m)	Resistività (ohm*m)	Interpretazione litostratigrafica
0,6	0,6	188,0	Suolo con pietre
0,8	0,2	29,0	Suolo argilloso
1,3	0,5	688,0	Ghiaie e conglomerati
16,3	15	135,0	Ghiaie a matrice argilloso-sabbiosa
31,0	14,7	12,0	Argille e limi
150,0	119	500	Ghiaie e conglomerati
		20	Argille e limi



Residuo fisso.....mg/l	510	150
Durezza totale.....°e	29.70	
Tensioattivi (MBAS).....mg/l	0,025	
Fenoli totali (C6H5OH).....mg/l	<0,0005	
Fosforo come P2O5.....mg/l	< 0,1	
Cloruri come Cl.....mg/l	70.30	200.0
Solfati come SO4.....mg/l	18.20	250.00
Az. ammoniacale come NH4.....mg/l	<0,040	
Az. nitroso come NO2.....mg/l	<0,025	
Az. nitrico come NO3.....mg/l	14.90	50.00
Silice.....mg/l	0.600	
Clori minerali.....mg/l	n.d.	
Fluoruri come F.....mg/l	0.63	
Bromuri.....mg/l	Assenti	
Torbidità in SiO2.....mg/l	< 1	

Sezione Acque potabili

Dr.

SETTORE TOSSICOLOGICO DEL P.M.P.,
 DIREZIONE
 (Dr. LL. Ferrarini)

atto di sistemi di smaltimento dei liquami o la installazione di impianti di depurazione in conformità alle leggi vigenti ed alla normativa in materia al momento del rilascio della concessione edilizia.

- PRESCRIZIONI PARTICOLARI

Per superfici inferiori ad Ha 2 è consentita la costruzione di un monolocale per ricovero attrezzi della superficie lorda massima di mq. 15 ed altezza di ml. 3.00
Per gli agricoltori diretti, o agli imprenditori agricoli a titolo principale è consentito l'utilizzazione dell'indice di fabbricabilità fondiaria per gli annessi agricoli con superfici maggiori o uguali a 10.000 mq ed in relazione alle accertate esigenze dell'impresa agricola ai fini della realizzazione delle opere da eseguirsi.

E2 - AGRICOLA SPECIALE

Per tale sottozona sono previste le destinazioni d'uso uguali alla ZONA E 1.

1- FORME D'INTERVENTO

Esclusivamente mediante concessione edilizia

2-INDICI URBANISTICI:

indice di fabbricabilità fondiaria: I.F.F= 0.03 mc/mq per gli annessi agricoli

indice di fabbricabilità fondiaria: I.F.F= 0.012 mc/mq per la residenza agricola

Superficie minima d'intervento: S_{min.}= 50.000 mq

Superficie massima d'intervento: S_{max} = 50.000 mq. Per il numero dei piani, altezze e distanze, valgono le norme come per la sottozona E1

3- PRESCRIZIONI PARTICOLARI:

Per superfici inferiori a 5 ha è consentita la costruzione di un monolocale per il ricovero degli attrezzi di superficie lorda massima pari a 15 mq ed altezza di ml. 3.00.

Per gli agricoltori diretti, o per gli imprenditori agricoli a titolo principale vale quanto stabilito per le zone agricole E1

➔ E3 - AGRICOLA VINCOLATA AD USO CIVICO

Comprende le parti del territorio gravate da uso civico; su tale zona valgono le norme del P.T.P. N. 3 adottato con delibera della G.R. n. 2268 del 24/8/87, della legge 431/85 - art. 1 lettera g e della Legge Regionale n. 1 del 31/1/86 (Regime urbanistico dei terreni ad uso civico e relative norme transitorie).

In caso di affrancazione di dette aree si applicano le norme relative alla sottozona E1 o E2 più vicina, salvo la presenza dei vincoli.

➔ SOTTOZONA E4 - ZONE BOScate

Comprende le parti del territorio ricoperte da essenze arboree non da frutto.

In dette aree, pertanto, sono compresi i boschi radi ed i boschi a normale densità, anche contenenti radure, rappresentati da essenze ad alto fusto, a ceduo ed a ceduo composto.

Per gli effetti della legge 431/85- art. 1 - lett. g), tali zone sono sottoposte a vincolo paesaggistico ai sensi della legge 1497/39, ed assoggettate alla disciplina che la normativa di P.T.P n. 3, adottato con Delibera G.R. n. 2268 del 24/8/87, prescrive per le zone in questione.

Tali aree possono essere gravate anche dal vincolo di uso civico, in tal caso valgono anche le norme relative a tali vincoli.