

Dott. Geol. MATTIA BERTANI

Ordine dei Geologi del Piemonte n.588 Sezione A

Casale Tabuloni, 32 – 28021 Borgomanero (No)
tel. 0322 843722 – fax. 0322 060155 – cell. 349 1884498

e-mail: mattia.bertani@atdot.it

P.I. 01922860034

www.studiobertani.it

REGIONE PIEMONTE

PROVINCIA DI NOVARA

COMUNE DI VAPRIO D'AGOGNA

Committente:	Spett.le ACQUA NOVARA.VCO S.p.A. Via Leonardo Triggiani, 9 – 28100 Novara
Progetto:	Sostituzione pozzo ad uso idropotabile tramite trivellazione nuovo pozzo in Via Baraggiola
Elaborati:	DIMENSIONAMENTO AREE DI SALVAGUARDIA D.P.G.R. 11.12.2006 n. 15/R

Commessa rif.: 549-15		File: 01_Aree_salvaguardia_pozzo_vaprio_A4.pdf
Rev.	Data emissione	Note
00	Novembre 2015	

Il tecnico:

Dott. Geol. Mattia BERTANI

Indice

Premessa.....	2
Studio idrogeologico.....	3
1.UBICAZIONE NUOVO POZZO.....	3
2.LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI.....	3
2.1.Inquadramento geomorfologico.....	3
2.2.Uso del suolo.....	4
2.3.Caratteristiche pedologiche.....	4
2.4.Inquadramento geologico.....	4
3.CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA.....	5
3.1.Idrografia superficiale.....	5
3.2.Caratteristiche idrogeologiche del territorio.....	6
3.2.1.Censimento opere di captazione e di monitoraggio della falda.....	6
3.2.2.Assetto litostratigrafico locale.....	7
4.CARATTERISTICHE DEL DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO.....	8
5.CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE.....	9
5.1.Stratigrafia dei terreni attraversati.....	10
6.PROVE DI POMPAGGIO.....	11
6.1.Prova di pompaggio a gradini di portata.....	11
6.2.Prova di pompaggio a portata costante.....	15
6.2.1.Prova a portata costante in discesa.....	18
6.2.2.Prova a portata costante in discesa.....	18
7.CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DELL'ACQUIFERO CAPTATO E DEL SISTEMA POZZO-ACQUIFERO.....	20
7.1.Parametri idrogeologici dell'acquifero captato.....	20
7.2.Parametri idraulici del sistema pozzo-acquifero.....	20
8.VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO CAPTATO.....	21
9.INDAGINI SUI CENTRI DI PERICOLO.....	24
Dimensionamento delle aree di salvaguardia.....	26
10.DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI SALVAGUARDIA.....	26
10.1.Metodologia di calcolo.....	26
10.2.Dati di input.....	28
10.3.Risultati ottenuti.....	28
10.4.Delimitazione delle aree di salvaguardia.....	30
11.DISCIPLINA DELLE AREE DI SALVAGUARDIA.....	31
11.1.Misure di prevenzione previste.....	33

TAVOLA FUORI TESTO: Definizione delle aree di salvaguardia – scala 1:1.500.

TAVOLE:

- Tavola 1: Corografia – scala 1:10.000;
- Tavola 2: Inquadramento geologico e geomorfologico – scala 1:10.000;
- Tavola 3: Uso del suolo – scala 1:10.000;
- Tavola 4: Idrografia ed inquadramento idrogeologico – scala 1:10.000;
- Tavola 5a: Traccia delle sezioni idrogeologiche – scala 1:25.000;
- Tavola 5b: Sezione idrogeologica A-A' – scala 1:10.000;
- Tavola 5c: Sezione idrogeologica B-B' – scala 1:10.000;
- Tavola 6: Centri di potenziale pericolo – scala 1:10.000;
- Tavola 7: Tracciamento delle isocrone – scala 1:5.000;
- Tavola 8: Centri di pericolo presenti nelle aree di salvaguardia – scala 1:1.500.

ALLEGATI:

- Allegato 1: Stratigrafia e schema pozzo;
- Allegato 2: Elaborati prove di pompaggio
- Allegato 3: Stralcio di P.R.G.C..

Premessa

In data 12.05.2015 Acqua Novara.Vco S.p.A. chiedeva la sostituzione del pozzo sito in Corso Cavour n°14, nel centro abitato del Comune di Vaprio d'Agogna, ed identificato con codice univoco NO-P-00907, in quanto gravemente danneggiato e non recuperabile.

Avendo ottenuto l'autorizzazione della Provincia di Novara con Determina n. 1426/2015 del 25.06.2015, dopo aver espletato le procedure richieste dalla normativa vigente per l'affidamento dei lavori, questi sono iniziati in data 10.08.2015 e sono terminati in data 14.10.2015.

Poiché le acque emunte saranno destinate al consumo umano con erogazione a terzi mediante impianti di acquedotto che rivestono carattere di pubblico interesse, in questo elaborato sono state definite le aree di salvaguardia ai sensi del D.P.G.R. 11.12.2006 n. 15/R Regolamento regionale recante: *"Disciplina delle aree di salvaguardia delle acque destinate al consumo umano (Legge regionale 29.12.2000 n.61)"*, con i contenuti previsti dall'Allegato A:

- *Studio idrogeologico*, dove viene descritto l'assetto idrogeologico e vengono fornite indicazioni sugli aspetti geologici e geomorfologici del territorio, relativi ad un'area con raggio di circa un chilometro dal punto di ubicazione del nuovo pozzo;
- *Dimensionamento delle aree di salvaguardia*, dove vengono definite le aree di rispetto per il nuovo pozzo, volte a tutelare e conservare la qualità delle acque captate.

Studio idrogeologico

1. UBICAZIONE NUOVO POZZO

Il nuovo pozzo sostitutivo è ubicato in Via Baraggiola, a Nord-Ovest del centro abitato di Vaprio d'Agogna (No), in un settore a vocazione agricola accessibile mediante una strada sterrata, alle seguenti coordinate geografiche (si veda tav.1):

- WGS84: lat. 45,605541° long. 8,5434151°;
- ED50: lat. 45,606478° long. 8,544492°.

Il punto di ubicazione è contenuto nella sezione 094150 "Suno" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000.

È identificato dal mappale 262 del Foglio 2 del N.C.T., di proprietà di Acqua Novara.Vco S.p.A..

2. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

2.1. Inquadramento geomorfologico

L'area di studio è situata nella porzione orientale della piana fluvio-glaciale del Torrente Agogna, un corso d'acqua distante circa 3,5 chilometri più ad Ovest.

La conformazione topografica è strettamente connessa alla sua genesi glaciale e post-glaciale: la morfologia del territorio è infatti il risultato della successione dei fenomeni di deposito ed erosione che si sono verificati durante il Quaternario, seguita al sollevamento post-pliocenico. Le morfologie più evidenti sono di tipo fluvio-glaciale e sono rappresentate principalmente da vasti sistemi terrazzati, presenti in modo particolare nelle porzioni più marginali della valle, che digradano in modo non sempre ben definito verso il corso del Torrente Agogna e dei tributari minori. La lenta attività degli agenti erosivi ha portato col tempo ad un livellamento di questi terrazzi, molti dei quali oggi non sono quasi distinguibili nel paesaggio attuale.

Dall'esame della carta di inquadramento geomorfologico (tav. 2) è possibile osservare come il nuovo pozzo si collochi in un settore prevalentemente pianeggiante, anche se a grande scala si rileva una certa pendenza verso Sud. Circa 400 m più ad Est si imposta un blando terrazzamento con altezza di qualche metro ed immersione verso Ovest che separa la piana da depositi maggiormente antichi, dove si imposta l'abitato di Vaprio d'Agogna.

L'intero territorio è contraddistinto dalla presenza di numerosi corsi idrici superficiali di origine naturale ed antropica, questi ultimi con finalità irrigua.

Nel dettaglio il lotto è situato ad una quota di circa 231,5 m s.l.m., in un'area a vocazione prevalentemente agricola.

La sua tendenza evolutiva è a grande scala strettamente connessa con l'azione degli agenti erosivi (principalmente ruscellamento delle acque superficiali ed azione eolica), che interagiscono andando a modificare lentamente il profilo morfologico dei terreni attuali. Tuttavia non è interessato da rilevanti processi geomorfologici accelerati, in quanto privo di asperità tali da dare origine a processi gravitativi, ed esterno alla fascia di influenza diretta dei principali elementi idrografici superficiali;

inoltre nell'intorno geologico significativo non si segnalano dissesti in atto o incipienti. Pertanto il grado di vulnerabilità geomorfologica è basso.

2.2. Uso del suolo

Dall'osservazione delle foto aeree e da satellite, confrontate con osservazioni puntuali di terreno condotte nell'intorno di interesse, sono stati indagati i principali usi del suolo nell'intorno di riferimento, riportati graficamente in tav. 3. Sono state distinte le seguenti tipologie:

- coltivo / prato: costituisce il 71,6% del territorio, ed è rappresentato quasi essenzialmente da campi coltivati a mais e frumento;
- aree urbanizzate: costituiscono il 14,2% del territorio, e sono rappresentate dall'abitato di Vaprio d'Agogna con costruzioni prevalentemente residenziali, da fabbricati e cascinali agricoli sparsi, e dall'area industriale lungo la S.P. N°229;
- bosco: costituisce il rimanente 14,2% del territorio, ed è rappresentato principalmente da acacie e betulle.

Il nuovo pozzo si colloca in un settore a vocazione agricola al contatto con un'area boscata di modesta estensione. Pochi sono gli edifici produttivi, ubicati quasi essenzialmente in fregio alla S.P. N°229.

2.3. Caratteristiche pedologiche

Per quanto concerne la natura del suolo in corrispondenza del nuovo pozzo si è fatto riferimento all'Atlante Cartografico dei Suoli alla scala 1:250.000 redatto dal Settore Suolo dell'I.P.L.A. per conto della Regione Piemonte (2010).

I terreni affioranti nella piana sono di natura fluvioglaciale, e sono ricoperti alla sommità da *Inceptisuoli di pianura*, suoli poco evoluti con un orizzonte di alterazione (cambico) più o meno strutturato a seconda del grado di pedogenesi, ed attualmente non più influenzati dalle esondazioni periodiche dei corsi d'acqua.

Questo tipo di suoli, con scheletro in percentuali comprese tra il 36% ed il 60%, tessitura franco-sabbiosa ed orizzonti permanentemente ridotti tra 50 e 100 cm di profondità, hanno una limitata capacità protettiva nei confronti delle acque sotterranee. Presentano inoltre alcune limitazioni che riducono la scelta e la produzione delle colture agrarie (*Classe d'uso III*), dovute principalmente al loro ridotto spessore.

2.4. Inquadramento geologico

Per redigere l'inquadramento geologico generale dell'area di studio è stata visionata una numerosa documentazione tra cui il Foglio 44 "Novara" (1967) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

Le formazioni geologiche affioranti sono di origine alluvionale quaternaria, come del resto per tutta la pianura situata a Nord di Novara che si estende verso settentrione fino alle prime cerchie moreniche che bordano a Sud i grandi laghi subalpini. Tali formazioni geologiche sono costituite interamente da depositi continentali quaternari di natura fluvioglaciale o fluviale.

Come si evince dall'esame della cartografia di tav. 2, le formazioni geologiche affioranti nell'area di interesse sono, a partire dall'unità più antica, le seguenti:

- depositi fluvioglaciali del Riss;
- depositi alluvionali del Würm-Riss.

Depositi fluvioglaciali del Riss

Sono costituiti prevalentemente da ghiaie mediamente alterate, con subordinate sabbie e limi. Hanno un paleosuolo argilloso di colore giallo ocra con potenza di circa 1÷3 metri, talvolta ricoperto da depositi löessici. La loro origine viene fatta risalire al periodo cataglaciale rissiano. Affiorano nella porzione orientale dell'area di studio, in corrispondenza dell'abitato di Vaprio d'Agogna, oltre il blando terrazzamento precedentemente descritto.

Depositi alluvionali del Würm

Sono costituiti da alluvioni di natura fluvioglaciale formate da un complesso omogeneo di ghiaie debolmente alterate e sabbie, la cui composizione petrografica è formata da graniti, scisti, porfidi e gneiss, originari della zona Cusio-Ossola. Hanno un paleosuolo di colore giallo-rossiccio di spessore inferiore al metro, talora ricoperto da depositi löessici. La loro origine viene fatta risalire al periodo cataglaciale würmiano. Affiorano nella porzione principale dell'area di studio ed anche nel punto dove è ubicato il nuovo pozzo.

3. CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA

Dopo aver analizzato i caratteri geologici e geomorfologici generali del territorio di interesse, lo studio prosegue con la sua caratterizzazione idrogeologica, che ha la finalità di elaborare un modello idrogeologico del sottosuolo tale da consentire di individuare il tipo di falda captata dal pozzo ed il suo movimento naturale; si articola nelle seguenti fasi:

- analisi del reticolo idrografico superficiale;
- analisi delle principali caratteristiche idrogeologiche del territorio;
- censimento delle principali opere di captazione e monitoraggio della falda;
- analisi dell'assetto litostratigrafico locale;
- rappresentazione della circolazione idrica sotterranea.

3.1. Idrografia superficiale

Il settore di studio è caratterizzato dalla presenza di numerosi corsi d'acqua, naturali e artificiali, tutti con direzione di scorrimento prevalente Nord-Sud (si veda tav. 4).

L'elemento idrografico principale è costituito dal Torrente Agogna che nasce dalle pendici del Mottarone (*"Alpe della Volpe"*, 1491 m s.l.m.) e scorre con andamento Nord-Sud, passando in poco più di 140 km dai 964 m s.l.m. della sorgente, ai circa 77 m s.l.m. del suo sbocco nel Po presso Pavia. Nel tratto all'altezza dell'area in esame defluisce ad una distanza di circa 3,5 km, con andamento sinuoso in un alveo ben definito a sezione trapezia, per lo più privo da protezioni di sponda.

Circa 500 m più ad Ovest, invece, scorre il Torrente Meja, un corso d'acqua che, dopo aver attraversato il centro abitato di Suno defluisce con andamento Nord-Sud fino a confluire nel Torrente Agogna come affluente di sinistra in località *"Campolungo"*.

Da segnalare anche la presenza di numerosi cavi e rogge di origine antropica, con finalità irrigua, che solcano diffusamente il territorio, tra cui si citano la Fontana Moroni distante 110 m più ad Ovest, e la Fontana Acerbi, 250 m più ad Est.

Il punto di ubicazione del nuovo pozzo è esterno alle aree di esondazione di questi corsi d'acqua e non è stato mai raggiunto dalle loro acque, anche per la sua

posizione un poco rilevata rispetto ai loro fondovalle.

La direzione di scorrimento delle acque superficiali ruscellanti inoltre è influenzata dalla morfologia del terreno, e localmente tende a dirigersi verso Sud.

3.2. Caratteristiche idrogeologiche del territorio

La circolazione idrica sotterranea è profondamente condizionata dalle caratteristiche litologiche e tessiturali dei depositi presenti.

Come identificato dalla letteratura idrogeologica (*"Idrogeologia della Pianura Piemontese"*, Regione Piemonte 2005), i depositi affioranti nell'area di studio appartengono alla *Serie dei Depositi Continentali* (Olocene – Pleistocene inf.), ed in particolare ai seguenti Complessi Idrogeologici, cioè zone idrogeologicamente omogenee, la cui distribuzione areale è stata riportata in tav. 4:

- Complesso dei Depositi fluvioglaciali del Riss;
- Complesso dei Depositi fluviali-fluvioglaciali del Würm-Riss.

Complesso dei Depositi fluvioglaciali del Riss

È rappresentato da materiali ghiaioso-sabbiosi immersi in abbondante matrice limoso-argillosa che ne riduce sensibilmente le loro caratteristiche di permeabilità ($k = 10^{-5} \div 10^{-7}$ m/s). La presenza di un paleosuolo di colore rosso-arancio e giallo-ocra di spessore in genere non superiore ai tre metri ostacola l'infiltrazione in profondità delle acque meteoriche, favorendo viceversa il ruscellamento superficiale.

Costituisce il settore orientale dell'area di studio, altimetricamente più rilevato. In questo complesso si imposta una falda generalmente a superficie libera, localmente protetta.

Complesso dei Depositi fluviali-fluvioglaciali del Würm-Riss

È rappresentato da materiali principalmente grossolani (sabbia e ghiaia), privi di significative frazioni a granulometria fine, a permeabilità elevata ($k = 10^{-3} \div 10^{-5}$ m/s). Questo complesso costituisce la piana del Torrente Agogna e rappresenta il livello fondamentale della pianura, dove si imposta l'acquifero principale. Si estende in profondità per circa 35 metri, e contiene al suo interno una falda di tipo libero con sporadiche falde sospese dovute alla presenza di lenti a granulometria fine, di ridotto spessore.

3.2.1. Censimento opere di captazione e di monitoraggio della falda

È stato effettuato un censimento delle opere di captazione della falda, attingendo dall'archivio provinciale dei pozzi relativi ad attività produttive.

Le opere presenti nell'area di studio, con ubicazione in tav. 4, sono riportate nella tabella di pagina seguente (tab. 3.1).

Come si può osservare, la quasi totalità delle opere di captazione emungono la falda freatica e solo in due casi è stata raggiunta la falda protetta.

Da segnalare inoltre la diffusa presenza sul territorio, in corrispondenza delle aree edificate, di pozzi ad uso domestico con profondità di alcuni metri, captanti anch'essi la falda superficiale di tipo freatico.

Codice di Riferimento	Uso pozzo	Ubicazione	Profondità [m dal p.c.]	Falda captata
NOP00890	agricolo	Vaprio d'Agogna, Baraggioli	40	freatica
NOP00891	agricolo	Vaprio d'Agogna, Baraggioli	50	freatica
NOP00885	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Piane	28	freatica
NOP00907	potabile	Vaprio d'Agogna	121,5	protetta
NOP00911	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Monferrona	10	freatica
NOP00912	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Cascinino	8	freatica
NOP00913	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Flecia	6	freatica
NOP00914	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Brughiera	29,5	freatica
NOP00916	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Colombera	6,5	freatica
NOP00917	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Strasciola	7	freatica
NOP00921	produzione beni e servizi	Vaprio d'Agogna, S.S. 229	7	freatica
NOP00922	produzione beni e servizi	Vaprio d'Agogna, S.S. 229	7	freatica
NOP00924	agricolo	Vaprio d'Agogna	7	freatica
NOP00925	agricolo	Vaprio d'Agogna, località Mulo	7	freatica
NOP01393	agricolo	Vaprio d'Agogna, Fosso Meja	80	protetta

Tab. 4.1 – Pozzi presenti nell'area di studio.

3.2.2. Assetto litostratigrafico locale

La ricostruzione della struttura idrogeologica sotterranea è stata ottenuta correlando le stratigrafie di n° 4 perforazioni ad uso idropotabile ubicate nelle vicinanze, oltre a quello del nuovo pozzo (all. 1):

- il pozzo di Baraggia di Suno, situato circa 2,5 km più a Nord-Ovest e profondo 136,5 m;
- il pozzo di Vaprio d'Agogna, situato circa 830 m ad Est e profondo 121,8 m;
- il pozzo di Cavaglietto, situato circa 3,2 km più ad Ovest e profondo 100 m;
- il pozzo di Momo, situato circa 3,3 km più a Sud-Est e profondo 140 m.

La loro collocazione è visibile in tav. 5a, dove è rappresentata la traccia delle due sezioni idrogeologiche pseudo-ortogonali tra loro, ottenute correlando le loro stratigrafie e passanti in corrispondenza del nuovo pozzo.

Nella realizzazione di queste sezioni, riportate in tav. 5b e 5c, i corpi geologici sono stati correlati sulla base delle loro caratteristiche granulometriche, e quindi indirettamente sulla base delle loro caratteristiche idrogeologiche di permeabilità.

In corrispondenza del punto di perforazione si ha la seguente successione:

- dal p.c. fino a 36,3 m di profondità: acquifero libero, formato principalmente da ghiaie con ciottoli e sabbie, con presenza di frazione fine limoso-argillosa in percentuale significativa oltre i 20,5 m, che rappresentano i materiali del “*Complesso idrogeologico dei depositi fluviali e fluvioglaciali del Würm-Riss*” affiorante in superficie;
- da 36,6 m a 62,2 m di profondità: depositi argilloso-sabbiosi con valori di permeabilità da molto bassi a nulli, che rappresentano il tetto del “*Complesso idrogeologico dei depositi villafranchiani*”, e che consentono una buona protezione del sottostante acquifero multistrato (acquicludo);
- da 62,2 m a 130,0 m di profondità: acquifero multistrato, formato da materiali principalmente argillosi (acquitardi) intervallati da livelli acquiferi ghiaioso-ciottolosi di tipo confinato (da 64,3 m a 70,5 m, da 96,8 m a 107,0 m, da 110,2 m

a 113,2 m e da 115,5 m a 120,6 m).

I filtri del nuovo pozzo si impostano esclusivamente nell'acquifero multistrato di tipo confinato, nel rispetto dell'art. 2 della L.R. 22/1996 che vieta la costruzione di pozzi che consentano la comunicazione tra la falda freatica superficiale e le falde profonde, andando a captare n°4 livelli acquiferi per uno spessore complessivo di 24,5 metri.

L'isolamento delle falde profonde in produzione è stato garantito dalla cementazione dell'intercapedine tubazione-perforo per tutto lo spessore dell'acquifero superficiale e per il sottostante acquicludo, fino alla profondità di 62,0 m dal p.c.. La non interconnessione tra le falde captate e la falda superficiale è stata poi verificata durante l'esecuzione delle prove di pompaggio, servendosi di un pozzo esistente poco profondo ubicato circa 30 m più a Sud: il livello freatico si è mantenuto costantemente a 3,45 m dal p.c., ad un livello sensibilmente superiore rispetto al livello statico misurato nel pozzo relativo ai livelli acquiferi messi in produzione.

La base dell'acquifero superficiale nel punto di ubicazione del nuovo pozzo è posta a 195,2 m s.l.m. (-36,3 m dal p.c.) e mostra una buona concordanza con quanto riportato nella D.G.R. 03.06.2009 n.34-11524 *"Criteri tecnici per l'identificazione della base dell'acquifero superficiale e aggiornamento della cartografia contenuta nelle Monografie delle macroaree idrogeologiche di riferimento dell'acquifero superficiale del Piano di Tutela delle Acque"* e s.m.i. (tav. 1).

4. CARATTERISTICHE DEL DEFLUSSO IDRICO SOTTERRANEO

Nel sottosuolo dell'area di studio, quindi, si rileva la presenza di:

- una falda superficiale di tipo freatico;
- una falda profonda di tipo protetto, situata in livelli acquiferi di potenza limitata, in comunicazione tra loro.

Falda superficiale

In assenza di un numero adeguato di punti di misura accessibili l'andamento della circolazione idrica sotterranea della falda freatica superficiale (tav. 4) è stato ricostruito dall'analisi delle cartografie elaborate dalla Regione Piemonte (2005).

Dall'esame dell'elaborato cartografico si può osservare come la direzione di flusso idrico sotterraneo nell'area di interesse sia principalmente NNW-SSE (angolo di 7° con la direzione N-S), con gradienti idraulici dello 0,8 %, e ridotti valori di soggiacenza. Nel punto di ubicazione del pozzo da captare la falda superficiale si imposta ad una profondità di 3,45 m dal p.c., con significative oscillazioni stagionali ed annuali del suo livello.

Falde profonde

Più in profondità, oltre la base dell'acquifero superficiale, si impostano, come detto, livelli ghiaioso-sabbiosi con spessore variabile in diverso rapporto tra di loro e spesso comunicanti, captati dal nuovo pozzo. Questi livelli danno origine ad una falda protetta, di tipo da confinato a semi-confinato, con direzione grosso modo concorde con l'andamento della falda superficiale, con livello piezometrico di -8,6 m dal p.c..

Non è stato tuttavia possibile ricostruire l'andamento della piezometria profonda per l'assenza di un numero adeguato di perforazioni profonde nell'area di interesse.

5. CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE

Il nuovo pozzo (all. 1) è stato eseguito con metodo a rotazione con circolazione inversa, utilizzando come fluido di circolazione essenzialmente una miscela di acqua e bentonite, senza additivi viscosizzanti. Come utensile di perforazione è stata utilizzata una punta triconica, con la quale si è ottenuto un diametro costante di 700 mm fino alla profondità di 130,0 m dal p.c., alla quale la trivellazione è stata interrotta.

La colonna pozzo messa in opera è in acciaio inox AISI 304 con spessore di 6 mm, ed ha diametro di 323 mm e profondità di 126,0 m dal p.c. ed è dotata di apposito fondello cieco. È stata posata coassialmente al perforo mediante l'impiego di idonei centralizzatori, e le giunzioni sono state effettuate mediante elettrosaldature di teste smussate per il 40% dello spessore. La tubazione è stata lasciata sporgente dal p.c. originario per una lunghezza di 0,7 m e la testa del pozzo è stata chiusa da flangia bullonata cieca.

In corrispondenza dei livelli più produttivi incontrati durante la perforazione sono state messe in opera tubazioni filtranti del tipo "a ponte" con luce di 1,5 mm, con le stesse specifiche della colonna cieca, per un totale di 22,0 metri, ripartiti nei tratti posti alle seguenti profondità dal p.c.:

- da 64,5 m a 70,5 m: primo tratto filtrante da 6,0 m;
- da 97,5 m a 106,5 m: secondo tratto filtrante da 9,0 m;
- da 110,2 m a 113,2 m: terzo tratto filtrante da 3,0 m;
- da 116,0 m a 120,0 m: quarto tratto filtrante da 4,0 m.

Il completamento dell'intercapedine tra la tubazione definitiva ed il perforo (anulus) è stato eseguito con le seguenti modalità a partire dal p.c.:

- da 0,0 m a 60,0 m: cementazione con boiacca di cemento;
- da 60,0 m a 62,0 m: tamponamento in bentonite sodica;
- da 62,0 m a 85,0 m: ghiaietto siliceo selezionato 2-3 mm;
- da 85,0 m a 89,0 m: tamponamento in bentonite sodica;
- da 89,0 m a 123,0 m: ghiaietto siliceo selezionato 2-3 mm;
- da 123,0 m a 126,0 m: ghiaia non selezionata.

La restante parte del perforo, da 126,0 m a 130,0 m, che è stata abbandonata in quanto non produttiva, è stata ritombata con ghiaia non selezionata. Nell'anulus del pozzo, ad una distanza di circa 15 cm dalla tubazione, si è inserito un tubicino piezometrico da 2" in PVC, posato fino alla profondità di 68 m dal p.c., così da impostarsi nel primo tratto filtrante, e sporgente circa 0,7 m, così da raccordarsi con la tubazione definitiva.

A stabilizzazione completa del livello della falda in produzione si è misurata una soggiacenza dal p.c. di 8,60 m (9,30 m dalla testa pozzo), mentre il livello statico della falda superficiale ha una soggiacenza di 3,45 m dal p.c..

La testa pozzo ed il tubicino di misura sono stati infine protetti mediante la posa di un pozzetto provvisorio prefabbricato in cls delle dimensioni di 1 m x 1 m x 1 m. La progettazione esecutiva delle opere necessarie all'adduzione delle acque dal pozzo ed al suo allacciamento alla rete idrica esistente, prevede la successiva realizzazione di una cabina di protezione della testa del pozzo e l'installazione delle apparecchiature idrauliche richieste a norma di legge (rubinetto per prelievo campioni, saracinesca e misuratore di portata) e necessarie a consentire l'emungimento delle acque captate.

Inizialmente il pozzo, autorizzato con Determina Provinciale per una portata massima di 15 l/s, verrà attrezzato con una pompa sommersa del tipo Caprari Serie E6XD50/10, con potenza di 7,5 kw (10 CV), in grado di fornire una portata di

esercizio di 7 l/s con prevalenza di 80 m. La pompa verrà installata ad una profondità di 30 m dal p.c., e la sua tubazione di mandata avrà un diametro di 2" ½. Questo quantitativo è attualmente sufficiente a garantire l'approvvigionamento idrico del Comune di Vaprio d'Agogna e consentirà, una volta collegato il pozzo alla rete esistente, di dismettere il vecchio pozzo oggetto di sostituzione. Poiché la ricerca idrica ha intercettato un buon quantitativo d'acqua, Acqua Novara.Vco sta valutando, come già prospettato nella *Relazione tecnica* di progetto, la possibilità di allacciare il nuovo pozzo anche alla rete di distribuzione idrica di Suno, operazione che richiede tuttavia alcuni adeguamenti alla rete esistente. Questo permetterebbe di implementare la fornitura attualmente garantita esclusivamente dal pozzo *Baraggiola*, e di risolvere così una situazione di potenziale criticità. In tal caso, una volta analizzata la fattibilità dell'intervento ed effettuato il collegamento, si provvederà ad aumentare il prelievo con portate prossime a quella massima autorizzata (15 l/s) e per la quale è stata accertata la compatibilità con l'assetto idrogeologico locale.

5.1. Stratigrafia dei terreni attraversati

Lo schema stratigrafico dei terreni attraversati durante la perforazione, riportato graficamente in all. 1, è riassunto nella tabella seguente (tab. 5.1).

Profondità dal p.c. [m]	Descrizione litologica
0,0 – 0,5	Terreno vegetale
0,5 – 1,3	Argilla scura
1,3 – 2,7	Argilla gialla sabbiosa con ghiaia
2,7 – 20,5	Ghiaia con ciottoli (anche grossolani) e sabbia giallastra
20,5 – 36,3	Argilla marrone sabbiosa con ciottoli
36,3 – 48,5	Argilla giallastra sabbiosa
48,5 – 62,2	Argilla grigia
62,2 – 64,3	Ghiaia con argilla
64,3 – 70,5	Ghiaia e ciottoli con sabbia
70,5 – 74,0	Ghiaia con sabbia e argilla giallastra
74,0 – 75,5	Argilla giallastra sabbiosa
75,5 – 90,8	Argilla giallastra compatta limosa
90,8 – 93,6	Ghiaia con tracce di argilla gialla sabbiosa
93,6 – 96,8	Argilla ocra sabbiosa
96,8 – 107,0	Ghiaia con ciottoli e sabbia
107,0 – 108,5	Argilla giallastra
108,5 – 110,2	Argilla grigia
110,2 – 113,2	Ghiaia con ciottoli e sabbia
113,2 – 115,5	Argilla grigia con tracce di torba
115,5 – 120,6	Ghiaia con ciottoli e sabbia grigia
120,6 – 122,1	Ghiaia con sabbia e argilla
122,1 – 123,5	Argilla sabbiosa
123,5 – 130,0	Argilla cenere limosa

6. PROVE DI POMPAGGIO

Per la caratterizzazione idrodinamica dell'acquifero captato, sono state eseguite una prova di pompaggio a portata variabile ed una prova di pompaggio a portata costante, mediante l'utilizzo della seguente strumentazione:

- pompa sommersa centrifuga multifase del diametro di 8" con potenza da 35 kw (prevalenza di 40 m con portata massima di 43 l/s), posta alla profondità di 32 m dal p.c.;
- tubazione di mandata Ø 168 mm, non flangiata, con giunti tipo Hagusta;
- saracinesca, per consentire la variazione la portata;
- contatore di volume tipo Woltmann, per la misura della portata;
- freatimetro con precisione centimetrica, per la misura del livello di falda.

6.1. Prova di pompaggio a gradini di portata

In data 02.10.2015 è stata eseguita una prova di pompaggio con n°4 gradini di portata della durata costante di 90', fatti protrarre fino a raggiungere una pseudo-stabilizzazione del livello idrodinamico nel pozzo, con la finalità di valutare le caratteristiche del complesso acquifero-opera di captazione. I valori misurati, riportati nel dettaglio in all. 2, sono rappresentati nel grafico di pagina seguente (fig. 6.1) e riportati in tab. 6.1.

Gradino di portata	Portata emunta Q [l/s]	Abbassamento s [m]	Portata specifica q _s [l/s/m]	Abbassamenti specifici s/Q [s/m ²]
1	11,2	1,95	5,744	174,107
2	19,3	3,69	5,230	191,192
3	28,8	6,02	4,784	209,028
4	43,0	10,26	4,191	238,605

Tab. 6.1 – Dati misurati e valori calcolati durante la prova a gradini di portata.

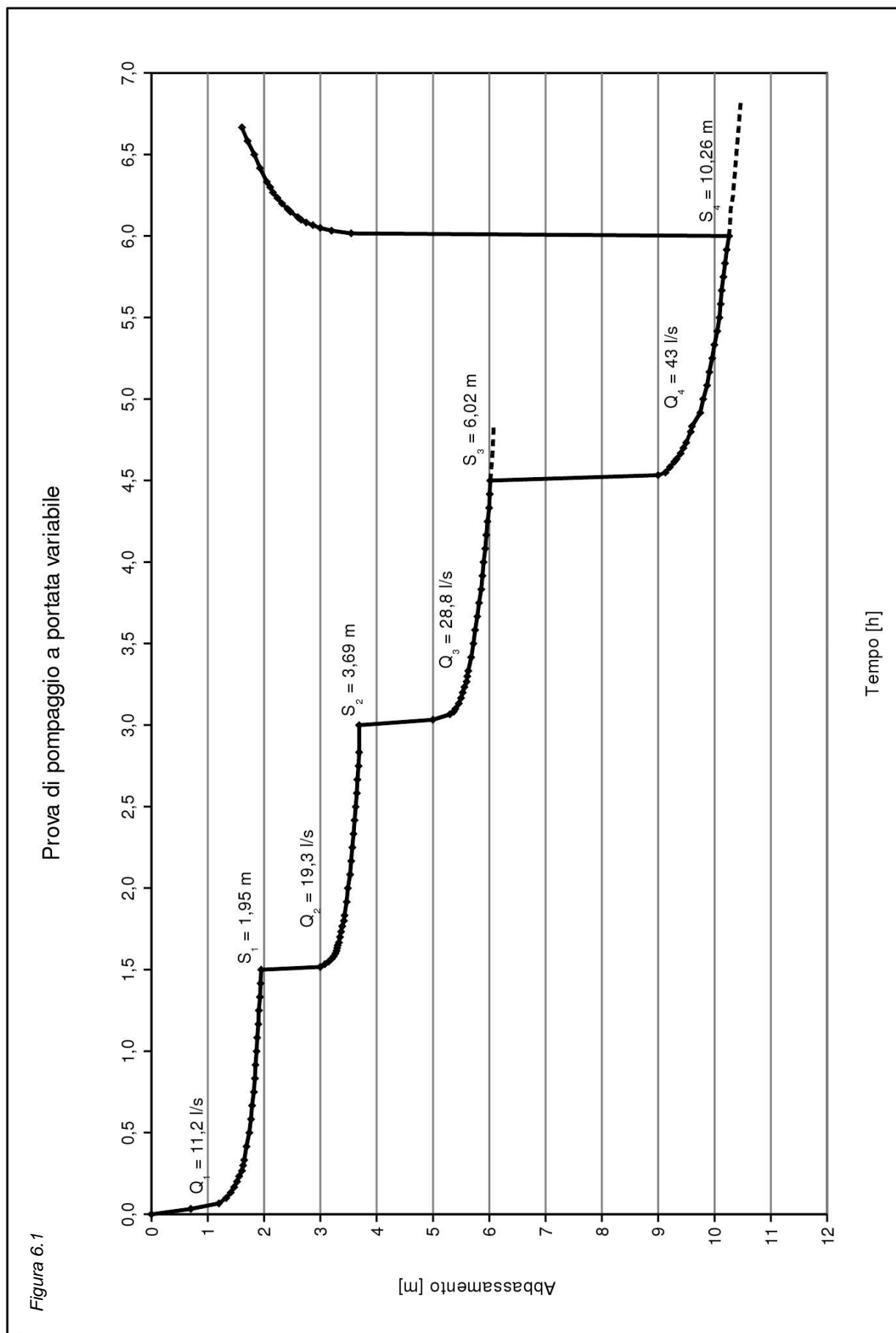
Mettendo in relazione le portate con i relativi abbassamenti del livello piezometrico si è ricavata la *curva caratteristica* del pozzo (fig. 6.2), una rappresentazione del rapporto esistente tra portate ed abbassamenti, quest'ultimi presi crescenti verso il basso.

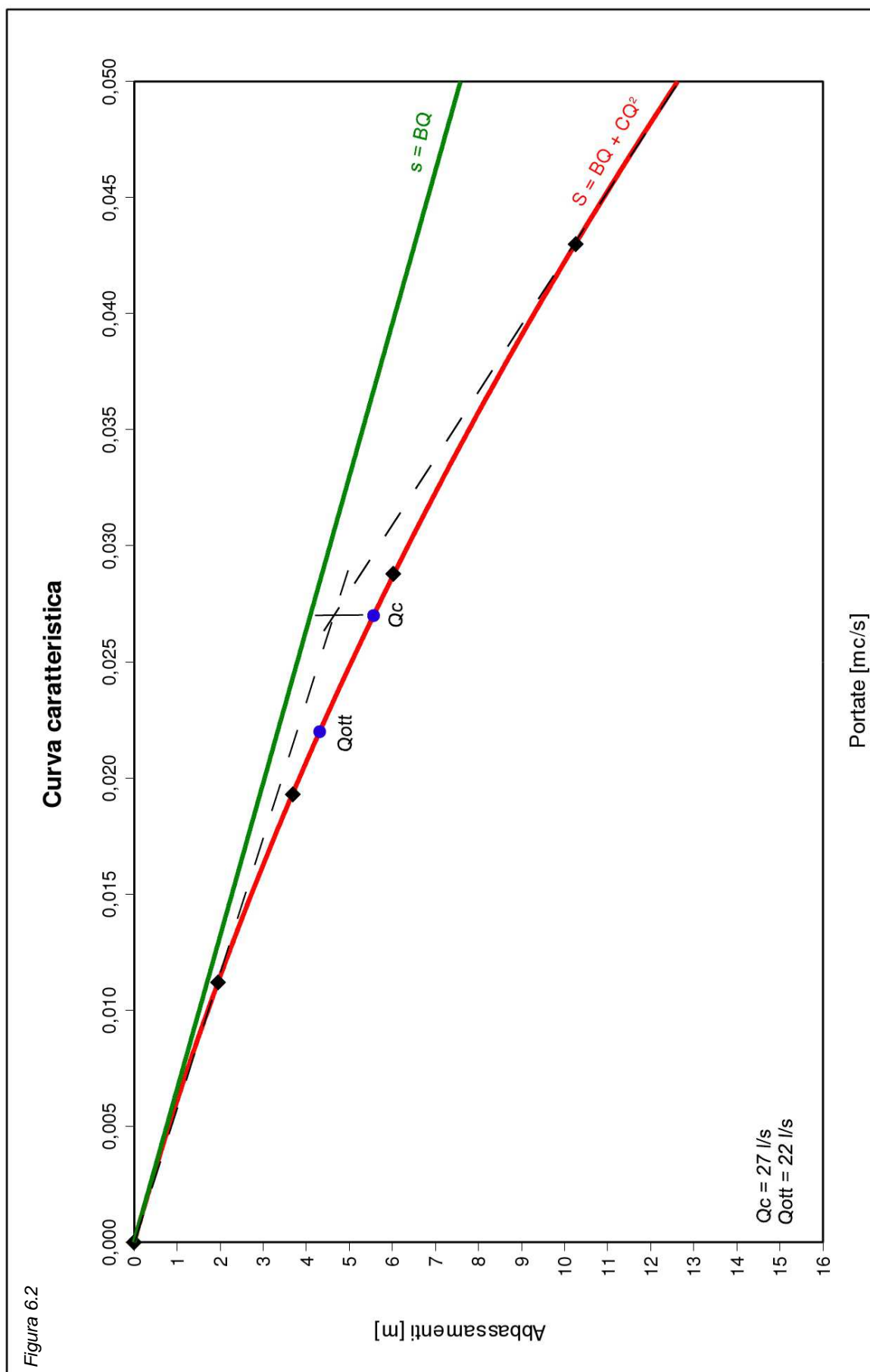
La curva teorica che meglio rappresenta i dati sperimentali è una parabola di secondo grado del tipo (Jacob 1947 e Rorabangh 1953):

$$s = BQ + CQ^2$$

dove:

- Q è la portata emunta;
- s è la depressione piezometrica corrispondente alla portata Q;
- B è un coefficiente di caduta piezometrica nell'acquifero che tiene conto delle perdite di carico lineari, dovute alla dissipazione di energia causata da forze viscosse per il movimento dell'acqua nella formazione acquifera verso il pozzo (*coefficiente delle perdite di formazione*);
- C è un coefficiente di caduta piezometrica in vicinanza e all'ingresso del pozzo che tiene conto delle perdite di carico quadratiche causate da forze di inerzia e da variazioni della quantità di moto (*coefficiente delle perdite di pozzo*).





Il calcolo delle perdite di carico è stato ottenuto mediante il metodo di Bierschenk (1963), attraverso il grafico *abbassamenti specifici-portate* riportato in fig. 6.3. Si può osservare come i dati sperimentali si dispongano lungo una linea retta, da cui si ottengono i seguenti valori:

$$B = 151,66 \text{ s/m}^2$$

$$C = 2.016,40 \text{ s}^2/\text{m}^5$$

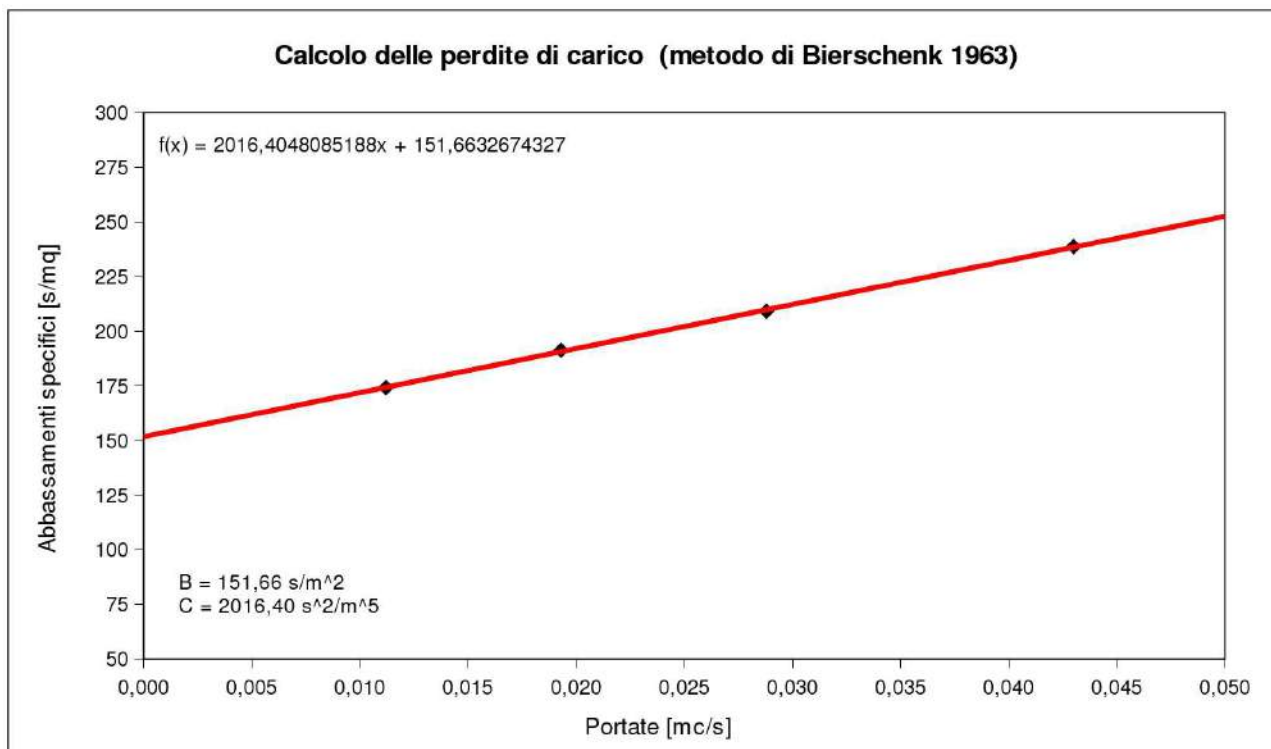


Fig. 6.3 – Calcolo delle perdite di carico.

Le portate specifiche calcolate sono comprese tra i 4 ed i 6 l/s, valori indice di una buona produttività dell'acquifero e, dal grafico *portate specifiche-abbassamenti* (fig. 6.4), è stata ricavata una *portata specifica relativa* Q_s , cioè la portata costante emunta che determina un abbassamento unitario (un metro) alla fine di un gradino di portata, pari a:

$$Q_s = 5,4 \text{ l/s/m}$$

Dall'esame della curva caratteristica del pozzo, con il metodo grafico delle tangenti è stata determinata la *portata critica* Q_c , cioè il prelievo idrico oltre il quale si innescano fenomeni di moto turbolento, e di conseguenza abbassamenti in pozzo, così elevati da non essere più sostenibili dal complesso acquifero-opera di captazione, che è risultata pari a:

$$Q_c = 27 \text{ l/s}$$

da cui si è definita una portata ottimale Q_{ott} , pari a:

$$Q_{ott} = 22 \text{ l/s}$$

A questa portata corrisponde un valore di efficienza, dato dall'equazione di Jacob (1946) pari a:

$$WE = \left(\frac{BQ}{BQ + CQ^2} \right) 100 = 77,37 \%$$

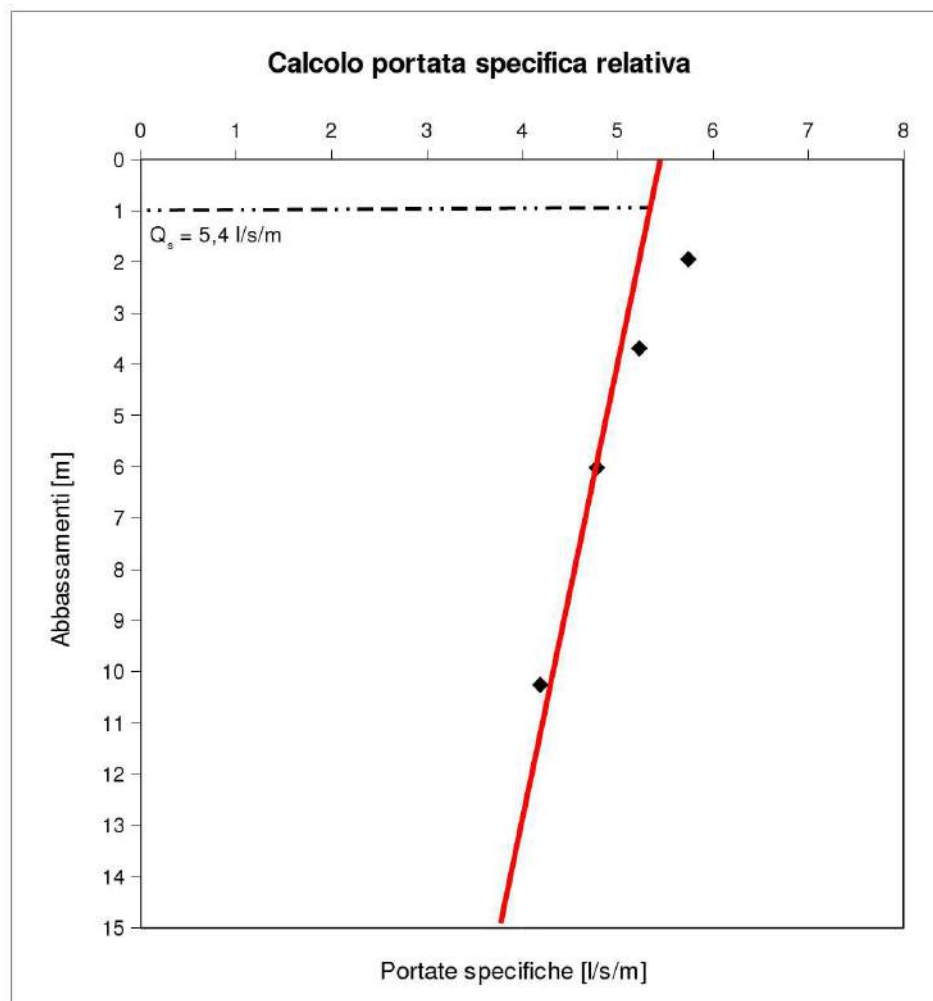


Fig. 6.4 – Calcolo portata specifica relativa.

Dall'analisi dell'andamento dei valori delle portate specifiche con la portata e dal valore del parametro C calcolato, si evince come il pozzo sia stato correttamente sviluppato.

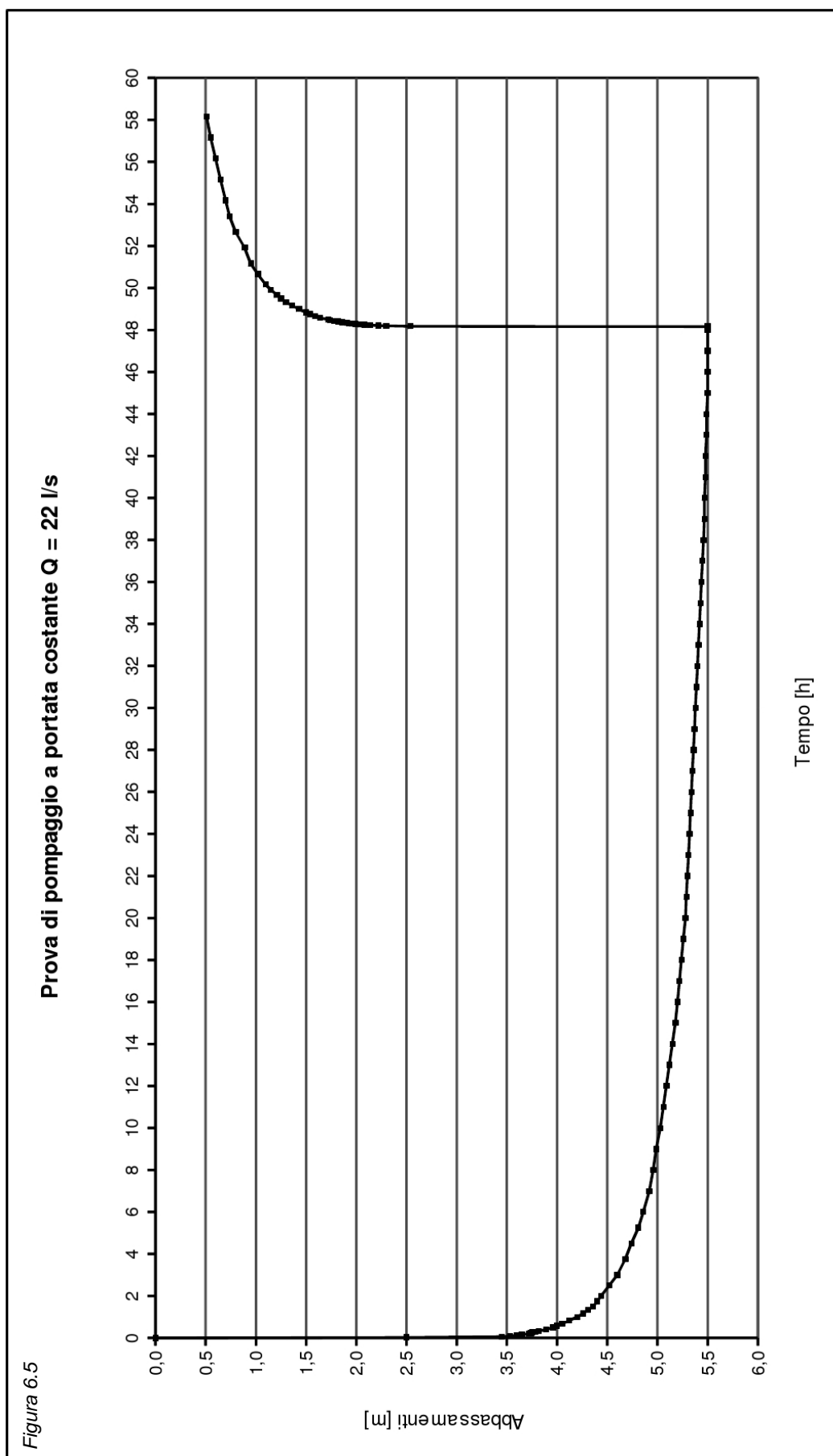
Questo è confermato dal calcolo dell'indice di turbolenza TIM (Turbulence Index Method secondo l'equazione di Gorla (2004,2005) che alla portata ottimale, considerando la completa stabilizzazione del livello che si è avuta durante la prova a portata costante all'abbassamento $s = 5,5 \text{ m}$, restituisce un valore di:

$$T.I. = \left[\frac{(CQ^2)}{s} \right] 100 = 17,74 \%$$

a cui corrispondono "perdite di carico per flusso turbolento limitate, pozzo efficiente".

6.2. Prova di pompaggio a portata costante

La prova, che ha la finalità di indagare le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato, è stata eseguita tra il 5 ed il 7 ottobre 2015, ed è consistita in una fase di pompaggio, con portata costante di 22 l/s, per la durata di 48 h e 10', nel corso della quale si sono misurati gli abbassamenti del livello idrico nel pozzo, seguita ad una fase di spegnimento della pompa dove si sono misurati gli innalzamenti del livello fino al recupero del 90% del livello statico originario. I valori misurati sono riportati nel dettaglio in all. 2 e rappresentati nei seguenti grafici (fig. 6.5, 6.6 e 6.7).



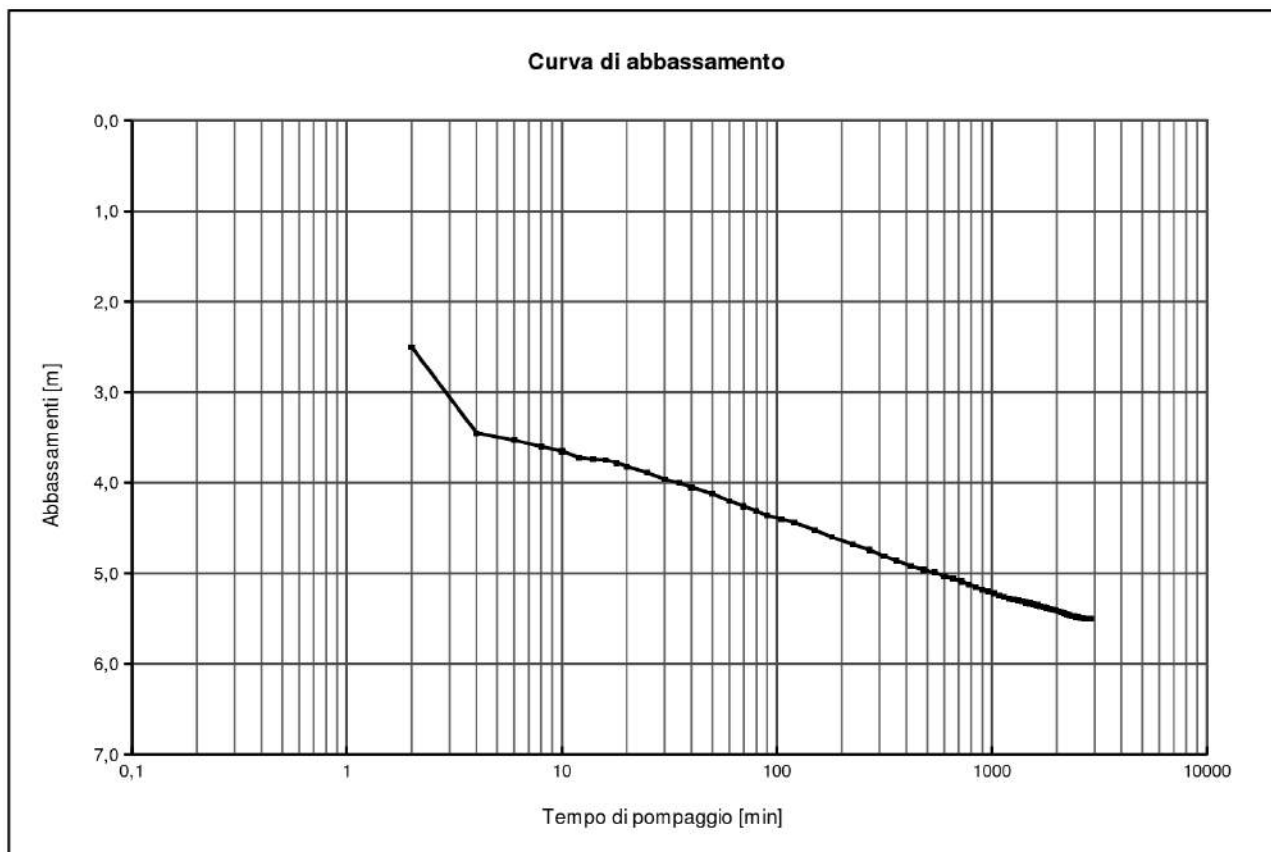


Fig. 6.6 – Curva di abbassamento.

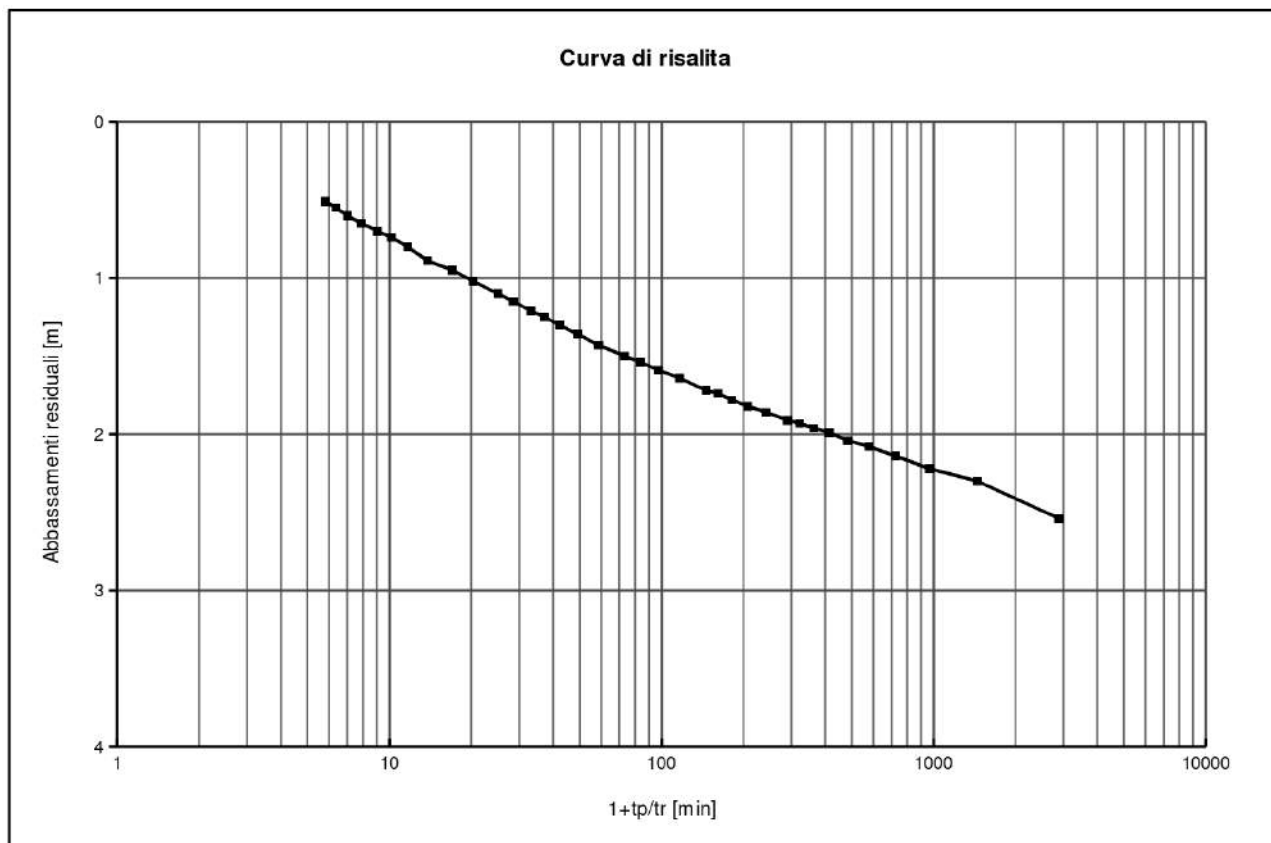


Fig. 6.7 – Curva di risalita.

Dal confronto delle curve ottenute (figg. 6.6 e 6.7) con quelle tipo (Forkasiewicz, 1969), si evince come l'acquifero captato sia di tipo confinato e come il recupero del 90% del livello statico si è avuto dopo 9 ore, indice di una discreta ricarica dell'acquifero.

6.2.1. Prova a portata costante in discesa

L'analisi dei risultati ottenuti è stata eseguita in regime transitorio, utilizzando la tecnica analitica di Cooper-Jacob (1946), una semplificazione del metodo di Theis applicabile agli acquiferi confinati, basata sulla seguente espressione:

$$s = \left(\frac{2,3 Q}{4 \pi T} \right) \log \left(\frac{2,25 T t}{S r^2} \right)$$

dove:

- s è l'abbassamento del livello idraulico misurato alla distanza r ed al tempo t ;
- Q è la portata costante di emungimento, qui pari a 0,022 m³/s;
- T è la trasmissività dell'acquifero;
- S è il coefficiente d'immagazzinamento dell'acquifero.

Ponendo i dati misurati su un diagramma semilogaritmico (fig. 6.8) *tempi-abbassamenti*, la trasmissività ed il coefficiente di immagazzinamento sono forniti dalle seguenti uguaglianze:

$$T = \frac{2,3 Q}{4 \pi \Delta s}$$

$$S = \frac{2,25 T t_o}{r^2}$$

dove:

- Δs è l'abbassamento per un ciclo logaritmico del tempo, qui pari a 0,81 m;
- t_o è il tempo di intercetta per $s = 0$, qui pari a 0,0004';
- r è la distanza pozzo-piezometro o il raggio del pozzo, qui pari a 16 cm.

Si sono così ottenuti i seguenti valori:

$$T = \frac{2,3 \times 0,022}{4 \pi 0,81} = 4,97 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

$$S = \frac{2,25 \times 4,97 \times 10^{-3} \times 0,0004}{0,16^2} = 1,75 \times 10^{-4}$$

6.2.2. Prova a portata costante in discesa

La trasmissività dell'acquifero è stata calcolata, come confronto, anche utilizzando la curva di risalita mediante il metodo di Theis-Jacob che consiste nel riportare i valori misurati in un grafico (fig. 6.9) con in ordinata i valori dell'abbassamento residuo s' (in scala lineare), ed in ascissa il tempo espresso come il rapporto tra il tempo totale di pompaggio t diviso per il tempo a partire dall'arresto della pompa (in scala logaritmica).

La trasmissività è data dalla seguente espressione, dove $\Delta s'$ è l'abbassamento residuo per ciclo logaritmico qui calcolato pari a 0,82 m:

$$T = \frac{2,3 Q}{4 \pi \Delta s'} = \frac{2,3 \times 0,022}{4 \pi 0,82} = 4,91 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

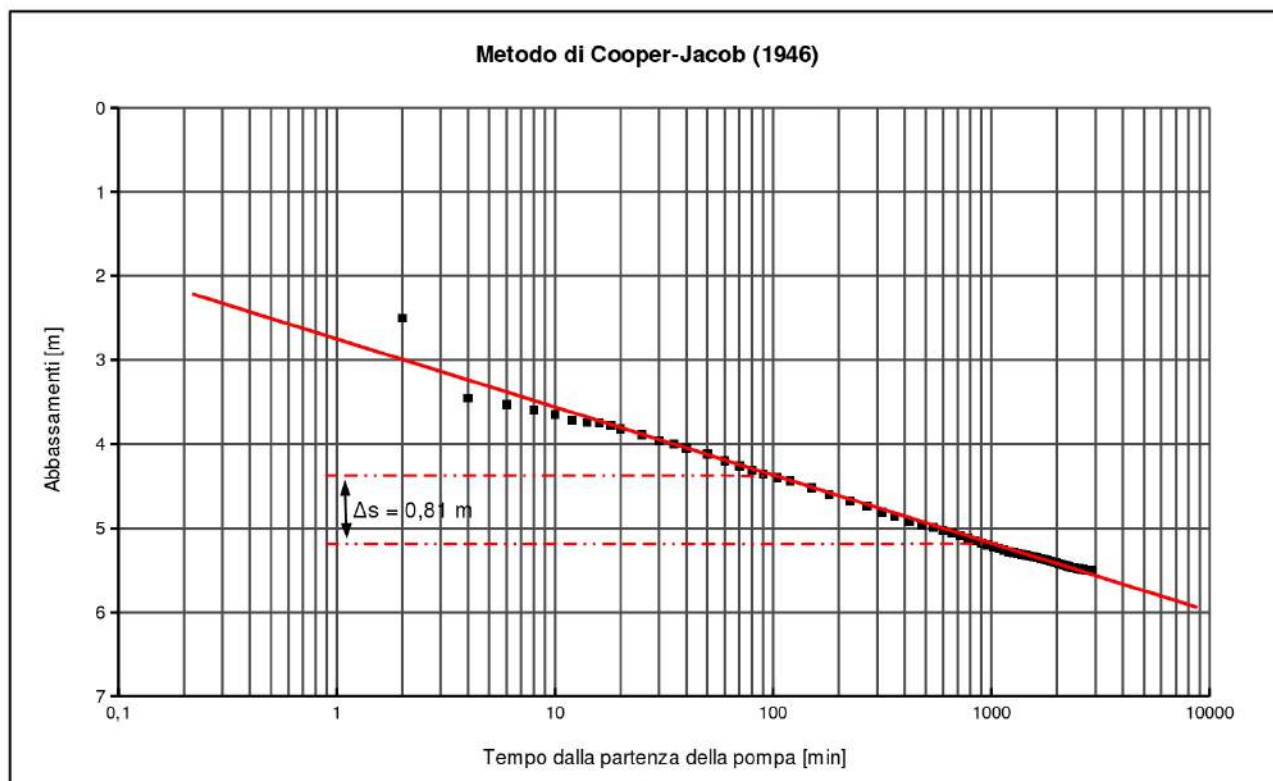


Fig. 6.8 – Interpretazione della curva di abbassamento.

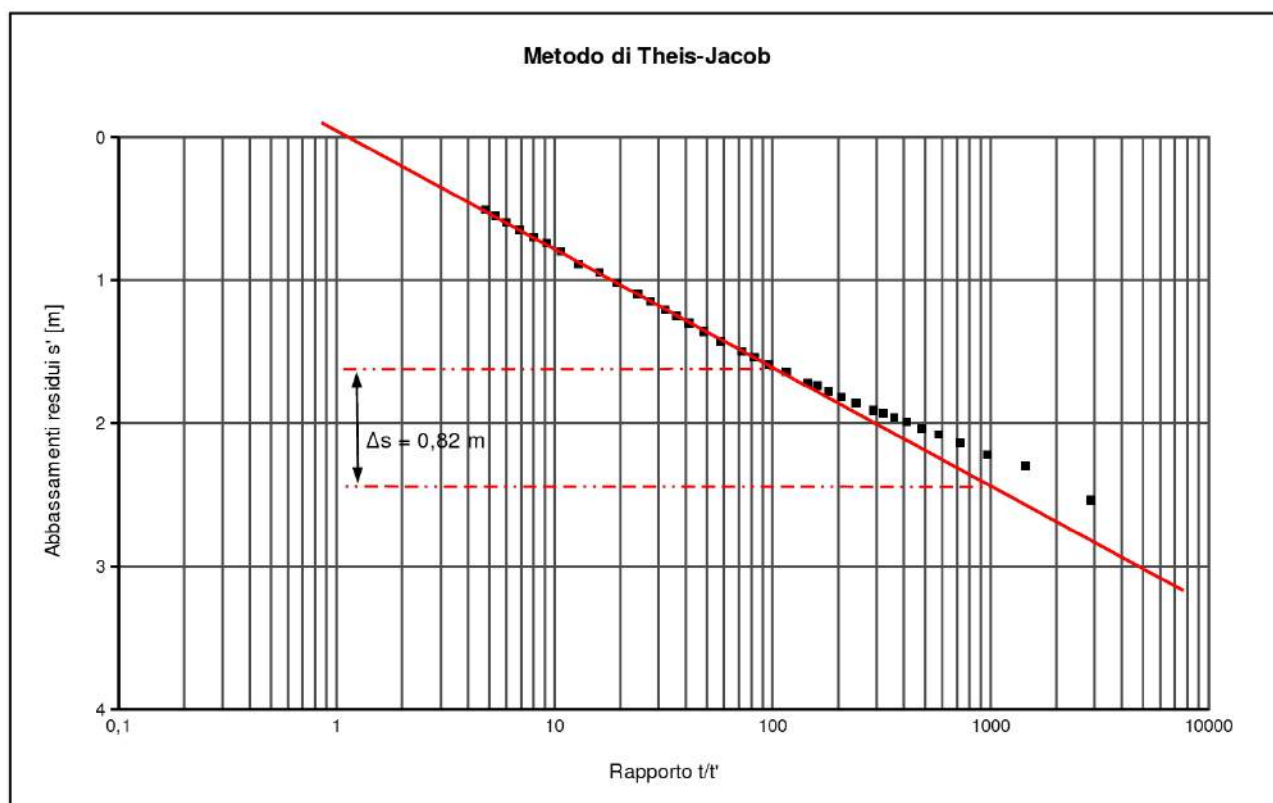


Fig. 6.9 – Interpretazione della curva di risalita.

Il valore ottenuto è del tutto confrontabile con quello determinato dall'interpretazione della curva di abbassamento, che è inoltre compatibile con il grado di produttività del pozzo.

7. CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DELL'ACQUIFERO CAPTATO E DEL SISTEMA POZZO-ACQUIFERO

7.1. Parametri idrogeologici dell'acquifero captato

I risultati ottenuti dalle prove di pompaggio (cap. 6) hanno confermato il carattere confinato degli orizzonti acquiferi captati, ai quali è possibile attribuire i seguenti valori di trasmissività (T) e di coefficiente di immagazzinamento (S):

$$T = 4,97 \times 10^{-3} m^2/s$$

$$S = 1,75 \times 10^{-4}$$

da cui si ricava una conducibilità idraulica (k) pari a:

$$k = \frac{T}{b} = \frac{4,97 \times 10^{-3}}{24,5} = 2,03 \times 10^{-4} m/s$$

dove b è lo spessore dell'acquifero captato.

7.2. Parametri idraulici del sistema pozzo-acquifero

Alla luce dei risultati ottenuti dalla prova di pompaggio a gradini di portata (par. 6.1) è possibile attribuire i seguenti parametri:

Portata critica:	$Q_c = 27 \text{ l/s}$
Portata ottimale:	$Q_{ott} = 22 \text{ l/s}$
Portata specifica relativa:	$Q_s = 5,4 \text{ l/s/m}$
Coefficiente delle perdite di formazione:	$B = 151,66 \text{ s/m}^2$
Coefficiente delle perdite di pozzo:	$C = 2.016,40 \text{ s}^2/\text{m}^5$

Inoltre, in funzione della portata ottimale ($Q_{ott} = 22 \text{ l/s}$) o della portata massima del pozzo ($Q_{max} = 15 \text{ l/s}$), si ricavano i seguenti valori:

	Q_{ott}	Q_{max}
Efficienza del pozzo WE	WE = 77,37%	83,37%
Indice di turbolenza TI	TI = 17,74%	8,25%
Raggio di influenza	R = 395 m	235 m

Il raggio di influenza del pozzo (R) è stato determinato attraverso la formula di Dupuit (1863) valida per falda confinata:

$$R = e^{\left(2\pi \frac{(H-h)T}{Q} + \ln r\right)}$$

dove:

- H è il livello statico nel pozzo;
- h è il livello dinamico nel pozzo;
- r è il raggio del pozzo.

8. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO CAPTATO

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi consiste nella *“susceptibilità specifica dei sistemi acquiferi, nelle loro diverse parti componenti e nelle situazioni geometriche e idrodinamiche, ad ingerire e diffondere, anche mitigandone gli effetti, un inquinante fluido o idroveicolato tale da produrre impatto sulla qualità dell’acqua sotterranea nello spazio e nel tempo”* (Civita, 1987).

La valutazione del grado di vulnerabilità intrinseca del primo livello captato dal pozzo, fissato cautelativamente a 62,2 m di profondità dal p.c., è stata determinata con le seguenti metodologie:

- il metodo di valutazione di tipo parametrico G.O.D. (Foster et alii, 2002);
- il metodo proposto da De Luca – Verga (1991).

Metodo G.O.D. (Foster et alii, 2002)

Il metodo G.O.D. valuta la vulnerabilità intrinseca di un acquifero come il prodotto dei seguenti fattori:

- Groundwater confinement (G): grado di confinamento dell’acquifero;
- Overlaying strata (O): caratteristiche litologiche e grado di coesione delle rocce della zona non satura (per gli acquiferi non confinati) e dei livelli confinanti a tetto (per gli acquiferi confinati);
- Depth to groundwater table (D): soggiacenza della falda a superficie libera nel caso di acquifero non confinato o tetto dell’acquifero per gli acquiferi confinati.

Il primo livello acquifero captato è di tipo confinato, poiché protetto in superficie da uno strato di 62,2 m di terreno, del quale 25,9 m è riconducibile a litotipi impermeabili o a bassa permeabilità come argille e argille sabbiose. A questo grado di confinamento corrisponde un valore di G pari a 0,20.

Il valore O relativo alle caratteristiche litologiche dei livelli confinanti a tetto del primo acquifero captato è stato stimato sulla base della seguente relazione:

$$O = \sum \frac{(V \cdot S)}{S_{ZNS}}$$

dove:

- V è il valore del parametro O relativo ad ogni livello, sulla base dei valori tabellati forniti dagli Autori per le differenti litologie;
- S è lo spessore del singolo livello;
- S_{ZNS} è lo spessore della zona non satura, cioè lo spessore di terreno compreso tra il tetto del primo acquifero ed il piano campagna, qui pari a 62,2 m.

Il procedimento di calcolo del parametro O, mediante media ponderale, è riportato nella tabella seguente (tab. 8.1).

Profondità dal p.c. [m]	Descrizione litologica	S [m]	O
0,0 – 0,5	Terreno vegetale	0,5	0,60
0,5 – 1,3	Argilla scura	0,8	0,40
1,3 – 2,7	Argilla gialla sabbiosa con ghiaia	1,4	0,70
2,7 – 20,5	Ghiaia con ciottoli e sabbia giallastra	17,8	0,80
20,5 – 36,3	Argilla marrone sabbiosa con ciottoli	15,8	0,70
36,3 – 48,5	Argilla giallastra sabbiosa	12,2	0,45
48,5 – 62,2	Argilla grigia	13,7	0,40
Media ponderale			0,61

Tab. 8.1 – Calcolo del parametro O mediante media ponderale.

Lo spessore del tetto del primo acquifero captato è di 62,2 m, a cui corrisponde un valore di D pari a 0,60.

In conclusione, la vulnerabilità intrinseca può essere valutata mediante l'Indice G.O.D., espresso dal prodotto dei tre indici numerici corrispondenti ai parametri precedentemente elencati:

$$\text{Indice G.O.D.} = G \times O \times D = 0,20 \times 0,61 \times 0,60 = 0,073$$

Il valore ottenuto corrisponde ad una vulnerabilità definita dagli Autori come di tipo "trascurabile", in quanto inferiore al valore soglia di 0,100.

Metodo De Luca – Verga (1991)

Il metodo di De Luca – Verga, di tipo qualitativo, propone di distinguere tre differenti tipi di vulnerabilità dell'acquifero:

1. vulnerabilità verticale;
2. vulnerabilità orizzontale;
3. vulnerabilità complessiva.

La vulnerabilità verticale rappresenta la facilità con cui l'acquifero può essere raggiunto da un inquinante immesso dalla superficie del suolo, e dipende quindi dalle caratteristiche litostratigrafiche ed idrogeologiche della zona non satura. Il parametro più adatto a quantificarne il grado è rappresentato dal tempo teorico di arrivo di un eventuale inquinante in falda, che può essere calcolato, considerando a favore della sicurezza il terreno tra superficie e falda completamente saturo, tramite la relazione:

$$t_a = \frac{S}{V_i}$$

dove:

- t_a è il tempo di arrivo;
- S è la soggiacenza o, negli acquiferi confinati, lo spessore delle formazioni di tetto;
- V_i è la velocità di infiltrazione, numericamente uguale alla permeabilità K poiché cautelativamente il gradiente idraulico viene posto pari ad 1, cioè in condizioni di saturazione.

Il calcolo del tempo di arrivo per infiltrazione verticale al primo livello acquifero

captato è riportato nella tabella seguente (tab. 8.2), dove per l'attribuzione della permeabilità ai singoli strati ci si è riferiti a valori di letteratura forniti dagli Autori (rif. Domenico e Schwartz, 1990) in funzione delle caratteristiche granulometriche dei depositi presenti.

CALCOLO DEL TEMPO DI ARRIVO IN FALDA (VULNERABILITÀ VERTICALE)				
Profondità dal p.c. [m]	Descrizione litologica	S [m]	K [m/s]	Tempo di arrivo [anni]
0,0 – 0,5	Terreno vegetale	0,5	$1,0 \times 10^{-6}$	$1,59 \times 10^{-2}$
0,5 – 1,3	Argilla scura	0,8	$1,0 \times 10^{-7}$	$2,54 \times 10^{-1}$
1,3 – 2,7	Argilla gialla sabbiosa con ghiaia	1,4	$1,0 \times 10^{-6}$	$4,44 \times 10^{-2}$
2,7 – 20,5	Ghiaia con ciottoli e sabbia	17,8	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,88 \times 10^{-4}$
20,5 – 36,3	Argilla marrone sabbiosa con ciottoli	15,8	$1,0 \times 10^{-6}$	$5,11 \times 10^{-1}$
36,3 – 48,5	Argilla giallastra sabbiosa	12,2	$5,0 \times 10^{-8}$	$7,55 \times 10^0$
48,5 – 62,2	Argilla grigia	13,7	$2,0 \times 10^{-9}$	$2,17 \times 10^2$
Tempo di arrivo totale				226 anni

Tab. 8.2 – Calcolo del tempo di arrivo in falda (vulnerabilità verticale).

Al tempo di arrivo calcolato corrisponde un grado di vulnerabilità “molto basso”, così come definito dagli Autori per valori superiori ai 20 anni.

La vulnerabilità orizzontale rappresenta invece la facilità con cui l'acquifero può diffondere un eventuale inquinante che l'abbia raggiunto, attraverso un percorso prevalentemente orizzontale. Il parametro più adatto a quantificarne il grado è rappresentato dalla velocità di deflusso delle acque sotterranee, che può essere calcolata con la ben nota relazione:

$$v = \frac{k \cdot i}{n_e} 3,15 \cdot 10^4$$

dove:

- v è la velocità in km/anno;
- k è la conducibilità idraulica dell'acquifero in m/s;
- i è il gradiente idraulico;
- n_e è la porosità efficace dell'acquifero.

Il calcolo della velocità di deflusso delle acque sotterranee è riportato nella tabella seguente (tab. 8.3).

CALCOLO DELLA VELOCITÀ DI DEFLUSSO (VULNERABILITÀ ORIZZONTALE)		
Conducibilità idraulica	Da prove di pompaggio	$2,03 \times 10^{-4}$ m/s
Gradiente idraulico	Cautelativamente è stato assunto il valore relativo alla falda superficiale	0,008
Porosità efficace	Da letteratura, in funzione della litologia	0,30
Velocità di deflusso		0,17 km/anno

Tab. 8.3 – Calcolo della velocità di deflusso (vulnerabilità orizzontale).

Alla velocità di deflusso di 0,17 km/anno corrisponde un grado di vulnerabilità “medio”, così come definito dagli Autori per valori compresi tra 0,1 e 1 km/anno.

La vulnerabilità complessiva tiene infine conto sia della protezione eventualmente offerta dalla zona non satura (vulnerabilità verticale), sia della facilità con cui l'inquinante può trasmettersi nell'acquifero (vulnerabilità orizzontale), e può essere quantificata tramite la seguente relazione:

$$V_c = \frac{v}{t_a}$$

dove:

- V_c è la vulnerabilità complessiva;
- v è la velocità di deflusso delle acque sotterranee, in km/anno;
- t_a è il tempo di arrivo di un inquinante attraverso il non saturo, in anni.

Il calcolo della velocità complessiva è riportato nella tabella seguente (tab. 8.4).

CALCOLO DELLA VULNERABILITÀ COMPLESSIVA	
Velocità di deflusso delle acque sotterranee	0,17 km/anno
Tempo di arrivo di un inquinante attraverso il non saturo	226 anni
Vulnerabilità complessiva	$7,5 \times 10^{-4}$ km/anno²

Tab. 8.4 – Calcolo della vulnerabilità complessiva dell'acquifero captato.

Al questo valore di vulnerabilità complessiva corrisponde un grado di vulnerabilità “molto basso”, così come definito dagli Autori per valori $< 10^{-3}$ km/anno².

9. INDAGINI SUI CENTRI DI PERICOLO

Con riferimento alla lista di controllo riportata al punto 6 dell'Allegato A del D.P.R. 11 dicembre 2006 n. 15/R è stato condotto un censimento dei centri di pericolo potenziale presenti sul territorio, intesi come attività, insediamenti e manufatti in grado di costituire direttamente o indirettamente fattori certi o potenziali di degrado della qualità delle acque, con attenzione particolare all'area compresa nel raggio di 200 m dal pozzo. I risultati dell'indagine sono stati riportati cartograficamente in tav. 6, e vengono riassunti nella tabella di pagina seguente (tab. 9.1).

Come si può osservare, i maggiori elementi di rischio sono rappresentati dall'uso del suolo per attività agrosilvicolture, che interessano la gran parte del territorio, con potenziale contaminazione del sottosuolo per infiltrazione dalla superficie topografica di sostanze inquinanti legate all'esercizio di queste attività.

Si segnala inoltre la presenza di un pozzo superficiale, della profondità di qualche metro, circa 30 m più a Sud-Est del nuovo pozzo, la cui presenza non era stata riscontrata in fase progettuale.

Acqua Novara.Vco S.p.A.

Sostituzione pozzo ad uso idropotabile mediante trivellazione nuovo pozzo in Via Baraggiola, a Vaprio d'Agogna (No)
Dimensionamento aree di salvaguardia

Gruppo	Codice	Descrizione	Rischio principale connesso
1		Attività agricole e di verde pubblico	
1	A	Centri aziendali con allevamenti zootecnici	Attività passibile di gestioni scorrette, con rischio di contaminazione di acque superficiali e sotterranee
1	B	Centri di stoccaggio e prima lavorazione di prodotti agricoli (senza allevamento)	Rischio di contaminazione per fuoriuscita acque reflue di lavorazione in seguito a rottura o lesioni di manufatti e/o delle opere di impermeabilizzazione
1	C	Esercizio di attività agrosilvicolurali e mantenimento di impianti di verde	Contaminazione per infiltrazione dalla superficie topografica
2		Opere igienico-sanitarie e scarichi acque reflue	
2	A	Aree non allacciate alla pubblica fognatura	Smaltimento sul suolo o negli strati superficiali del sottosuolo, con preventivo trattamento in fossa biologica e/o imhoff. Fuoriuscita di liquami, con possibile contaminazione.
2	D	Reti e collettori fognari	Rischio di contaminazione per lesioni, rotture o perdite dei manufatti di accumulo, trattamento, collettamento.
2	G	Scarico in acque superficiali previo trattamento biologico e/o chimico fisico	Contaminazione dell'acquifero per eventuale infiltrazione dal fondo del recettore
3		Attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi	
3	B	Centri di raccolta e/o lavaggio veicoli	Rischio di sversamenti e dilavamento di sostanze nocive
3	E	Aree destinate ad attività produttive, artigianali e commerciali	Aree potenzialmente soggette all'incremento complessivo dei centri di pericolo
3	I	Centrali per lo smistamento dell'energia (metano)	Rischio di rottura degli stoccaggi, specie se interrati. Rischio di contaminazione per dilavamento degli eventuali sversamenti accidentali, o connessi alla gestione dell'attività
3	M	Servizi cimiteriali con inumazioni interrate	Contaminazione per infiltrazione di prodotti di decomposizione
4		Infrastrutture ed aree edificate	
4	B	Parcheggi	Ricaduta laterale di agenti inquinanti aerodispersi, con possibile infiltrazione dalla superficie topografica, di pericolosità variabile in relazione al grado di protezione naturale e all'intensità del traffico.
4	E	Viabilità principale	Dilavamento di sostanze antigelive. Rischio di sversamenti accidentali o dolosi di sostanze nocive.
4	F	Metanodotti	Rischio connesso a perdite e/o rottura con conseguente fuoriuscita di materiali pericolosi.
5		Pozzi ad uso diverso dall'idropotabile	
5	B	Pozzi industriali a servizio di insediamenti produttivi e pozzi agricoli	Rischio di costituire, in caso di abbandono e/o mancato presidio, via preferenziale per eventuali sversamenti anche dolosi.

Tab. 9.1 – Centri di potenziale pericolo.

Dimensionamento delle aree di salvaguardia

10. DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Il dimensionamento delle aree di salvaguardia del nuovo pozzo idropotabile ha la finalità di proteggere la risorsa idrica captata, ed è stato effettuato mediante l'utilizzo di criteri scientifici basati sulla modellazione idrogeologica precedentemente effettuata e sulle condizioni di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero (rif. capp. 7 e 8).

10.1. Metodologia di calcolo

Le aree di salvaguardia, ai sensi della normativa vigente, si articolano in:

- zona di tutela assoluta (ZTA);
- zona di rispetto ristretta (ZRR);
- zona di rispetto allargata (ZRA).

La zona di tutela assoluta (ZTA) è la porzione di terreno immediatamente circostante l'opera di captazione, da adibirsi esclusivamente all'opera stessa ed alle collegate infrastrutture di servizio, ed è stata stabilita con criterio geometrico, in un'area circolare con estensione di 10 m di raggio.

La zona di rispetto è stata individuata utilizzando il criterio cronologico, che consiste nel dimensionare l'area in funzione del tempo, considerato come "*tempo di sicurezza*", impiegato dall'acqua a percorrere un determinato spazio per giungere alla captazione. La zona di rispetto è stata suddivisa ulteriormente in zona di rispetto ristretta (ZRR), comprendente l'area inviluppata dall'isocrona di 60 giorni, e in zona di rispetto allargata (ZRA), comprendente l'area esterna alla zona di rispetto ristretta inviluppata dall'isocrona corrispondente al tempo di sicurezza definito, per il basso grado di vulnerabilità intrinseca del primo orizzonte acquifero captato (rif. cap. 8), in 180 giorni.

Per il calcolo di dimensionamento delle isocrone è stato utilizzato un valore di portata di 0,015 m³/s (pari a 15,0 l/s), relativo alla portata massima di esercizio autorizzata. Inoltre, per completezza dello studio, è stata calcolata anche l'isocrona di 365 giorni.

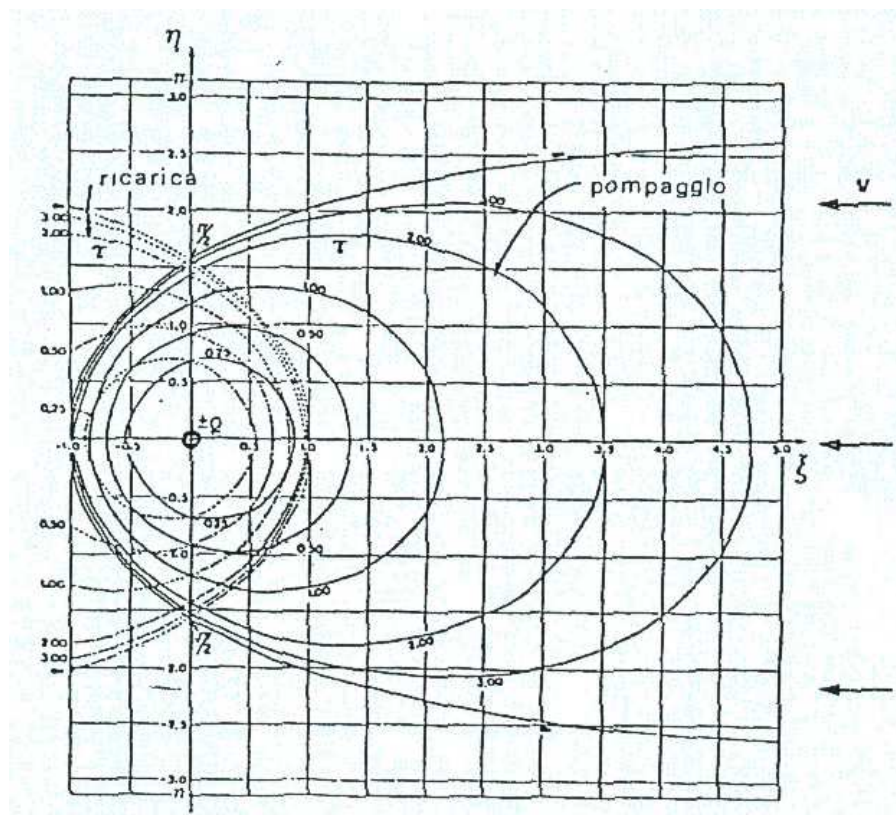
Il calcolo delle isocrone è stato eseguito adottando il metodo di Bear per falda inclinata (1979), così come proposto da G.P. Beretta (1992) e V. Francani (1997), valido per acquiferi omogenei ed isotropi.

Il metodo permette di ricostruire la deformazione del reticolo di flusso data dalla sovrapposizione di un flusso uniforme, dato dal moto proprio della falda sotterranea, con un flusso radiale, generato dal pompaggio del pozzo, che è esplicitata da una funzione analitica complessa, mediante l'utilizzo del seguente abaco, basato sui seguenti parametri adimensionali:

$$- \xi = \frac{2\pi b v}{Q} x$$

$$- \eta = \frac{2\pi b v}{Q} y$$

$$- \tau = \frac{2\pi b v^2}{n_e Q} t$$



dove:

- b è lo spessore dell'acquifero;
- v è la velocità darciana della falda, data da $v = k i$
- dove k la conducibilità idraulica della falda;
- i è il gradiente idraulico della falda;
- Q è la portata del pozzo;
- n_e è la porosità efficace dell'acquifero;
- t è il tempo considerato;
- x e y sono le coordinate dei punti considerati.

L'influenza del pompaggio si trasmette a valle fino al "punto di stagnazione" A di coordinate $(x_s, 0)$, e a monte coinvolge le linee di flusso comprese nella larghezza F del "fronte di alimentazione"; la relazione tra i due parametri è la seguente:

$$F = 2\pi x_s = \frac{Q}{Ti}$$

Orientando il sistema di riferimento con l'asse x lungo la linea di flusso passante per il pozzo, è così possibile utilizzare l'abaco per ricostruire le isocrone relative ai tempi considerati.

Il calcolo è stato eseguito analiticamente per gli otto punti più significativi delle curve, mentre il loro andamento complessivo è stato ricostruito graficamente mediante l'utilizzo del modello semi-analitico Whpa (Wellhead Protection Area

Model) elaborato dall'EPA (United States Environmental Protection Agency, 1993).

10.2. Dati di input

Per quanto concerne i dati relativi alle caratteristiche di deflusso della falda captata si è fatto riferimento alla conoscenza dell'assetto idrogeologico locale ed ai risultati della caratterizzazione idrodinamica riportata al cap. 7.

I livelli acquiferi captati dal pozzo sono di tipo confinato, come approfonditamente discusso nei capitoli precedenti, e costituiti principalmente da ghiaie con ciottoli e sabbie, per uno spessore complessivo (b), dato dalla somma dei livelli acquiferi incontrati dalla perforazione, di 24,5 m.

Il valore di porosità efficace è stato assunto pari a 0,30 sulla base di valori di letteratura riferiti a granulometrie simili (rif. Morris e Johnson 1967, McWhorter e Sunada 1977, Heath 1983, Devinny et al. 1990, Salonen et al. 2002).

In mancanza di conoscenze sulle caratteristiche piezometriche della falda profonda captata per l'assenza di adeguati punti di monitoraggio, si sono applicate le seguenti condizioni cautelative prescritte dal p.to 2.4.1 dell'Allegato A del D.P.R. 11.12.2006 n.15/R:

- come gradiente idraulico sono stati utilizzati due valori distinti, uno relativo al gradiente della falda libera nell'immediato intorno a monte del pozzo idropotabile, pari a 0,008, e successivamente un altro valore cautelativo assunto pari a 0,0001, ed è stato considerato l'involuppo delle isocrone tracciate con entrambi i valori;
- come direzione di deflusso è stata assunta quella della falda libera nell'immediato intorno a monte del pozzo idropotabile, applicando un range angolare complessivo di $30^\circ (\pm 15^\circ)$, considerando anche qui l'involuppo delle isocrone tracciate.

I dati utilizzati nel calcolo delle isocrone, così come determinati ai capp. 6 e 7, sono riportati nella seguente tabella riassuntiva (tab. 10.1).

Parametro		Modalità di determinazione	Valore
Portata massima	Q	Portata massima autorizzata	15 l/s
Gradiente idraulico	i	Carta delle isofreatiche	0,008-0,0001
Direzione di flusso		Carta delle isofreatiche	NNW-SSE, angolo di $7^\circ \pm 15^\circ$ con il Nord
Conducibilità idraulica	k	Prove di pompaggio	$2,03 \times 10^{-4}$ m/s
Trasmissività	T	Prove di pompaggio	$4,97 \times 10^{-3}$ m ² /s
Spessore dell'acquifero	b	Stratigrafia perforazione	24,5 m
Coeff. immagazzinamento	S	Prove di pompaggio	$1,75 \times 10^{-4}$
Porosità efficace	n_e	Da letteratura	0,30
Tipologia idraulica		Studio idrogeologico e prove di pompaggio	acquifero confinato

Tab. 10.1 – Dati di input utilizzati nel calcolo delle isocrone.

10.3. Risultati ottenuti

I risultati ottenuti dal calcolo analitico, relativi agli otto punti più significativi delle curve, sono riportati nelle tabelle seguenti.

Acqua Novara.Vco S.p.A.

Sostituzione pozzo ad uso idropotabile mediante trivellazione nuovo pozzo in Via Baraggiola, a Vaprio d'Agogna (No)
Dimensionamento aree di salvaguardia

ISOCRONA 60 GIORNI			
i	0,008	τ	0,46747
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	0,894	0,000	53,668
0,000	-0,894	0,000	-53,668
1,301	0,000	78,101	0,000
-0,684	0,000	-41,062	0,000
0,814	0,814	48,866	48,866
0,814	-0,814	48,866	-48,866
-0,518	0,518	-31,096	31,096
-0,518	-0,518	-31,096	-31,096
i	0,0001	τ	0,00007
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	0,012	0,000	58,043
0,000	-0,012	0,000	-58,043
0,012	0,000	57,630	0,000
-0,012	0,000	-57,630	0,000
0,009	0,009	43,223	43,223
0,009	-0,009	43,223	-43,223
-0,008	0,008	-38,420	38,420
-0,008	-0,008	-38,420	-38,420

ISOCRONA 180 GIORNI			
i	0,008	τ	1,40240
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	1,322	0,000	79,362
0,000	-1,322	0,000	-79,362
2,715	0,000	162,986	0,000
-0,900	0,000	-54,028	0,000
1,484	1,484	89,087	89,087
1,484	-1,484	89,087	-89,087
-0,696	0,696	-41,782	41,782
-0,696	-0,696	-41,782	-41,782
i	0,0001	τ	0,00022
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	0,021	0,000	100,536
0,000	-0,021	0,000	-100,536
0,021	0,000	100,853	0,000
-0,021	0,000	-100,853	0,000

Acqua Novara.Vco S.p.A.

Sostituzione pozzo ad uso idropotabile mediante trivellazione nuovo pozzo in Via Baraggiola, a Vaprio d'Agogna (No)
Dimensionamento aree di salvaguardia

0,015	0,015	72,038	72,038
0,015	-0,015	72,038	-72,038
-0,014	0,014	-67,235	67,235
-0,014	-0,014	-67,235	-67,235
ISOCRONA 365 GIORNI			
i	0,008	τ	2,84375
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	1,513	0,000	90,828
0,000	-1,513	0,000	-90,828
4,560	0,000	273,744	0,000
-0,978	0,000	-58,711	0,000
2,036	2,036	122,224	122,224
2,036	-2,036	122,224	-122,224
-0,770	0,770	-46,194	46,194
-0,770	-0,770	-46,194	-46,194
i	0,0001	τ	0,00044
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	0,030	0,000	143,115
0,000	0,030	0,000	143,115
0,030	0,000	144,076	0,000
-0,030	0,000	-144,076	0,000
0,022	0,022	105,656	105,656
0,022	-0,022	105,656	-105,656
-0,021	0,021	-100,853	100,853
-0,021	0,021	-100,853	100,853

La rappresentazione grafica della curve calcolate ed il loro inviluppo sono riportate in tav. 7, sovrapposte alla Carta Tecnica Regionale ingrandita alla scala 1:5.000.

10.4. Delimitazione delle aree di salvaguardia

Nella tavola allegata fuori testo vengono riportate, sovrapposte sulla carta catastale alla scala 1:1.500, le aree di salvaguardia così determinate:

- zona di tutela assoluta (ZTA), definita con criterio geometrico;
- zona di rispetto ristretta (ZRR), definita con l'inviluppo delle isocrone di 60 giorni calcolate;
- zona di rispetto allargata (ZRA), definita, in relazione alla bassa vulnerabilità dell'acquifero captato, con l'inviluppo delle isocrone di 180 giorni calcolate.

In tav. 8 è stato redatto un ulteriore elaborato cartografico di dettaglio, alla scala 1:1.500, dove sono evidenziati i centri di pericolo esistenti all'interno delle aree di salvaguardia così delimitate e nelle immediate vicinanze. Come si evince dall'esame degli stralci di P.R.G.C. in Allegato 3, le aree vincolate sono essenzialmente a destinazione d'uso agricola.

11. DISCIPLINA DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Le aree di salvaguardia così definite hanno la finalità di tutelare e conservare la qualità delle acque sotterranee captate dal pozzo idropotabile attraverso l'imposizione di vincoli e limitazioni d'uso del suolo, nonché mediante il controllo e la gestione del territorio (protezione statica). Le limitazioni d'uso e le prescrizioni da adottare per conseguire questa finalità sono contenute nel D.P.G.R. 11 dicembre 2006 n. 15/R. Di seguito vengono riportati i contenuti principali.

La zona di tutela assoluta (art. 4), immediatamente circostante l'opera di captazione:

- deve essere adibita esclusivamente all'opera stessa ed alle collegate infrastrutture di servizio;
- deve essere adeguatamente protetta da possibili infiltrazioni di acqua dalla superficie;
- deve essere recintata, al fine di garantire l'integrità e l'efficienza delle relative opere;
- il suo accesso deve essere consentito unicamente al personale autorizzato dal gestore ed alle autorità di controllo.

Nella zona di rispetto (art. 6) sono vietati l'insediamento dei seguenti centri di pericolo e lo svolgimento delle seguenti attività:

- a) la dispersione di fanghi ed acque reflue, anche se depurati;
- b) l'accumulo di concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) lo spandimento di concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari, salvo che l'impiego di tali sostanze sia effettuato sulla base delle indicazioni contenute in un apposito Piano di utilizzazione dei fertilizzanti e dei fitosanitari;
- d) l'impiego per scopi non agricoli di mezzi di tipo chimico finalizzati al contenimento della vegetazione;
- e) gli scarichi di acque reflue anche se depurati, nonché la dispersione nel sottosuolo di acque meteoriche provenienti da piazzali e strade;
- f) le aree cimiteriali;
- g) l'apertura di cave;
- h) l'apertura di pozzi o la realizzazione di altre perforazioni del suolo, ad eccezione di quelli finalizzati all'estrazione delle acque destinate al consumo umano, di quelli finalizzati alla variazione di tale estrazione, nonché di piezometri ovvero di pozzi o altri strumenti di monitoraggio necessari per il controllo e la tutela delle risorse idriche;
- i) la gestione dei rifiuti;
- j) lo stoccaggio di prodotti ovvero sostanze chimiche pericolose e sostanze radioattive;
- k) i centri di raccolta, demolizione e rottamazione di autoveicoli;
- l) i pozzi perdenti e le fosse Imhoff o equivalenti sistemi di trattamento di acque reflue;
- m) il pascolo e la stabulazione di bestiame che ecceda i centosettanta chilogrammi per ettaro di azoto presente negli effluenti, al netto delle perdite;

- n) l'insediamento di attività industriali ed artigianali;
- o) il cambiamento di destinazione d'uso degli insediamenti di cui al punto n) esistenti, salvo che il medesimo sia volto alla riduzione del livello di rischio.

Nella zona di rispetto ristretta sono comunque vietati:

- a) la stabulazione di bestiame;
- b) lo stoccaggio di effluenti zootecnici, concimi chimici, fertilizzanti o prodotti fitosanitari;
- c) la realizzazione di fognature, pozzi neri a tenuta, impianti e strutture di depurazione di acque reflue, salvo che siano necessari per la messa in sicurezza di fabbricati non rilocabizzabili o per mitigare la soluzione di rischio;
- d) la realizzazione di fabbricati a qualsiasi uso destinati, ad eccezione delle infrastrutture del servizio idrico integrato strettamente funzionali alla captazione idrica. Per i fabbricati esistenti alla data di presentazione della proposta di definizione delle aree di salvaguardia, regolarmente autorizzati a norma delle disposizioni urbanistiche ed edilizie, possono essere consentiti solo gli interventi edilizi di recupero conservativo che non comportino l'aumento delle unità immobiliari e gli interventi di adeguamento igienico-sanitario che non comportino nuovi allacciamenti fognari;
- e) la realizzazione di opere viarie e ferroviarie, fatta eccezione per le piste ciclabili e la viabilità agro-silvo-pastorale, interpodereale e, ove non diversamente localizzabile, comunale;
- f) la realizzazione di infrastrutture di servizio che possano interferire, qualitativamente o quantitativamente, in modo diretto o indiretto, con il corpo idrico captato.

All'interno della zona di rispetto allargata è consentita:

- a) la realizzazione di fognature, impianti e strutture di depurazione di acque reflue, a condizione che siano adottate soluzioni tecniche in grado di evitare la diffusione nel suolo o nel sottosuolo di liquami derivanti da eventuali perdite della rete fognaria, le stesse soluzioni tecniche si applicano agli interventi di manutenzione straordinaria e di ricostruzione delle reti fognarie esistenti;
- b) la realizzazione di nuove opere viarie o ferroviarie, a condizione che siano adottate soluzioni tecniche in grado di raccogliere ed allontanare le acque di dilavamento, nonché eventuali sostanze provenienti da sversamenti accidentali. Per le infrastrutture viarie e ferroviarie esistenti, in caso di modifiche del tracciato o ampliamento della superficie coinvolta, sono adottate le stesse soluzioni tecniche previste per le nuove infrastrutture, fermo restando il divieto di interferire con la zona di rispetto ristretta;
- c) la realizzazione di nuovi insediamenti di edilizia residenziale e relative opere di urbanizzazione, di nuovi fabbricati a servizio di aziende agricole destinati esclusivamente al ricovero di scorte, prodotti, macchine ed attrezzi, nonché di nuove infrastrutture di servizio. I parcheggi interrati a servizio degli insediamenti di edilizia residenziale sono realizzati garantendo un franco di almeno un metro sul livello minimo di soggiacenza della falda.

All'interno della zona di rispetto le attività agricole devono essere esercitate secondo le previsioni dei Piani di utilizzazione dei fertilizzanti e dei fitosanitari, di cui all'Allegato B del D.P.G.R. 11 dicembre 2006 n. 15/R.

Fatta eccezione per le aree cimiteriali, per le attività, gli insediamenti e i manufatti

sopra elencati esistenti alla data di presentazione della proposta di definizione delle aree di salvaguardia devono essere adottate, ove possibile, le misure per il loro allontanamento; in caso contrario deve essere garantita la loro messa in sicurezza.

11.1. Misure di prevenzione previste

La zona di tutela assoluta, contenuta integralmente nel mappale 262 del Foglio 2, è già stata acquisita da Acqua Novara.Vco S.p.A., che provvederà alla sua predisposizione e gestione, come precedentemente descritto.

Per quanto concerne le porzioni di territorio afferenti alle zone di rispetto, costituite essenzialmente da aree agricole, non si segnala la presenza di particolari centri di pericolo per i quali sia necessario procedere alla loro messa in sicurezza. Sarà tuttavia necessario predisporre il Piano di utilizzazione dei fertilizzanti e dei fitosanitari per normare la conduzione delle pratiche agricole in queste aree.