

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 – www.studiobertani.it
P.I. 01922860034

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI NOVARA
COMUNE DI COLAZZA

Committente:	ACQUA NOVARA.VCO S.p.A. Via Triggiani, 9 – 28100 Novara
--------------	---

Progetto:	Nuovo pozzo ad uso potabile Masnera 3
-----------	--

Elaborato:	DIMENSIONAMENTO AREE DI SALVAGUARDIA
------------	---

Riferimenti normativi:	D.P.G.R. 11.12.2006 n. 15/R
------------------------	-----------------------------

Commessa rif.: 579-16		File: 01_Masnera3_AS_relazione_A4.pdf
Rev.	Data emissione	Note
00	Agosto 2021	

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.Inquadramento geologico.....	4
3.CARATTERIZZAZIONE IDROGEOLOGICA.....	5
3.1.Idrografia superficiale.....	5
3.2.Caratteristiche idrogeologiche del territorio.....	5
3.3.Censimento opere di captazione e di monitoraggio della falda.....	6
3.4.Assetto litostratigrafico locale.....	7
3.5.Caratteristiche del deflusso idrico sotterraneo.....	7
4.CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE.....	9
4.1.Stratigrafia dei terreni attraversati.....	10
5.PROVE DI POMPAGGIO.....	11
5.1.Prova di pompaggio a gradini di portata.....	11
5.2.Prova di pompaggio a portata costante.....	15
6.CARATTERIZZAZIONE IDRODINAMICA DELL'ACQUIFERO CAPTATO E DEL SISTEMA POZZO-ACQUIFERO.....	18
6.1.Parametri idrogeologici dell'acquifero captato.....	18
6.2.Parametri idraulici del sistema pozzo-acquifero.....	18
7.VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO CAPTATO.....	19
8.INDAGINI SUI CENTRI DI PERICOLO.....	20
Dimensionamento delle aree di salvaguardia.....	21
9.DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI SALVAGUARDIA.....	21
9.1.Metodologia di calcolo.....	21
9.2.Dati di input.....	23
9.3.Risultati ottenuti.....	23
9.4.Delimitazione delle aree di salvaguardia.....	24
10.DISCIPLINA DELLE AREE DI SALVAGUARDIA.....	25
10.1.Misure di prevenzione previste.....	26

TAVOLE:

- Tavola A: Definizione delle aree di salvaguardia – scala 1:2.500;
- Tavola B: Aree di salvaguardia pozzi Masnera-Colazza-ex-Snam e sorgenti (sovrapposizione) – scala 1:2.000.
- 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 5: Sezione idrogeologica A-A' – scala 1:1.000;
- 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 1:2.500.

ALLEGATI:

- Allegato 1: Stratigrafia e schema pozzo;
- Allegato 2: Elaborati prove di pompaggio;
- Allegato 3: Ubicazione pozzo Masnera 3 su carta catastale – scala 1:2.000;
- Allegato 4: Stralci di PRGC.

Premessa

In data 10.08.2016 Acqua Novara.Vco S.p.A. chiedeva alla Provincia di Novara l'autorizzazione alla trivellazione di un nuovo pozzo ad uso potabile nel territorio comunale di Colazza (No), denominato "Masnera 3".

Avendo ottenuto l'autorizzazione con Determina Provinciale n. 1827 del 17.09.2019, successivamente prorogata con Determina n. 1655 del 18.09.2020, dopo aver espletato le procedure richieste dalla normativa vigente per l'affidamento dei lavori, questi sono iniziati in data 15.04.2021 e sono terminati in data 11.06.2021.

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 è stato eseguito in località Masnera, nel territorio comunale di Colazza (No), in corrispondenza dell'attuale mappale 191 del Foglio 2 del N.C.T., al confine con il vicino mappale 204.

Le sue coordinate UTM-WGS84 sono: Est 460.932 m e Nord 5.071.612 m.

Nel dettaglio è stato trivellato in un'area naturale in sponda idrografica sinistra al Rio Tiaschella, censita nel PRGC come "area agricola", accessibile dal centro abitato mediante una strada sterrata (si veda corografia di Tavola 1).

Il punto di ubicazione è contenuto nella sezione 094020 "Invorio" della Carta Tecnica Regionale alla scala 1:10.000 e nella Tavoletta I.G.M. Arona 31 III NW alla scala 1:25.000.

2. LINEAMENTI GEOLOGICI E GEOMORFOLOGICI

2.1. Inquadramento geomorfologico

L'area di studio è situata in quella porzione di territorio posta ad Ovest della conca lacustre del Lago Maggiore, distante circa 3 km. La sua conformazione è il risultato del susseguirsi dei complessi eventi tettonici che hanno contraddistinto l'orogenesi alpina, rimodellati parzialmente in epoca glaciale.

Come si osserva dall'analisi della carta geomorfologica di Tavola 2, l'area di interesse presenta una morfologia collinare tipica di un ambiente glaciale, con la presenza di depositi morenici, dei quali è ancora possibile talvolta individuare le tracce relitte dei relativi cordoni (a monte dell'abitato di Colazza e sulla sommità del *Monte La Guardia* e della *Motta dell'Arbigera*), terrazzamenti e valli fluvioglaciali impostate nelle aree maggiormente depresse.

I lineamenti morfologici nel settore centro-orientale sono abbastanza morbidi, e le pendenze poco accentuate, in funzione della profondità a cui si imposta il substrato roccioso. Spostandosi ad Ovest, verso il *Monte La Guardia* (828 m s.l.m.) e il *Monte Tessa* (759 m s.l.m.), la topografia diventa decisamente più accidentata, con pendii scoscesi e ripidi formati dal substrato roccioso, spesso ricoperto in superficie da depositi di origine detritica. Le pareti rocciose sono sottoposte all'azione erosiva delle acque superficiali di ruscellamento superficiale, che generano incisi impluvi.

L'area dove è stato realizzato il nuovo pozzo è posta ad una quota di circa 560 m s.l.m. (dato da rilievo topografico del febbraio 2021), nel fondovalle del Rio Tiaschella qui con larghezza inferiore ai 200 m e delimitato a Ovest dal versante roccioso e detritico sud-orientale del *Monte La Guardia*, e a Est dall'accumulo morenico della *Motta dell'Arbigera* (677 m s.l.m.). Questo fondovalle prosegue più a monte con andamento SW-NE attraversando il territorio comunale di Pisano fino a raggiungere *Tapigliano* di Nebbiuno, dove, a circa 1 km di distanza, sono già ubicati due pozzi idropotabili.

La tendenza evolutiva del sito dove è ubicato il nuovo pozzo è strettamente connessa con l'azione torrentizia del Rio Tiaschella, che scorre poco più a Ovest, e con la dinamica gravitativa del versante morenico orientale. Tuttavia, l'esame della cartografia di dissesto di PRGC, suffragato da osservazioni qualitative di terreno, non hanno rilevato la presenza di processi morfologici in atto o potenziali che possano inficiare la realizzazione dell'intervento in progetto. In particolare, il pozzo è posto in posizione rialzata di alcuni metri rispetto al fondovalle del Rio, che qui ha andamento sinuoso e poco acclive, e il versante retrostante si presenta attualmente stabile e vegetato.

Il grado di pericolosità geomorfologica di tipo elevato attribuito al sito dalla sua appartenenza alla "Classe IIIA di pericolosità geomorfologica e di idoneità all'utilizzazione urbanistica" è riconducibile, oltre agli elementi morfologici sopra citati, alla sua ubicazione in un contesto naturale da salvaguardare.

2.2. Uso del suolo

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

- aree boscate: costituiscono la parte preponderante del territorio (circa l'85%);
- aree coltivate: costituiscono circa il 4% del territorio, con campi coltivati principalmente a mais e frumento nelle aree limitrofe all'abitato;
- aree urbanizzate: costituiscono circa l'8% del territorio, e sono rappresentate dall'abitato di Colazza e da parte dell'abitato di Pisano, a vocazione quasi essenzialmente residenziale;
- aree incolte/ prato: rappresentano una frazione minima del territorio (circa il 3%).

L'area nei pressi del punto di ubicazione del nuovo pozzo è a vocazione naturale, in corrispondenza di una viabilità sentieristica immersa in un contesto di tipo boscato.

2.3. Inquadramento geologico

Per redigere l'inquadramento geologico generale dell'area di studio è stata visionata una numerosa documentazione tra cui il Foglio 31 "*Varese*" (1932) della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000 e le più recenti osservazioni contenute nello studio geologico di PRGC (dott.ssa Paola Cerri, 2003).

L'assetto geologico del territorio è formato da un substrato roccioso affiorante in corrispondenza del settore occidentale dell'area di studio caratterizzato dalle quote maggiori, che spostandosi verso la conca lacustre viene ricoperto da depositi quaternari di diversa origine ed età (tav. 2).

Il substrato è in questo settore rappresentato dai prodotti dalla Serie dei Laghi, in particolare dalla sua unità litologica denominata Scisti dei Laghi, costituita da micascisti e gneiss, con facies molto varia e con passaggi graduali, in cui è possibile distinguere differenti litotipi. Nel settore di interesse è presente il litotipo indicato nella C.G.I. dalla sigla "*gml*", rappresentato da "*micascisti a biotite e muscovite, talvolta granatiferi, con intercalati gneiss minuti*"; più in dettaglio si tratta di rocce metamorfiche, paragneiss e micascisti, a struttura tabulare con forte scistosità, alterazione profonda e giacitura variabile a seguito di intensi fenomeni plicativi. Si presentano di colore grigio scuro, con talvolta colorazioni rossastre dovute all'alterazione dei minerali ferrosi presenti all'interno. Gli Scisti dei Laghi sono posti in presunto contatto tettonico con le vulcaniti permiane (porfidi) affioranti poco più a Sud dell'area indagata, caratterizzate da un intenso grado di fratturazione.

I depositi quaternari, che ricoprono il substrato roccioso con spessori molto variabili, si possono distinguere in base alla loro facies deposizionale nel seguente modo.

- Depositi glaciali: si sono formati a seguito dell'azione diretta del ghiacciaio del Verbano e sono ascrivibili al Pleistocene Superiore. Si tratta di ghiaie e ciottoli, con frequente presenza di massi (massi erratici), non selezionati, a spigoli vivi e poligenici, immersi in abbondante matrice sabbioso-limosa. Affiorano nel settore centro-orientale del territorio, mediamente acclive.
- Depositi fluvioglaciali: si sono formati a seguito dell'azione di trasporto e selezione esercitata dalle acque di fusione glaciale. Si tratta di ghiaie e ciottoli in matrice sabbiosa, con clasti poligenici, subarrotondati e spesso orientati e scarsità di matrice fine. Affiorano in corrispondenza dell'abitato di Pisano e nei fondovalle dei principali corsi d'acqua, del Torrente Terzago, del Torrente Tiasca, e del Rio Tiaschella dove è stato realizzato il nuovo pozzo.
- Depositi alluvionali recenti: si sono formati in epoca recente-attuale a seguito della diretta azione di erosione e trasporto dei corsi d'acqua, ed affiorano quindi in corrispondenza del loro alveo e della adiacente aree di pertinenza. Si tratta di sabbie da medie a fini, sabbie limose e ghiaie.
- Detrito di versante: si è formato a seguito dell'azione di dinamica erosiva e gravitativa esercitata dagli agenti atmosferici sul substrato roccioso affiorante. Si tratta prevalentemente di materiale grossolano situato a valle dei principali affioramenti rocciosi, spesso sormontato da materiale fine limoso-sabbioso di dilavamento, di origine colluviale.

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 principale elemento idrografico presente nell'area di studio è il Rio Tiaschella, un corso d'acqua che nasce nel territorio comunale di Nebbiuno ad Ovest di *Fosseno*, alle pendici del *Monte Toriggia* (915 m s.l.m.), per poi defluire verso Sud-Ovest attraverso il territorio comunale di Pisano fino ad entrare in Comune di Colazza dove confluisce nel Torrente Terzago come affluente di sinistra. Scorre ad una distanza di circa 20 m dal punto di ubicazione del nuovo pozzo, in un alveo sinuoso con sponde in terra alte circa 1-1,5 m.

Il Torrente Terzago nasce nel territorio comunale di Colazza, alle pendici del *Monte La Guardia* e defluisce nel tratto iniziale verso Sud-Est. Dopo la confluenza del Rio Tiaschella, il suo corso devia decisamente verso Sud fino al confine comunale con Inverio, dove torna alla sua direzione precedente cambiando la sua denominazione in Torrente Vevera, che mantiene fino alla sua confluenza nel Lago Maggiore nei pressi della stazione ferroviaria di Arona.

Entrambi i corsi d'acqua sono strettamente connessi con la dinamica idrogeologica sotterranea e vanno ad alimentare gli acquiferi captati dai pozzi idropotabili già presenti sul territorio.

3.2. Caratteristiche idrogeologiche del territorio

La circolazione idrica sotterranea è profondamente condizionata dalle caratteristiche litologiche e tessiturali dei materiali geologici presenti. In particolare è possibile individuare i seguenti complessi idrogeologici, cioè zone idrogeologicamente omogenee, la cui distribuzione areale è visibile in Tavola 4:

- Complesso idrogeologico a permeabilità alta;
- Complesso idrogeologico a permeabilità medio-bassa;
- Complesso idrogeologico a permeabilità eterogenea;
- Complesso idrogeologico a permeabilità secondaria.

Complesso a permeabilità alta

È rappresentato dai depositi fluvioglaciali ed alluvionali, caratterizzati prevalentemente da materiali a granulometria grossolana (ghiaie e sabbie), a buona permeabilità, con valori generalmente compresi tra 10^{-4} m/s e 10^{-6} m/s, dove è ubicato il nuovo pozzo.

Complesso a permeabilità medio-bassa

È rappresentato dai depositi glaciali, dove il grado di permeabilità è molto variabile, compresa tra 10^{-5} m/s e 10^{-7} m/s, e in genere fortemente ridotto dalla presenza nella matrice di una frazione fine (sabbioso-limosa) e dalla possibile presenza di lenti argillose.

Complesso a permeabilità eterogenea

È rappresentato dai depositi di versante, dove il grado di permeabilità è molto variabile dallo stato di addensamento dei grani che costituiscono i depositi.

Complesso a permeabilità secondaria

È rappresentato dal substrato roccioso, in genere impermeabile, dove la circolazione idrica può instaurarsi nella sua porzione di tetto alterata e fratturata, o in possibili zone di discontinuità più profonde (permeabilità secondaria).

3.3. Censimento opere di captazione e di monitoraggio della falda

È stato effettuato un censimento delle opere di captazione e di monitoraggio della falda presenti sul territorio di interesse, con ubicazione in Tavola 4.

Oltre al nuovo pozzo, le captazioni ad uso potabile presenti nel territorio comunale di Colazza sono le seguenti:

- Pozzi in località Masnera: Masnera 1 (chiuso) e Masnera 2 (riperforato in sostituzione del Masnera 1);
- Pozzo Ex-Snam;
- Pozzo Colazza;
- Pozzo Terzago;
- Sorgenti del Consorzio;
- Sorgenti di Pisano.

Oltre a queste si segnalano due piezometri di controllo della falda, uno in località Masnera del quale non si ha più evidenza, e uno visibile in corrispondenza del nuovo pozzo.

Pozzi in località Masnera

Il primo pozzo in località Masnera (Masnera 1) venne realizzato nel 1988 dalla ditta Carlo della Torre di Grandate (Co) per conto del Consorzio di Colazza-Pisano-Invorio. La perforazione ha raggiunto i 26,5 m dal p.c. con una tubazione definitiva Ø 500 mm e spessore 6 mm, intercettando il substrato roccioso alterato alla profondità di 12,6 m.

A seguito della sua consistente riduzione di portata (dai 7 l/s iniziali a circa 3 l/s), il pozzo è stato recentemente dismesso e sostituito da un nuovo pozzo perforato poco distante (Masnera 2). La perforazione ha raggiunto i 23,0 m dal p.c., intercettando il substrato roccioso alla profondità di 16,0 m e fornisce una portata di 6 l/s.

Nelle vicinanze dei pozzi, poco più ad Est, è stato eseguito in passato un piezometro spinto fino alla profondità di 28,5 m, che ha intercettato il substrato roccioso alla profondità di 27 m.

Pozzo Ex-Snam

Venne realizzato nel 1973 dalla ditta Falciola di Milano. La perforazione, a percussione con Ø 530 mm, ha raggiunto i 25 m dal p.c. senza intercettare il substrato roccioso, e consentito l'installazione di una tubazione definitiva Ø 250 mm e spessore 8 mm fino alla profondità di 22 m.

Pozzo Colazza

Venne realizzato dal Comune di Colazza. Di questo pozzo non è disponibile alcuna stratigrafia.

Pozzo Terzago

Venne realizzato dal Comune di Meina con metodo a percussione Ø 1000 mm fino alla profondità di 20 m, intercettando solo la parte più alterata del substrato roccioso. La tubazione definitiva ha Ø 500 mm e spessore 6,3 mm.

Sorgenti del Consorzio

Sono situate in località Masnera, ed il bottino di presa era di proprietà del Consorzio di Colazza-Pisano-Invorio, prima di passare in carico ad Acqua Novara.Vco S.p.A..

Sorgenti di Pisano

Sono situate in località C. Gallone, ed il bottino di presa era di proprietà del Comune di Pisano, prima di passare in carico ad Acqua Novara.Vco S.p.A..

3.4. Assetto litostratigrafico locale

Il locale assetto litostratigrafico è stato rappresentato nella sezione idrogeologica A-A' di Tavola 5, ottenuta correlando le stratigrafie del nuovo pozzo, del vicino piezometro, e dei pozzi ex-Snam, Masnera 1 e Masnera 2, posti più a valle.

A partire dal piano campagna si impostano trovanti e grossi massi in poca sabbia fine limosa, fino alla profondità di 5,5 m.

Più in profondità si rileva la presenza di ghiaie e ciottoli, anche grossolani, con trovanti, che si approfondiscono per 24 m, al contatto con depositi sabbiosi con spessore di 4,5 m. Ancora più in profondità, oltre un orizzonte di argilla limosa con spessore di 2,5 m, si rileva il tetto del substrato roccioso, alterato e disgregato nei primi tre metri, per diventare compatto da 34 m di profondità. Spostandosi da Ovest a Est il tetto del substrato roccioso tende ad approfondirsi, anche se la sua geometria resta molto irregolare.

Nel sottosuolo, pertanto, si instaura un unico acquifero di tipo libero formato in parte dai sedimenti quaternari, dove è stato posizionato il primo tratto filtrante, e in parte dalla porzione regolitica di alterazione del sottostante substrato roccioso, dove è stato posizionato il secondo tratto filtrante, finché le pressioni litostatiche non diventano tali da chiudere tutte le discontinuità in esso presenti.

Questa considerazione è coerente con i contenuti della D.G.R. 34-11524 del 3 giugno 2009 e s.m.i. e della D.D. n. 900 del 3 dicembre 2012, dove nella *“Carta della base dell'acquifero superficiale e delle aree omogenee”* l'area di interesse appartiene alla sottoarea *“MB – Aree montane, assenza di sistemi acquiferi profondi significativi”*.

I filtri del nuovo pozzo captano quindi da un unico acquifero, di tipo libero, 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.

3.5. Caratteristiche del deflusso idrico sotterraneo

La circolazione idrica sotterranea, tipica di un ambiente glaciale, è molto complessa e fortemente irregolare, poiché risente in modo diretto dell'andamento non uniforme del substrato roccioso, che da un punto di vista idrogeologico costituisce un limite impermeabile. Le acque meteoriche di monte, infatti, infiltrandosi nel sottosuolo alimentano una falda freatica strettamente correlata con gli elementi idrografici superficiali, con modesti valori di soggiacenza dipendenti dalla profondità del substrato roccioso e dall'entità delle precipitazioni. La presenza di versanti con acclività maggiore rispetto ai gradienti idraulici della falda porta a diffusi fenomeni sorgentizi.

La direzione di flusso della falda e il suo gradiente idraulico localmente variano in modo considerevole, in funzione dell'andamento topografico, morfologico e dei depositi presenti. Per la ricostruzione del suo andamento ci si è riferiti in prima analisi alle cartografie dello studio geologico di PRGC (dott.ssa Paola Cerri, 2003), ricavate dall'interpolazione di misure freatimetriche eseguite nel novembre-dicembre 2000 sul territorio comunale, sulla base delle quali è stata redatta la Tavola 4 di inquadramento idrogeologico.

In corrispondenza dell'area di ubicazione del nuovo pozzo la direzione principale di deflusso è NNE-SSW, grosso modo concorde con lo scorrimento del Rio Tiaschella, che la va ad alimentare mediante filtrazione dal suo fondo alveo.

Per ricostruire l'andamento di dettaglio della falda è stata considerata l'elaborazione delle misure di soggiacenza riportate nel documento *“Indagine idrogeologica integrativa per la determinazione delle zone di rispetto delle captazioni potabili di Colazza, Pisano, Meina e Consorzio Colazza-Pisano-Invorio”*, redatta nell'aprile 2001 dalla dott.ssa Paola Cerri, nel quale è stata determinata una direzione prevalente di deflusso di 174° con il Nord geografico in senso orario.

A seguito di un rilievo di dettaglio sul nuovo pozzo, sul piezometro pz1 e sul pozzo Masnera 2 (tab. 3.1), è stato ricostruito, considerando anche l'andamento morfologico del fondovalle del Rio Tiaschella, un andamento della falda leggermente differente rispetto a quello riportato nel citato studio di definizione delle aree di salvaguardia (fig. 3.1), dal quale è stato possibile determinare:

- una direzione prevalente di deflusso di 158° con il Nord geografico in senso orario, seguendo l'andamento del fondovalle del Rio Tiaschella;
- un gradiente idraulico di 0,012.

Nel calcolo delle aree di salvaguardia, per tenere in considerazione il grado di indeterminazione della direzione di deflusso della falda dovuto alla mancanza di punti di un numero adeguato di punti di misura, si è scelto di considerare l'involuppo delle superfici ottenute dal calcolo in entrambe le direzioni, con un ulteriore margine di incertezza per entrambe di $\pm 5^\circ$.

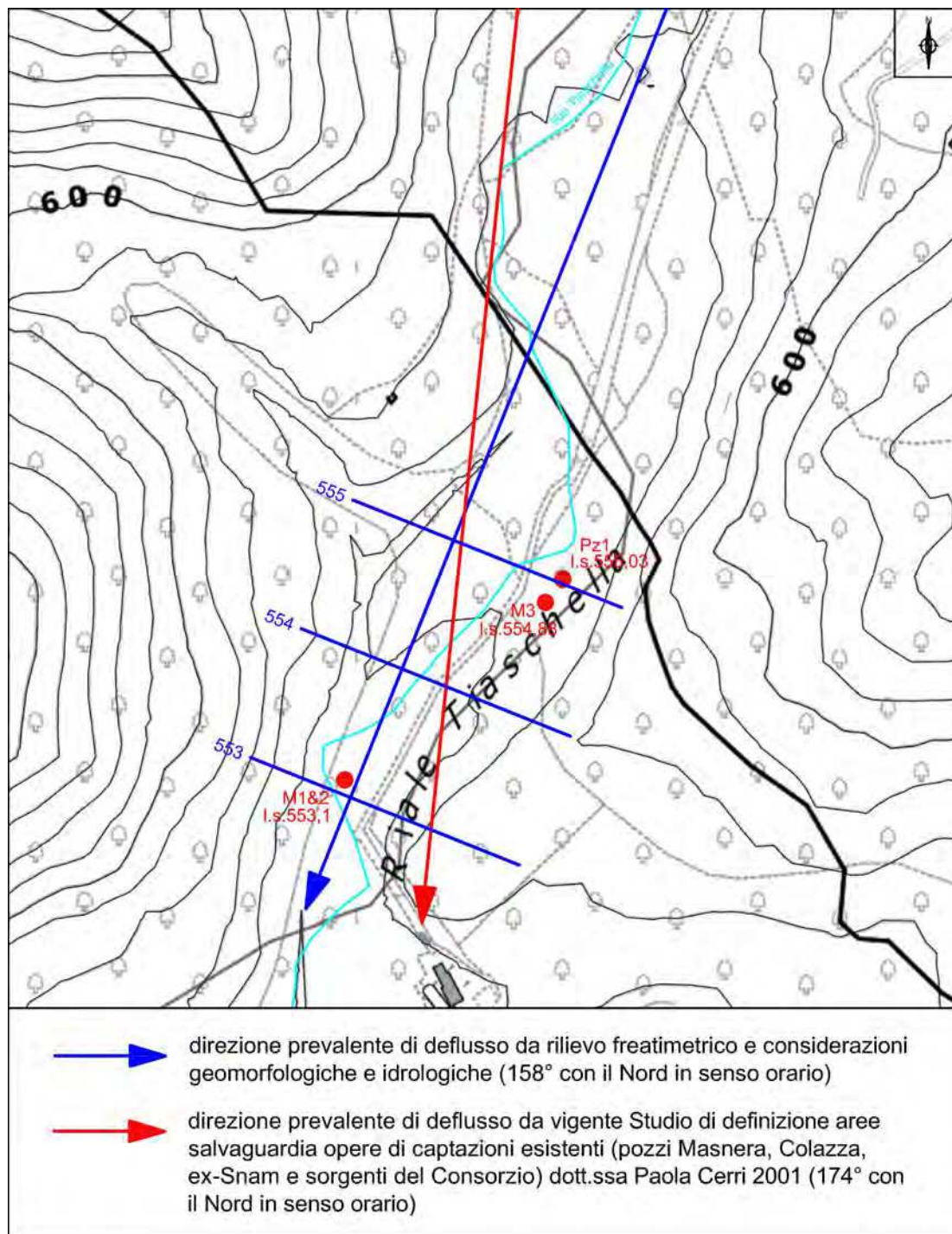


Fig. 3.1 – Andamento di dettaglio della falda.

Pozzo	Quota [m s.l.m.]	Soggiacenza [m dal p.c.]	Livello statico [m s.l.m.]
Masnera 2	555	1,9	553,1
Piezometro 1	560,73	5,7	555,03
Masnera 3	560	5,12	554,88

Tab. 3.1 – Dati freaticimetrici.

4. CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE

Il nuovo pozzo (all. 1) è stato eseguito con il metodo a percussione a secco con morsa giracolonna con diametro costante di 900 mm fino alla profondità di 35 m dal piano campagna, alla quale la perforazione è stata interrotta dopo aver intercettato il substrato roccioso compatto alla profondità di 34 m.

La colonna pozzo messa in opera è in acciaio inox AISI 304 con spessore di 6 mm, e ha diametro di 323,9 mm e profondità di 35 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 circa 10 cm 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 15 metri lineari, ripartiti nei tratti posti alle seguenti profondità dal p.c.:

- da 11,0 m a 23,0 m: primo tratto filtrante da 12,0 ml;
- da 31,0 m a 34,0 m: secondo tratto filtrante da 3,0 ml.

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 2,0 m: strato provvisorio riempito con ghiaia di riempimento, che verrà rimosso nella futura realizzazione dell'avampozzo interrato, così da evitare di spaccare la cementazione rischiando di danneggiare la colonna pozzo;
- da 2,0 m a 8,0 m: cementazione con boiaccia di cemento;
- da 8,0 m a 9,0 m: tamponamento in argilla idrorigonfiante;
- da 9,0 m a 35,0 m: ghiaietto siliceo selezionato 2-3 mm.

Nell'anulus del pozzo, a una distanza di circa 15 cm dalla tubazione, si è inserito un tubicino piezometrico da 1½" in PVC, posato fino alla profondità di 19 m dal p.c., e sporgente in modo tale da raccordarsi con la tubazione definitiva.

A stabilizzazione completa del livello della falda in produzione si è misurata una soggiacenza dal p.c. di 5,12 m dal p.c. originario (5,53 m dall'attuale bocca pozzo, misura del 10.06.2021).

La testa pozzo e il tubicino di misura sono stati infine protetti mediante la posa di un pozzetto provvisorio prefabbricato in cls delle dimensioni di 0,8 m x 0,8 m x 0,8 m. La progettazione esecutiva delle opere necessarie all'adduzione delle acque dal pozzo e al suo allacciamento alla rete idrica esistente prevede la successiva realizzazione di un avampozzo definitivo interrato, a protezione della testa del pozzo, e l'istallazione 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.

Il pozzo, per poter soddisfare le richieste di approvvigionamento idrico, sarà equipaggiato con pompa sommersa in grado di fornire una portata massima istantanea di 10 l/s. Le sue caratteristiche di dettaglio verranno definite contestualmente alla progettazione delle apparecchiature impiantistiche preposte alla captazione dell'acqua prevista dalla concessione.

4.1. Stratigrafia dei terreni attraversati

Lo schema stratigrafico dei terreni attraversati durante la perforazione, riportato graficamente in Allegato 1, è riassunto nella tabella seguente (tab. 4.1).

Profondità dal p.c. [m]	Descrizione litologica
0,0 – 0,5	Terreno vegetale e sabbia limosa
0,5 – 5,5	Trovanti e massi in sabbia limosa
5,5 – 7,5	Ghiaia e ciottoli con tracce di argilla
7,5 – 9,0	Ghiaia e ciottoli con trovanti
9,0 – 12,0	Ghiaia grossolana con trovanti
12,0 – 24,0	Ghiaia grossolana con sabbia fine
24,0 – 28,5	Sabbia fine limosa di colore giallo
28,5 – 31,0	Argilla limosa di colore marrone
31,0 – 34,0	Ghiaia e ciottoli con trovanti
34,0 – 35,0	Substrato roccioso

Tab. 4.1 – Stratigrafia dei terreni attraversati.

5. PROVE DI POMPAGGIO

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

- pompa sommersa centrifuga multifase posta alla profondità di 24 m dal p.c.;
- tubazione di mandata non flangiata;
- 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.

I valori misurati sono riportati in Allegato 2.

I livelli sono stati misurati nel tubicino piezometrico collocato nell'anulus del pozzo, a una distanza di 15 cm dallo stesso, e dove possibile sono state eseguite letture anche nel vicino piezometro distante 16,7 m dalla nuova opera di captazione, già realizzato come pozzo pilota per la ricerca idrica.

5.1. Prova di pompaggio a gradini di portata

In data 25.05.2021 è stata eseguita una prova di pompaggio con n°4 gradini di portata, con la finalità di valutare le caratteristiche del complesso acquifero-opera di captazione. I valori, riferiti alla bocca tubicino piezometrico del pozzo (circa +1 m dal p.c.) sono rappresentati nel grafico di pagina seguente (fig. 6.1) e riportati in tab. 5.1.

Gradino di portata	Portata emunta Q [l/s]	Abbassamento misurato s [m]	Portata specifica q _s [l/s/m]	Abbassamenti specifici s/Q [s/m ²]
1	5,0	0,59	8,475	118
2	10,0	1,28	7,813	128
3	15,0	2,10	7,143	140
4	20,0	3,06	6,536	153

Tab. 5.1 – Dati misurati e valori calcolati durante la prova a gradini di portata.

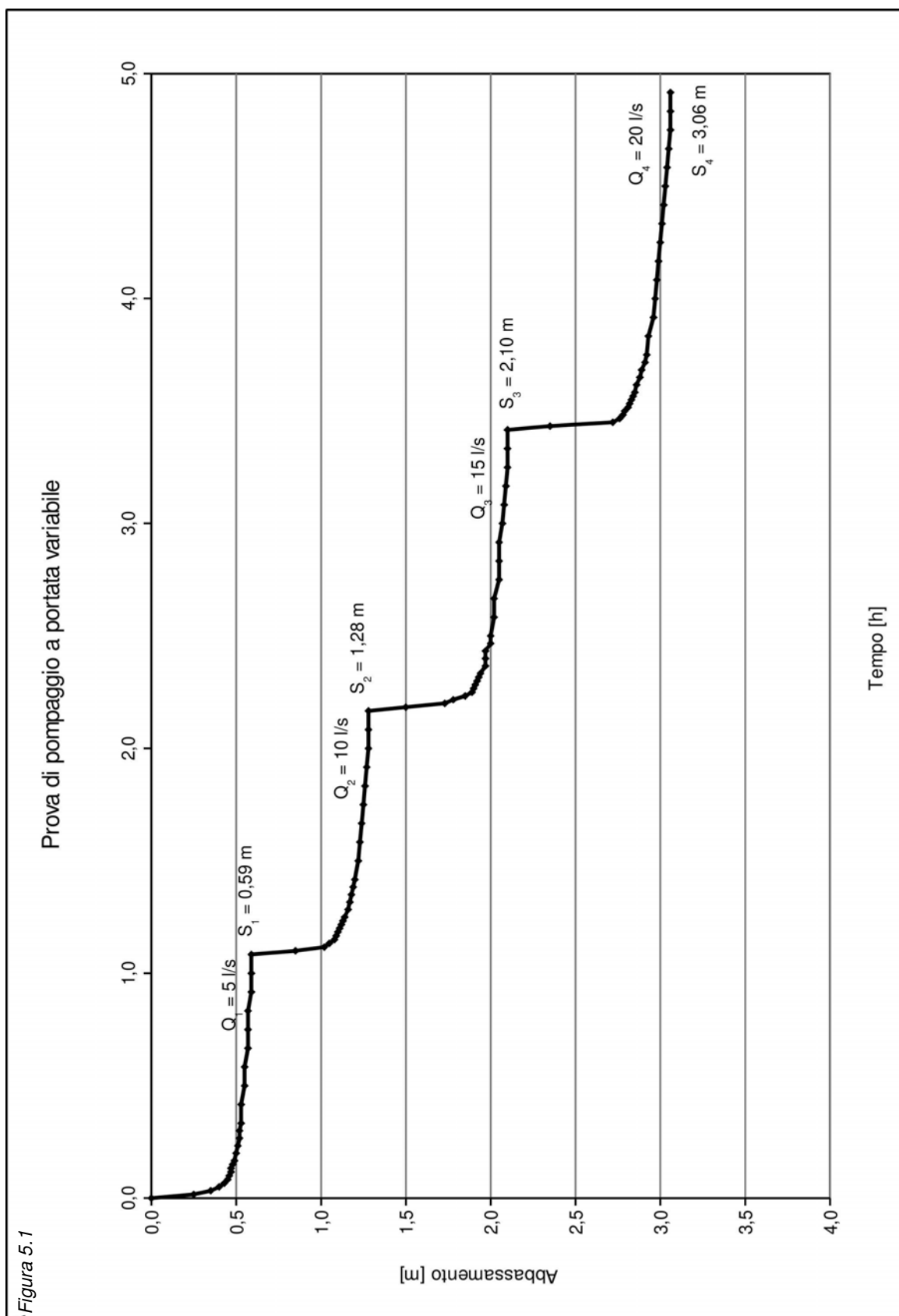
Mettendo in relazione le portate con i relativi abbassamenti del livello piezometrico si è ricavata la curva caratteristica del pozzo (fig. 5.2), una rappresentazione del rapporto esistente tra portate ed abbassamenti, quest'ultimi presi crescenti verso il basso.

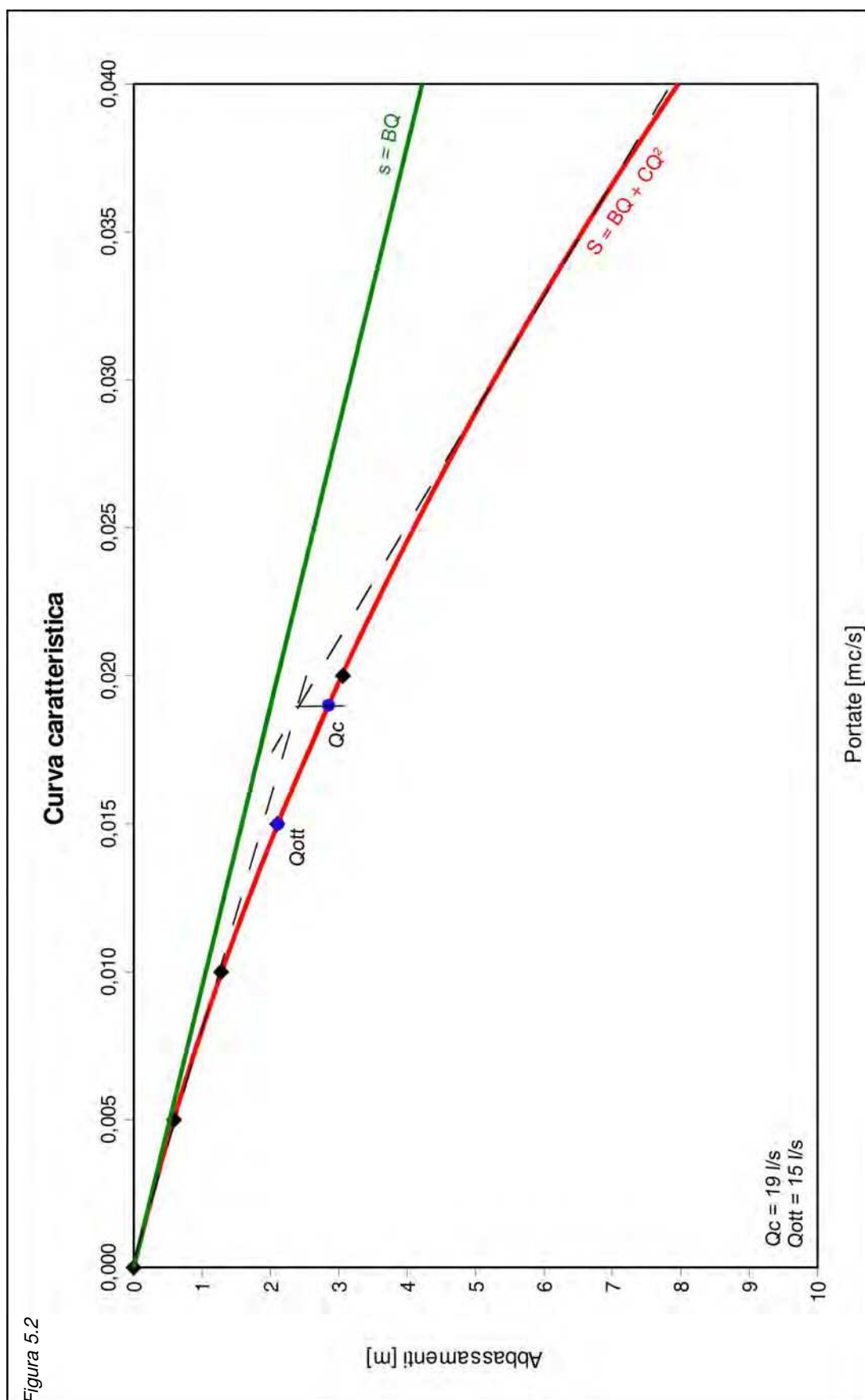
La curva teorica che meglio rappresenta i dati sperimentali è una parabola di secondo grado del tipo (Jacob 1947 e Rorabangh 1953):

$$s = BQ + CQ^2$$

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. 5.3. Si può osservare come i dati sperimentali si dispongano lungo una linea retta, da cui si ottengono i seguenti valori:

$$B = 105,5 \text{ s/m}^2 \quad C = 2.340 \text{ s}^2/\text{m}^5$$

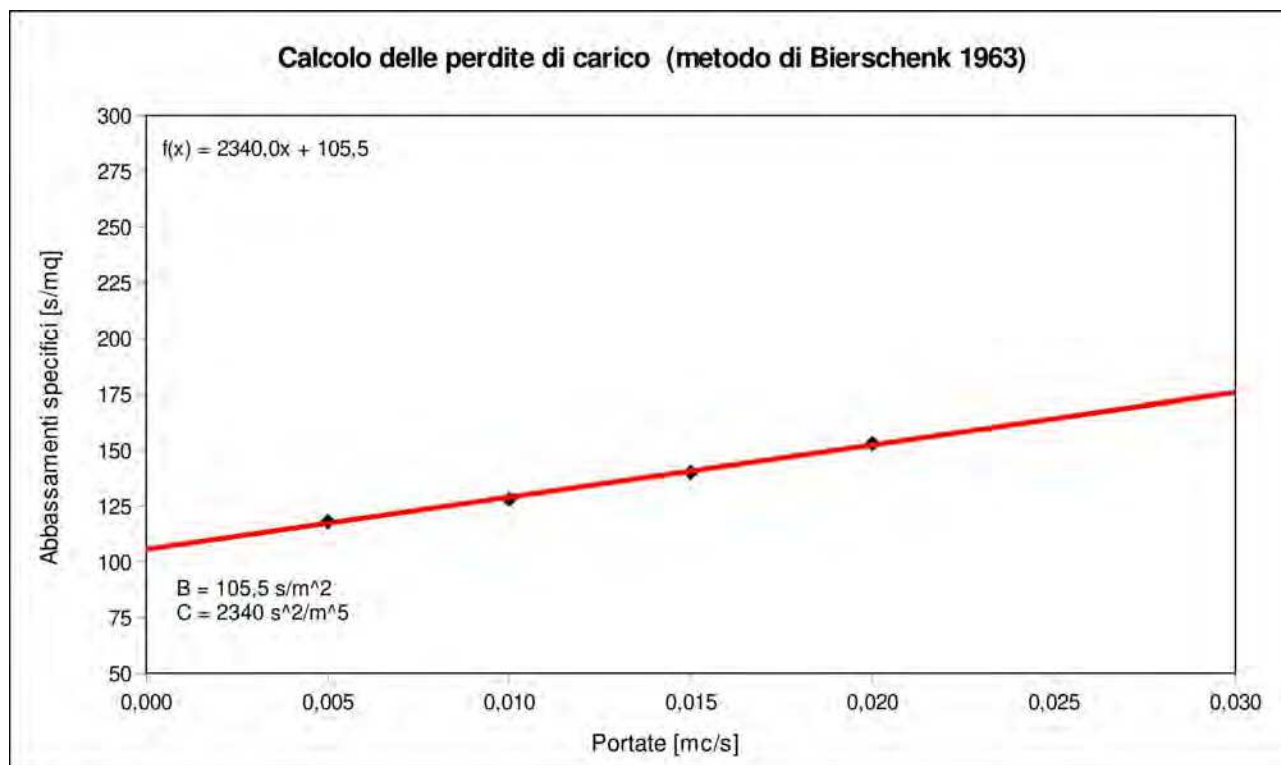


Fig. 5.3 – Calcolo delle perdite di carico.

Le portate specifiche calcolate sono comprese tra 6,5 e 8,5 l/s, valori indice di una buona produttività dell'acquifero e, dal grafico portate specifiche-abbassamenti (fig. 5.4) tipico di una falda libera, 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:

$$Q_s = 8 \text{ l/s/m}$$

Dall'esame della curva caratteristica del pozzo (fig. 5.2) è possibile stimare 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, pari a:

$$Q_c = 19 \text{ l/s}$$

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

$$Q_{ott} = 15 \text{ l/s}$$

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

$$WE = \left(\frac{BQ}{BQ + CQ^2} \right) 100 = 75 \%$$

La valutazione del grado di efficienza del pozzo può essere determinata anche mediante l'indice di turbolenza TIM (Turbulence Index Method secondo l'equazione di Gorla (2004,2005) che alla portata ottimale restituisce un valore di:

$$T.I. = \left[\frac{(CQ^2)}{s} \right] 100 = 9,6 \%$$

a cui corrispondono "perdite di carico per flusso turbolento fortemente ridotte, pozzo molto efficiente".

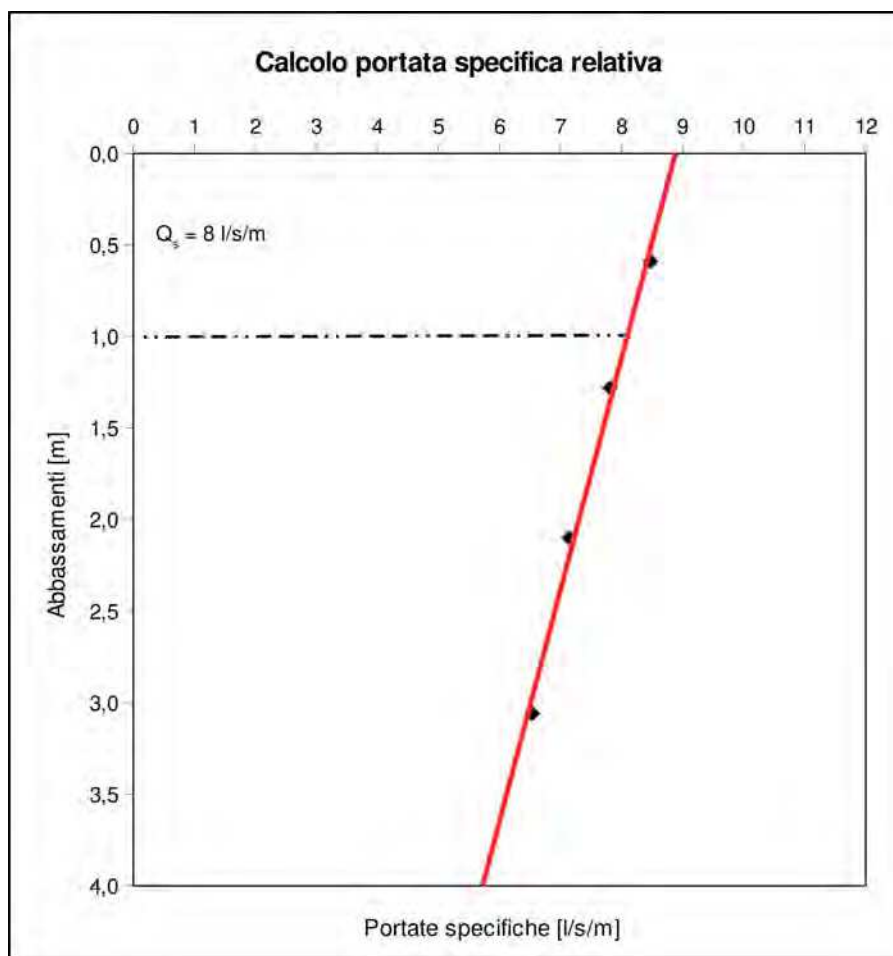


Fig. 5.4 – Calcolo portata specifica relativa.

5.2. Prova di pompaggio a portata costante

La prova di pompaggio a portata costante, che ha la finalità di indagare le caratteristiche idrogeologiche dell'acquifero captato, è stata eseguita tra il 30 maggio e il 1 giugno 2021, ed è consistita in una fase di pompaggio con portata costante di 10 l/s (oggetto della richiesta di concessione) per la durata di 24 h, nel corso della quale si sono misurati gli abbassamenti del livello idrico nel tubicino piezometrico del pozzo, seguita ad una fase di spegnimento della pompa dove si sono misurati gli innalzamenti del livello fino al recupero quasi del 90% del livello statico originario. I valori misurati sono riportati nel dettaglio in Allegato 2 e rappresentati nel grafico di fig. 5.5.

L'analisi della prova a portata costante in discesa è stata eseguita in regime transitorio, utilizzando la tecnica analitica di Cooper-Jacob (1946), una semplificazione del metodo di Theis basata sulla seguente espressione:

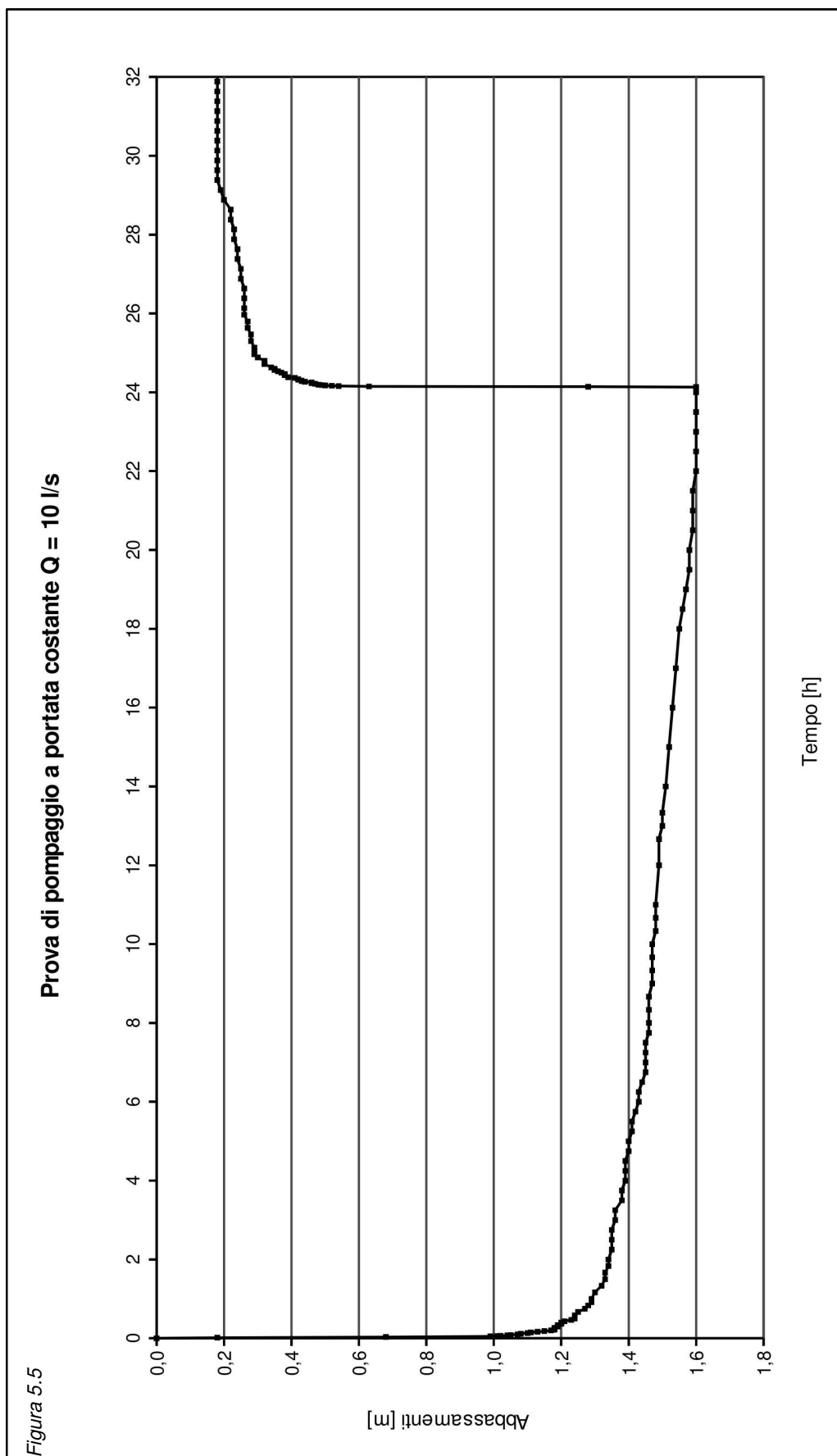
$$s = \left(\frac{2,3Q}{4\pi T} \right) \log \left(\frac{2,25 T t}{S r^2} \right)$$

dove:

- s è l'abbassamento del livello idraulico misurato alla distanza r e al tempo t;
- Q è la portata costante di emungimento, qui pari a 0,010 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. 5.6) tempi-abbassamenti, la trasmissività è fornita dalla seguente uguaglianza:

Acqua Novara.Vco S.p.A.
Nuovo pozzo ad uso potabile Masnera 3, a Colazza (No)
Dimensionamento aree di salvaguardia



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

dove Δs è l'abbassamento per un ciclo logaritmico del tempo.

Il metodo di Cooper-Jacob (1946), anche se elaborato per acquiferi confinati e leaky, può essere adottato anche per l'interpretazione di prove su falde freatiche, purché come nel caso specifico sia rispettata la condizione $s < b/10 \div b/4$ dove b è lo spessore dell'acquifero, con l'accortezza di sostituire il valore dell'abbassamento s registrato in cantiere con quello corretto s' , secondo la seguente formula di Jacob (1963):

$$s' = s - \left(\frac{s^2}{2b} \right)$$

Dal grafico ottenuto è stato possibile ricavare il seguente valore di trasmissività:

$$T = \frac{2,3 \times 0,01}{4\pi \times 0,20} = 9,15 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$



Dalla curva di risalita misurata si evince un buon recupero del livello idrico, indice di una buona capacità di ricarica, in grado di garantire una soddisfacente stabilità del livello freatico nel tempo.

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

6.1. Parametri idrogeologici dell'acquifero captato

I risultati ottenuti dalle prove di pompaggio (cap. 5) hanno confermato il carattere libero dell'acquifero captato, al quale è possibile attribuire il seguente valore di trasmissività :

$$T = 9,15 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$$

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

$$k = \frac{T}{b} = \frac{9,15 \times 10^{-3}}{28,5} = 3,2 \times 10^{-4} \text{ m/s}$$

dove b è lo spessore saturo dell'acquifero (da -5,5 m a -34 m dal p.c.).

6.2. 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:	$Q_c = 19 \text{ l/s}$
Portata ottimale:	$Q_{ott} = 15 \text{ l/s}$
Portata specifica relativa:	$Q_s = 8 \text{ l/s/m}$
Coefficiente delle perdite di formazione:	$B = 105,5 \text{ s/m}^2$
Coefficiente delle perdite di pozzo:	$C = 2.340 \text{ s}^2/\text{m}^5$

Inoltre, in funzione della portata massima d'esercizio oggetto della richiesta di concessione (10 l/s) si sono ottenuti i seguenti valori:

Efficienza del pozzo:	$WE = 75 \%$
Indice di turbolenza:	$TI = 9,6 \%$

Il raggio d'influenza del pozzo (R) è stato determinato graficamente, riportando su un grafico semi-logaritmico le distanze del pozzo dai piezometri di misura, e in ordinata in scala aritmetica i relativi abbassamenti corrispondenti (fig. 6.1). Dopo aver tracciato la retta che unisce i due punti disponibili, è possibile determinare il raggio d'influenza per la portata d'interesse nel punto d'intersezione tra la retta e l'asse delle ascisse ($s = 0$), che nel caso specifico è risultato essere pari a circa 100 m.

<i>distanza da pozzo [m]</i>	<i>livello Statico [m]</i>	<i>livello dinamico [m]</i>	<i>Abbassamento [m]</i>
0,15	6,15	7,72	1,57
16,74	5,47	5,93	0,46



7. VALUTAZIONE DELLA VULNERABILITÀ INTRINSECA DELL'ACQUIFERO CAPTATO

La vulnerabilità intrinseca degli acquiferi consiste nella “*suscettibilità 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).

Per la determinazione del grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero captato è stato applicato il metodo di valutazione di tipo parametrico G.O.D. (Foster et al. 2002), basato sul 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.

L’assegnazione dei corrispettivi punteggi a questi tre parametri in relazione alle locali condizioni idrogeologiche, è riportata nella tabella seguente (tab. 7.1) e ha portato ad attribuire all’acquifero un Indice G.O.D. pari a 0,60, che identifica un alto grado di vulnerabilità.

parametro	valore	punteggio
G	acquifero non confinato	1,000
O	ghiaie e sabbie argillose	0,750
D	soggiacenza della falda: 5-20 m	0,800
Indice G.O.D. = G x O x D		0,600

Tab. 7.1 – Calcolo del grado di vulnerabilità dell'acquifero captato; applicazione metodo G.O.D. (Foster et al. 2002).

Dato l'elevato grado di vulnerabilità dell'acquifero, nel calcolo delle aree di salvaguardia sarà necessario riferirsi all'isocrona 365 giorni.

8. 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. 8.1).

Gruppo	Codice	Descrizione	Rischio principale connesso
3		Attività comportanti detenzione e stoccaggio di materiali pericolosi	
3	E	Aree destinate ad attività produttive, artigianali e commerciali	Aree potenzialmente soggette all'incremento complessivo dei centri di pericolo
3	M	Servizi cimiteriali con inumazioni interrate	Contaminazione per infiltrazione di prodotti di decomposizione
3	N	Bacini idrici per pesca sportiva, nautica, motonautica	Possibile contaminazione per infiltrazione dal fondo del bacino, variabile in relazione alla qualità delle acque di alimentazione e agli usi
3	P	Parcheggi pubblici	Dilavamento delle acque di prima pioggia contaminate
4		Infrastrutture ed aree edificate	
4	A	Aree edificate	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. Aree potenzialmente soggette all'incremento complessivo dei centri di pericolo
4	F	Oleodotti, gasdotti, metanodotti	Rischio connesso a perdite e/o rottura con conseguente fuoriuscita di materiali pericolosi

Tab. 8.1 – Centri di potenziale pericolo.

Come si può osservare, in corrispondenza dell'area di ubicazione del nuovo pozzo non vi sono particolari centri di pericolo ad eccezione del tracciato del metanodotto che transita circa 20 m più ad Ovest, e dell'area cimiteriale ubicata circa 500 m più a Sud rispetto alla direzione di flusso della falda.

Dimensionamento delle aree di salvaguardia

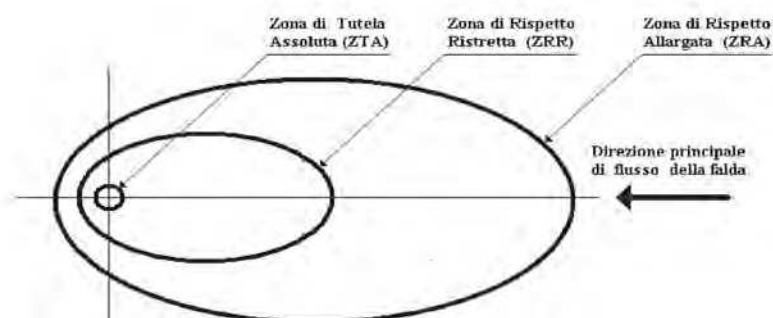
9. DIMENSIONAMENTO DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

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. 6 e 7).

9.1. 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 l'alto grado di vulnerabilità intrinseca dell'acquifero captato (rif. cap. 7), in 365 giorni.

Per il calcolo di dimensionamento delle isocrone è stato utilizzato un valore di portata di 0,010 m³/s (pari a 10,0 l/s), relativo alla portata massima di esercizio richiesta in concessione.

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 dell'abaco di fig. 9.1, 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.

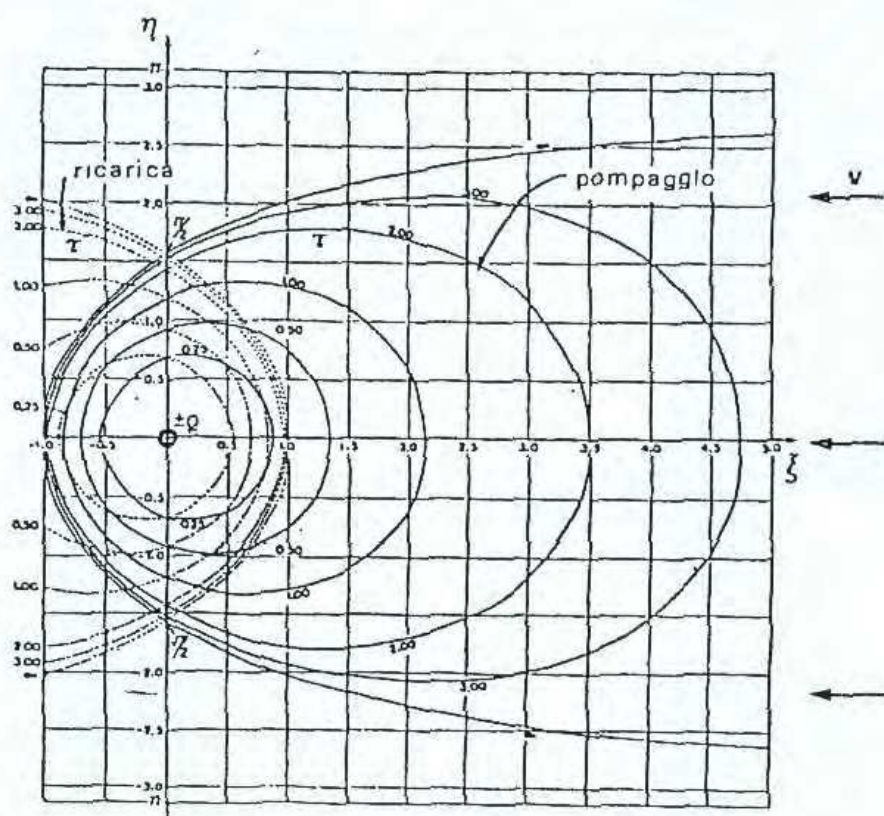


Fig. 9.1 – Abaco di Bear.

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 i quattro 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).

9.2. 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. 6.

La falda captata è di tipo libero, costituita principalmente da ghiaie grossolane e ciottoli/massi, in matrice sabbiosa fine, per uno spessore complessivo (b) di 28,5 m.

Il valore di porosità efficace è stato assunto pari a 0,20 sulla base di valori di letteratura riferiti a granulometrie simili (rif. Morris e Johnson 1967, McWhorter e Sunada 1977, Heath 1983, Devanny et al. 1990, Salonen et al. 2002).

Si è inoltre considerato il valore di gradiente idraulico calcolato nella ricostruzione piezometrica di fig. 3.1, pari a 0,012, mentre, a causa della non perfetta conoscenza della direzione di deflusso della falda, si è considerato l'involuppo tra la direzione della falda dedotta dal rilievo freaticometrico (angolo di 158° con il Nord in senso orario) e la direzione della falda riportata nel vigente studio di definizione delle aree di salvaguardia esistenti per le vicine captazioni idropotabili (angolo di 174° con il Nord in senso orario), attribuendo ad entrambe un'incertezza di $\pm 5^\circ$.

I dati utilizzati nel calcolo delle isocrone sono riportati nella seguente tabella riassuntiva (tab. 9.1).

Parametro		Modalità di determinazione	Valore
Portata massima	Q	Portata massima oggetto di concessione	10 l/s
Gradiente idraulico	i	Rilievo freaticometrico (fig. 3.1)	0,012
Direzione di flusso		Rilievo freaticometrico (fig. 3.1)	NNE-SSW (angolo di $158^\circ \pm 5^\circ$ con il Nord in senso orario)
		Studio definizione aree salvaguardia (Cerri, 2001)	NNE-SSW (angolo di $174^\circ \pm 5^\circ$ con il Nord in senso orario)
Conducibilità idraulica	k	Prove di pompaggio	$3,2 \times 10^{-4}$ m/s
Tramissività	T	Prove di pompaggio	$9,15 \times 10^{-3}$ m ² /s
Spessore dell'acquifero	b	Stratigrafia perforazione	28,5 m
Porosità efficace	n_e	Da letteratura	0,20
Tipologia idraulica		Studio idrogeologico e prove di pompaggio	acquifero libero

Tab. 9.1 – Dati di input utilizzati nel calcolo delle isocrone.

9.3. Risultati ottenuti

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

La rappresentazione grafica della curve calcolate ed il loro involuppo sono riportate in tav. 7, sovrapposte alla BDTRE ingrandita alla scala 1:5.000.

ISOCRONA 60 GIORNI			
τ	6,84072		
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	1,570	0,000	22,844
0,000	-1,570	0,000	-22,844
9,159	0,000	133,264	0,000
-1,000	0,000	-14,550	0,000

ISOCRONA 365 GIORNI			
τ	41,61439		
ξ	η	x [m]	y [m]
0,000	1,571	0,000	22,858
0,000	-1,571	0,000	-22,858
45,453	0,000	661,343	0,000
-1,000	0,000	-14,550	0,000

9.4. Delimitazione delle aree di salvaguardia

Ini Tavola A vengono riportate, sovrapposte alla carta catastale alla scala 1:2.500, le aree di salvaguardia così determinate:

- zona di tutela assoluta (ZTA), definita con criterio geometrico;
- zona di rispetto ristretta (ZRR), definita con l'involuppo delle isocrone di 60 giorni calcolate;
- zona di rispetto allargata (ZRA), definita, in relazione alla alta vulnerabilità dell'acquifero captato, con l'involuppo delle isocrone di 365 giorni calcolate.

Come si può osservare, parte dalle aree così determinate risulta già compreso nella vigente area di salvaguardia delle captazioni di Masnera-pozzo ex-Snam-pozzo Colazza-sorgenti Consorzio, di cui alla Determinazione n°28 del 07.02.2003 della Regione Piemonte. In particolare, nella sovrapposizione cartografica si è fatto riferimento all'elaborato Tavola 6C1/C2 della documentazione tecnica allegata.

Pertanto, in Tavola B è stata riportata la sovrapposizione delle nuove aree di salvaguardia determinate nel presente studio, con le vigenti.

In fine, in tav. 8 è stato redatto un ulteriore elaborato cartografico di dettaglio, alla scala 1:2.500, dove sono evidenziati i centri di pericolo esistenti all'interno delle aree di salvaguardia così delimitate, qui rappresentati unicamente dal tracciato del metanodotto e dal corso del Rio Tiaschella.

Come si evince dall'esame degli stralci di PRGC riportati in Allegato 4, le aree vincolate sono essenzialmente a destinazione d'uso agricola, attualmente quasi essenzialmente boscate.

10. 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.

10.1. Misure di prevenzione previste

La zona di tutela assoluta, contenuta integralmente nel mappale 219 del Foglio 1, 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 attualmente boscate, non si segnala la presenza di particolari centri di pericolo per i quali sia necessario procedere alla loro messa in sicurezza.