



COMUNE DI STRESA
DEFINIZIONE AREE DI SALVAGUARDIA
POZZI IDROPOTABILI IN LOCALITA' STRESA E CARCIANO

Dott. Geol. ANGELICA SASSI
Vic. Brofferio 7 28925 VERBANIA SUNA
Tel 338 6691692
sassiangelica@gmail.com
sassiangelica@epap.sicurezzapostale.it



Elaborato:

STUDIO IDROLOGICO E IDROGEOLOGICO
AI SENSI D.LGS. N.152/06 E REG. N.15/R E S.M.I.

Data:

DICEMBRE 2019

Scala:

Aggiornamento:

Codice:

RIS ROD 1

1. PREMESSA

Le presenti note costituiscono la relazione illustrativa delle indagini eseguite per la caratterizzazione delle condizioni idrogeologiche e di sfruttamento dell'acquifero relative a quattro pozzi ad uso idropotabile siti negli abitati di Stresa e Carciano, in Comune di Stresa.

I pozzi denominati "Roddo 1" (R1), "Roddo 2" (R2) e "Roddo 3" (R3), sono localizzati in fregio alla sponda destra del Rio Roddo, tra il tracciato della s.s.n.33 del Sempione e Via Baveno; data l'estrema vicinanza dei pozzi e le caratteristiche dell'acquifero, essi vanno considerati come un unico campo-pozzi, per cui la valutazione delle aree di salvaguardia verrà eseguita congiuntamente. Il pozzo in località Carciano, denominato "Carciano 1" (C1), è situato circa 350 m a ovest rispetto ai precedenti, ai margini del nucleo storico della frazione omonima; pur pescando nello stesso acquifero di base e conseguentemente utilizzando i dati comuni per la modellizzazione, in questo caso la perimetrazione dell'area di rispetto ristretta risulterà indipendente da quella di Stresa.

Bisogna aggiungere che nell'autunno 2015 il pozzo "Roddo 2" ha subito un collasso con franamento della colonna e conseguente impossibilità di estrarre la pompa. Per questo motivo si sono attivate le procedure previste dal Regolamento regionale n.10/R e s.m.i. (art.27 bis) che hanno permesso la rip perforazione del pozzo stesso nelle immediate vicinanze (a qualche metro di distanza dal precedente). Tale sostituzione è avvenuta nella primavera 2016, e da quel momento il nuovo pozzo è stato denominato "Roddo 2bis".

I pozzi Carciano 1, Roddo 1, Roddo 2 (e conseguentemente Roddo 2bis) sono in possesso di autorizzazione provvisoria alla continuazione del prelievo (concessione preferenziale), assentita con D.D. n.292 del 28/10/02, per un uso potabile (codice pratica n.182 e codice utenza VB10181, intestata a suo tempo al Consorzio Servizi Ecologici del Vergante ora Acqua Novara VCO S.p.A); in particolare essi hanno come riferimento rispettivamente le sigle VB-P-00137 (Carciano C1), VB-P00138 (Roddo R1) e VB-P-00139 (Roddo R2 ora Roddo R2bis).

Per quanto riguarda il pozzo "Roddo 3", pur essendo stato costruito nel 1996 dalla Società Autostrade e perfettamente funzionante, esso è stato utilizzato in passato unicamente in occasione di emergenze idriche, soprattutto in periodo estivo in cui Stresa, come località turistica, presenta i maggiori picchi di utenza, e anche nel periodo di fermo del pozzo Roddo 2 collassato. Attualmente è in corso l'iter della sua autorizzazione in sanatoria, al fine di consentirne un eventuale uso senza provvedimenti ad hoc. Anche per esso quindi viene eseguita la valutazione delle aree di salvaguardia con la massima portata estraibile (considerando perciò la condizione maggiormente cautelativa nella modellizzazione del campo pozzi).

Sui pozzi pubblici alla data odierna sono in vigore i vincoli di salvaguardia e protezione disposti dall'art.21 del D.Lgs.n.152/99, e in particolare è presente, per ciascun pozzo, una zona di rispetto con raggio di 200 m dall'opera di captazione; il presente studio costituisce l'approfondimento necessario per la definizione puntuale delle aree di salvaguardia delle risorse idriche interessate dallo sfruttamento, secondo la normativa in vigore e in particolare quanto disposto dal D.Lgs. 11/05/99 n.152, dalla L.R. n.61/00, dal D.P.R. 29/07/03 n.10/R e dal D.P.R. 11/12/06 n.15/R.

2. METODOLOGIA DI INDAGINE

Sul territorio del Comune di Stresa sono già stati eseguiti dai Dott. Geol. Italo Isoli e Dott.Geol. Angelica Sassi, a partire dalla fine degli anni '80 numerosi approfondimenti per Enti pubblici sia di tipo pianificatorio che idrogeologico; tutte queste conoscenze sono state ampiamente utilizzate per l'esecuzione delle presenti analisi, soprattutto al fine di caratterizzare al meglio l'acquifero.

In particolare gli studi più significativi eseguiti per conto del Comune di Stresa sono stati i seguenti:

- Studio idrogeologico dell'area denominata "località Torbiera" presso Magognino (1986), a firma Dott. Geol. Italo Isoli
- Studio idrogeologico sull'approvvigionamento idrico del Comune di Stresa (1988), a firma Dott.Geol. Italo Isoli
- Studio idrogeologico per definizione zone di tutela assoluta, rispetto e protezione dei pozzi comunali siti in località "la Torbiera" (1990), che non ha mai concluso il suo iter autorizzativo, a firma Idrogeostudio - Dott.Geol. Italo Isoli e Dott.Geol. Angelica Sassi
- Studio idrogeologico per definizione aree di salvaguardia delle risorse idriche (1993), che non ha mai concluso il suo iter autorizzativo, a firma Idrogeostudio - Dott.Geol. Italo Isoli, Dott.Geol. Angelica Sassi, Dott.Geol. Marco Carmine
- Analisi geologica, geomorfologica e geologico-tecnica allegata al progetto preliminare di Variante al P.R.G.C. per adeguamento al P.A.I. del Comune di Stresa (2011) a firma Dott.Geol. Italo Isoli, Dott. Geol. Massimiliano Coretta, Dott.Geol. Stefano Fardelli.
- Studio per la definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi in località Torbiera di Magognino;
- Studio per la definizione delle aree di salvaguardia delle sorgenti Airaga, Campino, Carciano, Fontana Baga, Gruppo Levo e Mattarella.

A questi studi si aggiunge, per conto della Soc. SIN & VE S.r.l. lo "Studio areale per l'individuazione di zone idonee al potenziamento delle fonti idropotabili nel bacino di utenza dell'Alto verghate e Comuni confinanti" (2008), a firma Dott.Ing. Mauro Gattone, Dott.Geol. Italo Isoli, Dott.Geol. Paola Cerri

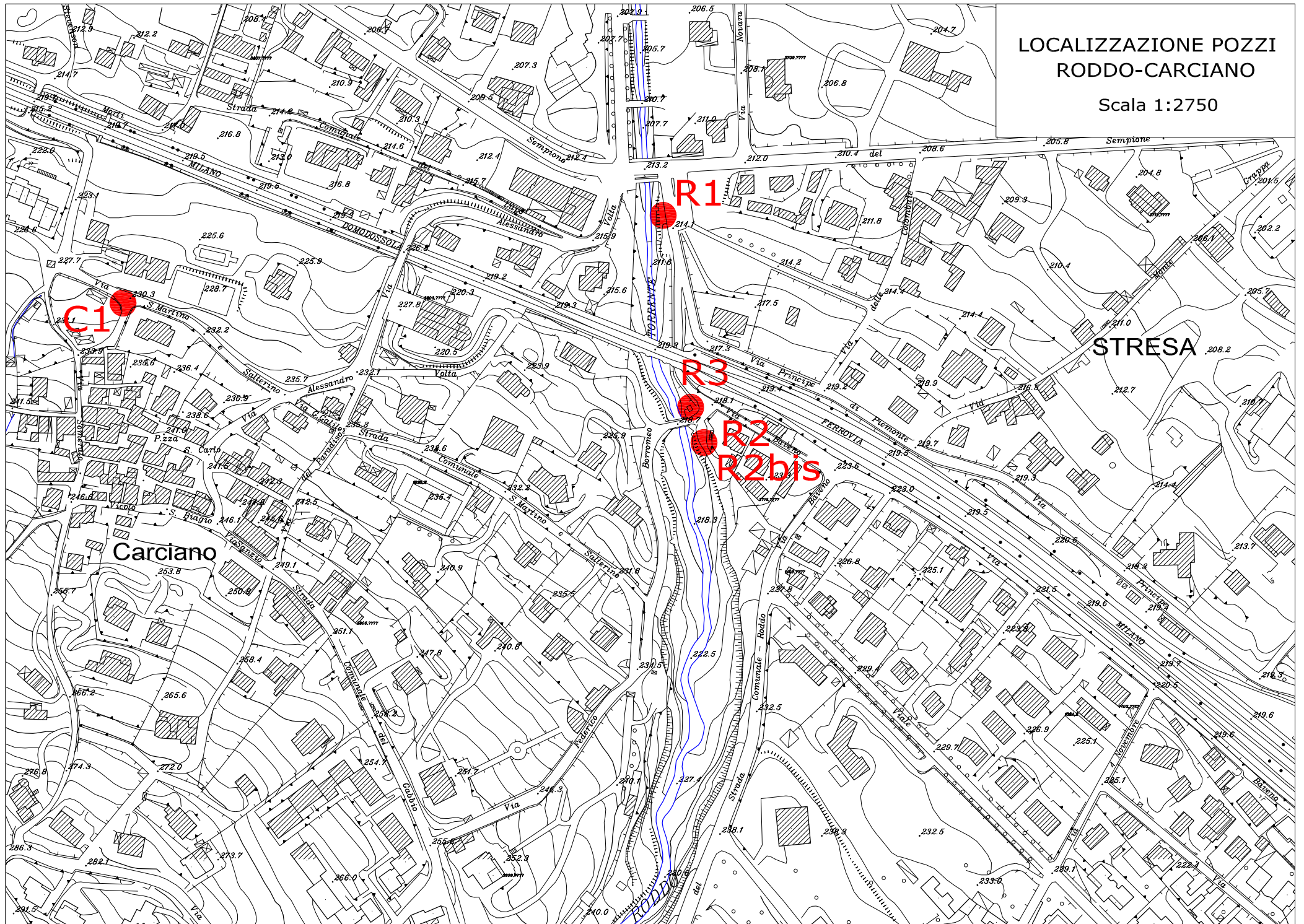
Infine bisogna segnalare due studi eseguiti da HY.M. Studio di Torino per conto della Società Autostrade (1991-1995) e poi per il Comune di Stresa (2000), prima per l'individuazione di fonti di approvvigionamento idrico alternative a quelle venute meno a seguito dell'esecuzione dell'autostrada A26 e successivamente per una prima proposta di definizione dell'area di rispetto del pozzo Roddo 3 individuato come alternativa dal primo studio e trivellato a seguito della prima indagine; tale proposta non è mai stata trasmessa agli organi competenti.

Avendo a disposizione tutti questi approfondimenti, la presente indagine è quindi consistita nei seguenti punti:

- raccolta e analisi di tutti i dati di tipo geologico, geomorfologico, geologico-tecnico e idrogeologico disponibili sull'areale interessato dalle opere di captazione e nelle zone limitrofe fino alle distanze previste dalla normativa specifica per indagini di questo tipo;
- ricostruzione della stratigrafia dei terreni interessati dalla circolazione idrica e della struttura dell'acquifero;
- raccolta dei dati tecnici relativi ai pozzi e di misure di livello e di portata;
- redazione di carte del livello piezometrico e della minima soggiacenza della falda;
- raccolta dei dati relativi a prove di pompaggio;
- interpretazione delle prove disponibili, con definizione dei parametri idrogeologici dell'acquifero;
- calcolo delle isocrone relative ai periodi stabiliti dalla normativa;
- raccolta dati e redazione della carta della vulnerabilità degli acquiferi;
- definizione su base cartografica catastale delle aree di tutela assoluta e di rispetto delle opere di captazione;
- redazione della presente memoria riassuntiva contenente i risultati dell'indagine.

LOCALIZZAZIONE POZZI RODDO-CARCIANO

Scala 1:2750



3. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE

L'areale in esame è situato alla base del versante orientale del Monte Mottarone, caratterizzato da ripide pareti rocciose costituite dagli Scisti dei Laghi affioranti o subaffioranti e da pendii meno acclivi ricoperti da coltri superficiali di varia origine.

Alla base del versante si sviluppano zone a pendenza minore (massimo 11-12°) costituite dalle conoidi terminali dei torrenti montani, la più evidente delle quali è l'apparato conoidale formato dalla parziale coalescenza dei conoidi del T.Roddo e del T.Selvalunga (o Rio Molino).

Un'analisi geomorfologica più approfondita permette di riconoscere in tutto questo paesaggio gli effetti dell'azione di numerosi agenti morfogenetici operanti in fasi successive.

- A) Una fase morfogenetica precedente alle glaciazioni quaternarie (Messiniano), durante la quale l'abbassamento del livello di base dell'erosione, in corrispondenza di periodi di essiccazione del Mediterraneo, ha causato la formazione delle valli principali; a questa fase appartiene sia il solco vallivo del Lago Maggiore sia quelli secondari sui quali sono impostati gli attuali corsi d'acqua. L'originaria forma delle valli principali messiniane è peraltro ben poco conosciuta in quanto in larga misura sepolta sotto imponenti depositi glaciali e alluvionali nonché sotto le acque lacustri, mentre i versanti affioranti sono stati ampiamente modellati dall'esarazione glaciale, dall'azione delle acque correnti e dalla gravità. Si può ragionevolmente ritenere che lo sviluppo di DGPV lungo il versante est del M.Mottarone, delle quali rimangono numerose forme quali trincee, contropendenze e sdoppiamenti di creste che ora è possibile considerare non più attive, abbiano avuto origine durante tale periodo (o perlomeno nel lasso di tempo compreso tra il Messiniano e le glaciazioni pleistoceniche), a causa soprattutto della energia del rilievo molto maggiore rispetto ad oggi, nonché della grande profondità dei canyon messiniani.
- B) Una fase morfogenetica durante le glaciazioni quaternarie: la zona è stata interessata dall'azione erosiva di lingue glaciali provenienti dall'Ossola e dal Ticino (abrasione e modellamento dei versanti rocciosi) e una contemporanea formazione di depositi glaciali, in particolare i depositi laterali sui versanti vallivi. Gli effetti dell'azione glaciale sono chiaramente rilevabili nel profilo longitudinale del versante che si mostra articolato da una serie di gradini e di rotture di pendenza, con tratti subplaneggianti poco estesi.
- C) Una fase posteriore alle glaciazioni durante la quale è avvenuto il ritiro dei ghiacciai, con rielaborazione dei depositi glaciali e formazione dei depositi alluvionali terrazzati, il ringiovanimento dell'erosione idrometeorica, la messa in posto di grosse quantità di depositi di versante, la formazione delle conoidi e delle pianure alluvionali. Già dall'inizio del ritiro dei ghiacciai i torrenti scaricavano i materiali provenienti dall'erosione nella conca lacustre formatasi con l'arretramento del ghiacciaio e quindi una rilevante parte degli apparati conoidali risulta deposta in acqua e ancora attualmente sommersa.

Il conoide del T.Roddo interessa la porzione più settentrionale dell'area su cui insiste l'abitato di Stresa ed è ben evidenziato dalla morfologia dell'area e dal caratteristico fenomeno di avanzamento della linea di costa, in corrispondenza della foce.

Associato a questo conoide principale è rilevabile, parzialmente coalescente ad esso, un conoide di più modesta entità connesso all'attività del T.Selvalunga, affluente in sinistra idrografica del T.Roddo; attualmente il T.Selvalunga scorre in posizione marginale rispetto all'area conoidale in seguito ad un processo di cattura ad opera del T.Roddo, che ne ha provocato un brusco spostamento verso sud dell'alveo. Questa attività torrentizia si è imposta sui più antichi depositi morenici, che costituiscono l'intera porzione di territorio, a debole pendenza, su cui sorge l'abitato di Stresa e la frazione di Carciano.

Poiché tutta la zona di conoide è ampiamente urbanizzata, le osservazioni migliori sono quelle che si effettuano nell'alveo del Torrente Roddo e degli altri corsi d'acqua minori:

- nel T.Roddo a partire dall'apice di conoide fino alla confluenza del T.Selvalunga (Rio Molino) si osservano depositi caotici, grossolani e in parte rielaborati dall'azione delle acque, si tratta di ghiaia con ciottoli, e rari massi con dimensioni massime di circa $1.5-2 \text{ m}^3$; il grado di arrotondamento dei clasti e la selezione sono bassi, con clasti angolosi o subangolosi.;
- allontanandosi dalla parte apicale, circa all'altezza del ponte ferroviario, si nota una diminuzione della granulometria, un passaggio a depositi di ghiaia con sabbia, e si osserva una diminuzione nella percentuale di ciottoli e nelle dimensioni medie dei clasti;
- nel tratto terminale della conoide, dopo il ponte della strada statale, il deposito è formato in prevalenza da sabbia ghiaiosa e il grado di selezione è maggiore così come quello di arrotondamento, con presenza di clasti appiattiti nelle porzioni più distali;
- infine plaghe di depositi sedimentati negli ultimi anni sono ben osservabili nel canale in conoide subito a monte del ponte ferroviario; si tratta di ghiaie con matrice sabbiosa grossolana piuttosto rilevante e sporadica presenza di massi con volumetria media di circa $0,5 \text{ m}^3$.

Tali sedimenti, in particolare le loro caratteristiche tessiturali, fanno propendere per l'origine da fluidi iperconcentrati alternati a processi di trasporto di fondo, mentre è da escludere che tali depositi derivino dalla deposizione del fronte di una colata detritica a causa dell'assenza di massi matrici e di accumuli ad assetto caotico, quanto piuttosto della coda di un debris flow.

Anche per il T.Selvalunga (Rio Molino) l'osservazione dei depositi torrentizi è avvenuta essenzialmente nell'alveo e lungo le fasce spondali. I sedimenti in alveo montano sono dati da ghiaie molto ciottolose con matrice sabbiosa, clast supported, con presenza di massi di dimensioni massime di circa 2 m^3 , caratterizzate da selezione nulla, talora con assetto caotico e clasti poligenici scarsamente arrotondati. Non si sono osservati veri e propri cordoli a gradazione inversa e sono rari gli accumuli di massi metrici; tuttavia sono stati rilevati, ai margini dell'alveo attivo, spaccati di depositi torrentizi più antichi caratterizzati dalla presenza abbondante di massi metrici nella parte sommitale.

Nella porzione medio-apicale dell'alveo in conoide sono presenti depositi dalle medesime caratteristiche di quelli descritti in precedenza, con diminuzione dei massi metrici e della percentuale di ciottoli pluridecimetrici con l'avvicinarsi allo sbocco nel T. Roddo.

Si ritiene che la conoide del Rio Molino sia stata edificata prevalentemente con processi di debris flow. L'osservazione dei depositi in alveo montano e in conoide apicale e medio-apicale, suffragano questa ipotesi benché non si siano osservati indicazioni inequivocabili; la presenza infatti di depositi grossolani con clasti di volume massimo di circa 2 m^3 , è indicativa dello sviluppo di colate detritiche più che di un fluido ipercritico. L'analisi geologica e morfologica del tratto montano del bacino indica la presenza sia di segni di passati dissesti gravitativi in roccia o in depositi che hanno interessato le fasce spondali e l'alveo sia di situazioni ancora potenzialmente destabilizzabili. Tali caratteristiche sommate all'acclività dell'alveo montano chiaramente superiore al 20%, sono tipiche di corsi d'acqua potenzialmente in grado di originare colate detritiche.

4. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE

Al fine di migliorare la caratterizzazione dei terreni sede dell'acquifero sfruttato, nonché di fornire una interpretazione stratigrafica degli stessi, sono stati raccolti tutti i dati disponibili sul sottosuolo, derivanti sia dallo scavo dei pozzi che da prove geognostiche eseguite. Anche i dati disponibili sul sottosuolo sono veramente molto scarsi e sono attribuibili ai seguenti riferimenti.

Stratigrafie pozzi pubblici

Di tutti i pozzi pubblici attuali e dismessi sono disponibili solo le stratigrafie, sia quella originaria che quella derivante dalla rip perforazione, del pozzo denominato "Roddo 2", ora sostituito dal "Roddo 2bis"; ciò permette di caratterizzare stratigraficamente in modo parziale la zona dei pozzi "Roddo", ma lascia incertezza sulla situazione presso il pozzo "Carciano". Tali stratigrafie mostrano alternanze di sabbie e ghiaie fino alla profondità massima di scavo, pari a 53.5 m dal p.c.

Stratigrafie pozzi privati

Sono state recuperate alcune stratigrafie di pozzi realizzati tra gli anni '60 e gli anni '80 del secolo scorso in corrispondenza delle principali strutture alberghiere poste sul litorale di Stresa (la localizzazione è visibile sull'elaborato "Carta idrogeologica"); tali stratigrafie, trascritte con le originarie diciture descrittive, sono le seguenti.

POZZO HOTEL BRISTOL (perforazione 1962 - Impresa Ing. Falcicola)

<i>Prof. (m da p.c.)</i>	<i>Stratigrafia</i>
0.0-0.8	Terra
0.8-1.2	Sabbia e ghiaia
1.2-10.0	Ghiaia e ghiaietto
10.0-30.0	Molta sabbia con poca ghiaia
30.0-40.0	Sabbia e ghiaia
40.0-43.0	Sabbia e ghiaia con sasso macinato
43.0-45.0	Sabbia e ghiaietto

POZZO HOTEL DES ILES BORROMEES (perforazione 1987)

<i>Prof. (m da p.c.)</i>	<i>Stratigrafia</i>
0.0-10.0	Ghiaia e sabbia sporca di argilla
10.0-32.0	Trovanti, ghiaia e sabbia
32.0-43.5	Ghiaia e sabbia
43.5-50.0	Argilla sabbiosa grigia

POZZO HOTEL LA PALMA (perforazione 1962 - Impresa Ing. Falcicola)

<i>Prof. (m da p.c.)</i>	<i>Stratigrafia</i>
0.0-0.7	Terra di coltura
0.7-5.5	Ghiaia con terra
5.5-13.0	Ghiaia e ghiaietto con sabbia
13.0-14.5	Ghiaia e ghiaietto marrone con ossido di ferro
14.5-20.5	Ghiaia e ghiaietto con sabbia
20.5-25.0	Ghiaia e sabbia grigia fangosa
25.0-27.5	Sabbia litorale con tufo
27.5-39.0	Trovanti con limo argilloso
39.0-39.5	Argilla
39.5-42.0	Roccia in massa con trovantelli
42.0-44.0	Roccia in massa con sfogliature

Queste stratigrafie, data la quota pressoché costante di 200 m s.l.m. del piano campagna e le similari profondità di scavo, possono essere considerate l'espressione delle variazioni stratigrafiche dei terreni del conoide nella zona più prossima al lago, con direzione da ONO a ESE.

L'aspetto più evidente che si può notare è che nelle zone più prossime al Torrente Roddo (pozzo Hotel Bristol) i terreni si presentano più "lavati", cioè privi di una componente limoso-argillosa, mentre nella zona più marginale del conoide tali aliquote aumentano.

E allo stesso modo nei due pozzi più orientali sono presenti, a profondità di circa 30-40 m dal p.c., terreni con una considerevole aliquota argillosa, probabilmente a testimoniare la presenza di un livello morenico basale al di sotto dei depositi alluvionali e appoggiato con transizione al substrato; substrato che in effetti è presente presso l'Hotel la Palma ad una profondità di 40 m dal piano campagna attuale.

Sondaggi elettrici verticali (S.E.V.)

3 Sondaggi Elettrici Verticali sono stati eseguiti nel 1991 per il citato studio commissionato all'H.Y.M. Studio di Torino dalla Società Autostrade, anche se poi nella relazione ne vengono riportati solo 2; sono stati eseguiti sul conoide di Carciano (S.E.V. 1) e nella zona medio-distale in destra idrografica del conoide del T.Roddo (S.E.V. 2) e i risultati della loro interpretazione vengono qui testualmente riportati.

S.E.V. N.1

Prof. (m da p.c.)	Resistività (ohm x m)	Interpretazione stratigrafica
0.0-3.8	852	Alluvioni medio grossolane sopra il livello freatico
3.8-15.2	308	Alluvioni medio grossolane in zona satura
>15.2	>10000	Basamento cristallino (micascisti)

S.E.V. N.2

Prof. (m da p.c.)	Resistività (ohm x m)	Interpretazione stratigrafica
0.0-0.6	543	Suolo vegetale
0.6-15.8	1309	Alluvioni in zona non satura
>15.8	486	Alluvioni sature

Nello studio viene inoltre precisato che:

"- nella zona di conoide del rio presso Carciano, la profondità del basamento cristallino si colloca ad una profondità indicativa di 15-16 m dal piano-campagna, mentre lo spessore della zona satura ospitata nelle alluvioni medio-grossolane risulta di circa 10 m;

- nella zona in destra idrografica del medio conoide del T.Roddo, non si riscontra il basamento roccioso entro la massima profondità di indagine raggiunta (25-30 m); la posizione della superficie piezometrica può essere valutata intorno alla profondità di 16 m dal piano-campagna, all'incirca corrispondente con la quota idrometrica media del Lago Maggiore."

Prospezione sismica

Recentemente il Dott.Geol. Epifani ha eseguito una indagine sismica mediante metodo MASW presso il campo sportivo di Stresa, nell'ambito delle indagini geotecniche per la realizzazione del nuovo Istituto Alberghiero E.Maggia, che si trova nella zona apicale del conoide del T.Roddo, in sponda destra dello stesso. Tale indagine ha individuato il substrato roccioso ad una profondità di 15 m dal p.c. attuale.

Sulla base dei dati disponibili è stata redatta la "Carta di inquadramento geologico e idrogeologico" a scala 1:5000 e due sezioni geologiche interpretative.

Da tutti questi dati è possibile formulare le seguenti osservazioni:

- la zona tra Carciano e Stresa costituisce un'area di depositi alluvionali che occupano un'area molto ampia, con una forma a conca delimitata da un lato dai versanti montuosi a substrato affiorante o subaffiorante del Monte Mottarone e dall'altra dall'attuale linea di costa del Lago Maggiore; è formata dalle conoidi coalescenti dei corsi d'acqua che scendono da Mottarone, di cui i tre principali sono il Torrente Selvalunga (o Rio Molino), il Torrente Roddo e il Torrente Fiumetta;
- gli spessori verificati dei depositi alluvionali variano da 10-15 metri nelle zone di apice dei conoidi principali (vedi risultanze indagine sismica e S.E.V.1) fino ad alcune decine di metri nelle aree distali

più orientali (pozzo Hotel la Palma); probabilmente in asse al T.Roddo gli spessori sono sicuramente maggiori rispetto ai 50-60 metri dei pozzi Roddo, legati probabilmente alla presenza di una incisione torrentizia preglaciale (vedi par.3);

- i depositi alluvionali torrentizi sono costituiti da alternanze di sabbie e ghiaie anche molto grossolane; le modalità di deposizione, in parte subaerea e in parte di delta sottolacustre, hanno determinato probabilmente alternanze fra bancate a giacitura orizzontale e livelli tipici di delta a inclinazione verso il bacino lacustre;
- la granulometria media risulta leggermente decrescente con la profondità, probabilmente legata alla grande disponibilità di materiale fine in periodo tardo e immediatamente post-glaciale;
- alla base dei depositi alluvionali dovrebbero essere presenti depositi limoso-argillosi di tipo glaciale o lacustre periglaciale (pozzi Hotel Des Iles Borromees e La Palma), che sovrastano il substrato roccioso, il cui passaggio è sottolineato da sequenze di roccia metamorfica disgregata e alterata.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO E IDROGEOLOGICO

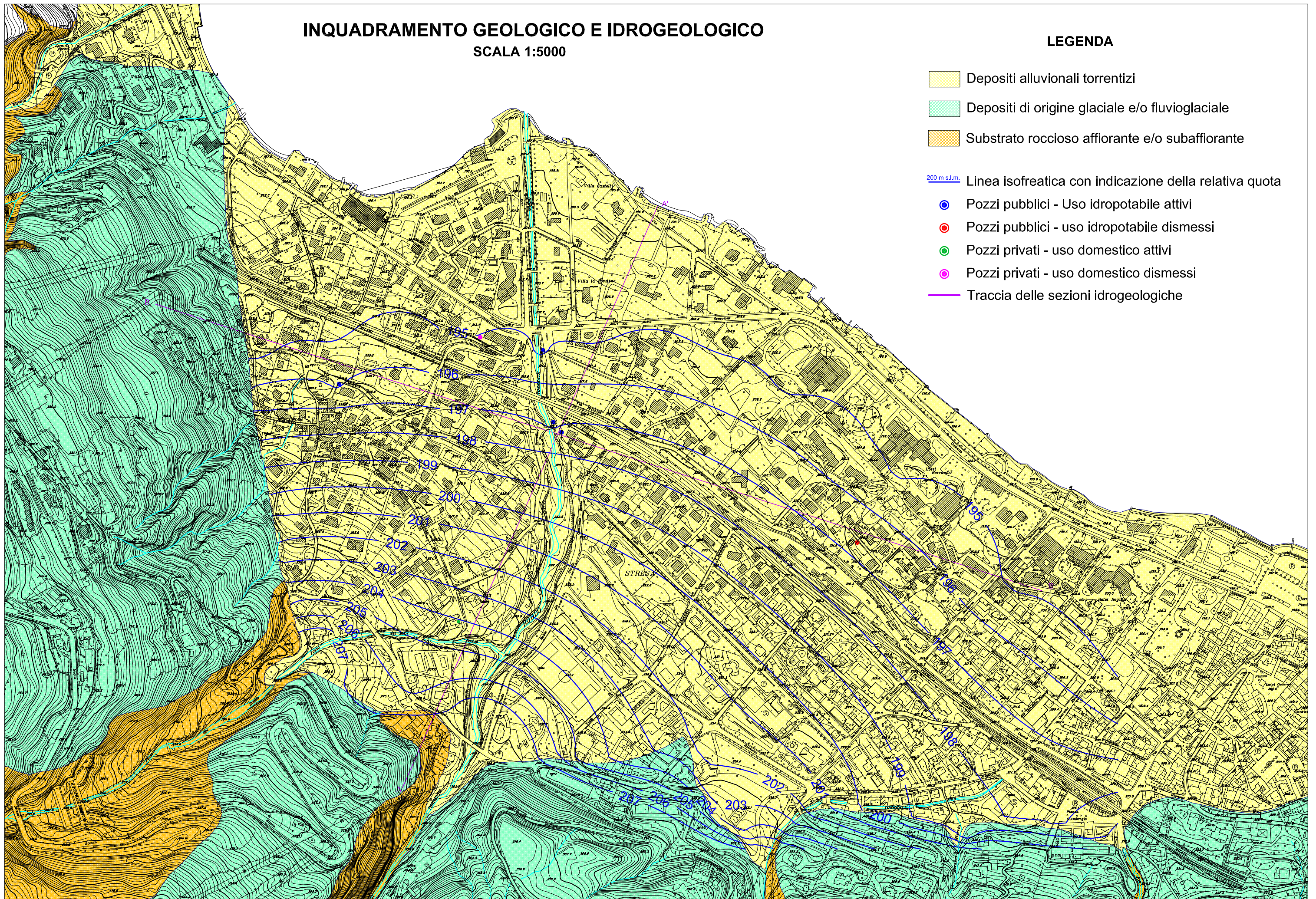
SCALA 1:5000

LEGENDA

-  Depositi alluvionali torrentizi
-  Depositi di origine glaciale e/o fluvio-glaciale
-  Substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante

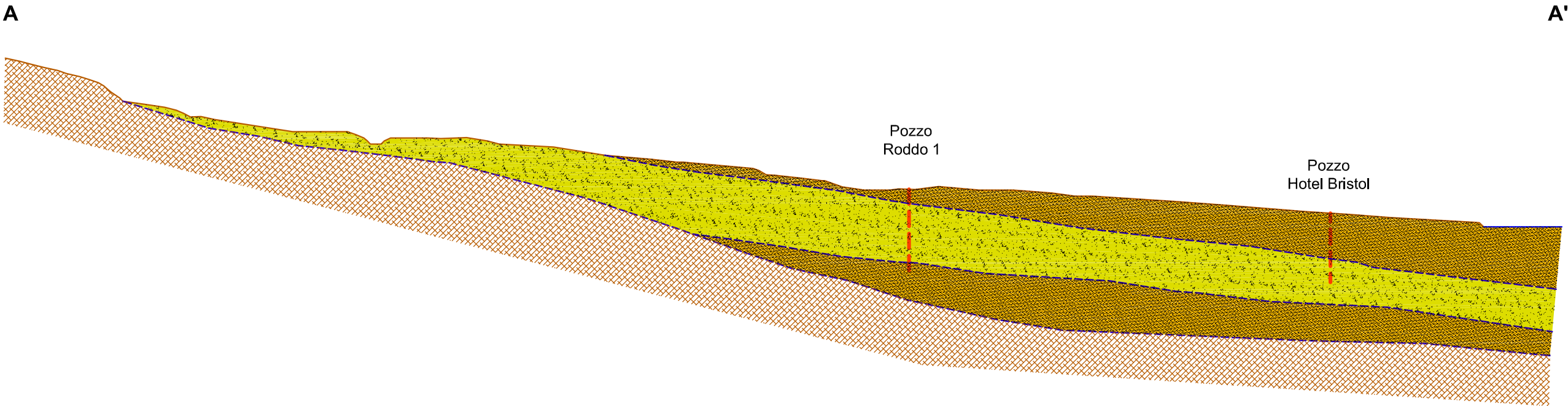
 200 m s.l.m. Linea isofreatica con indicazione della relativa quota

-  Pozzi pubblici - Uso idropotabile attivi
-  Pozzi pubblici - uso idropotabile dismessi
-  Pozzi privati - uso domestico attivi
-  Pozzi privati - uso domestico dismessi
-  Traccia delle sezioni idrogeologiche

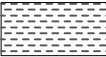


SEZIONI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE
SCALA 1:2500

Sezione A-A'

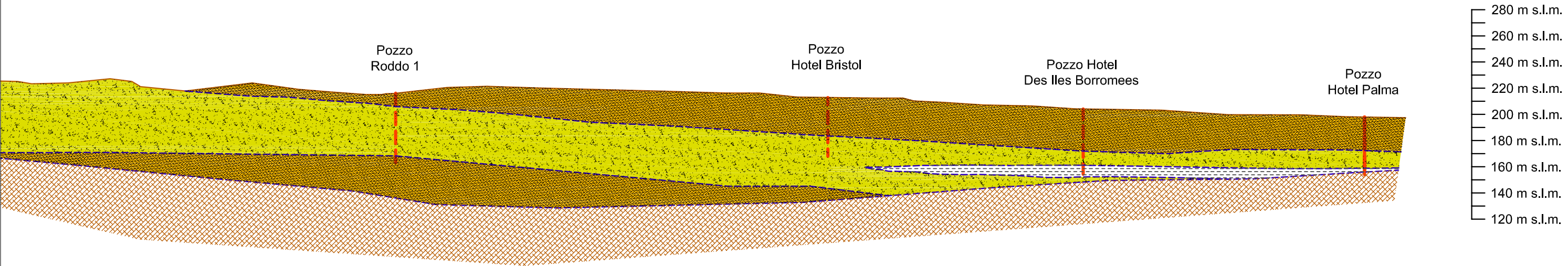


Legenda

- | | | | |
|---|---|---|-------------------------------|
|  | Strati prevalentemente ghiaiosi con subordinata presenza di sabbia e sabbia debolmente limosa |  | Profilo topografico |
|  | Strati prevalentemente sabbiosi con subordinata presenza di ghiaia |  | Limiti presunti |
|  | Argille e argille sabbiose |  | Verticali dei pozzi esistenti |
|  | Substrato roccioso micascistoso | | |

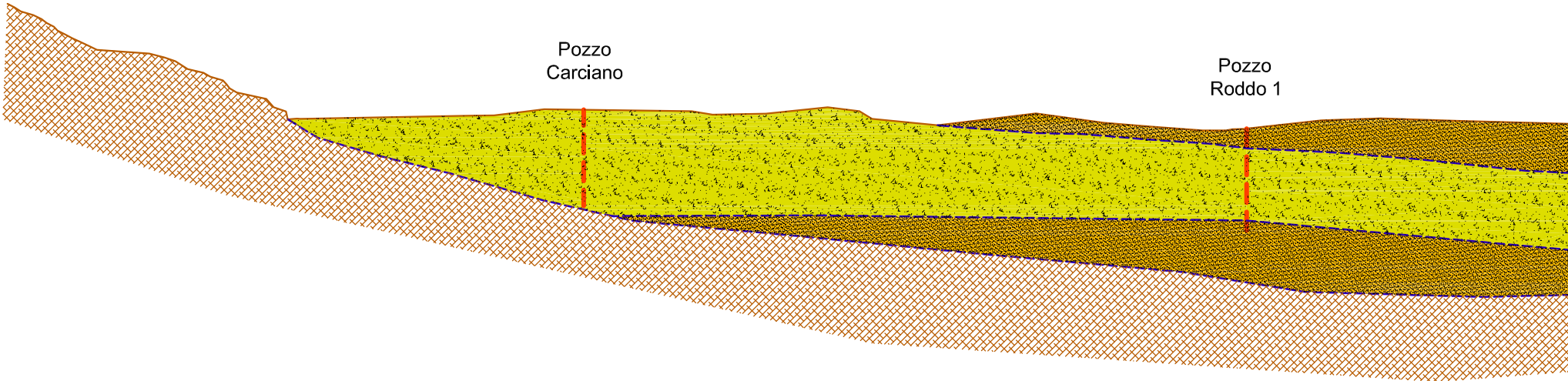
Sezione B-B'

B'



B

Sezione B-B'



Legenda

- Strati prevalentemente ghiaiosi con subordinata presenza di sabbia e sabbia debolmente limosa
- Strati prevalentemente sabbiosi con subordinata presenza di ghiaia
- Argille e argille sabbiose
- Substrato roccioso micascistoso

- Profilo topografico
- Limiti presunti
- Verticali dei pozzi esistenti

SEZIONI GEOLOGICHE E IDROGEOLOGICHE
SCALA 1:2500

STRATIGRAFIA E SCHEMA TECNICO POZZO RODDO 2 DISMESSO

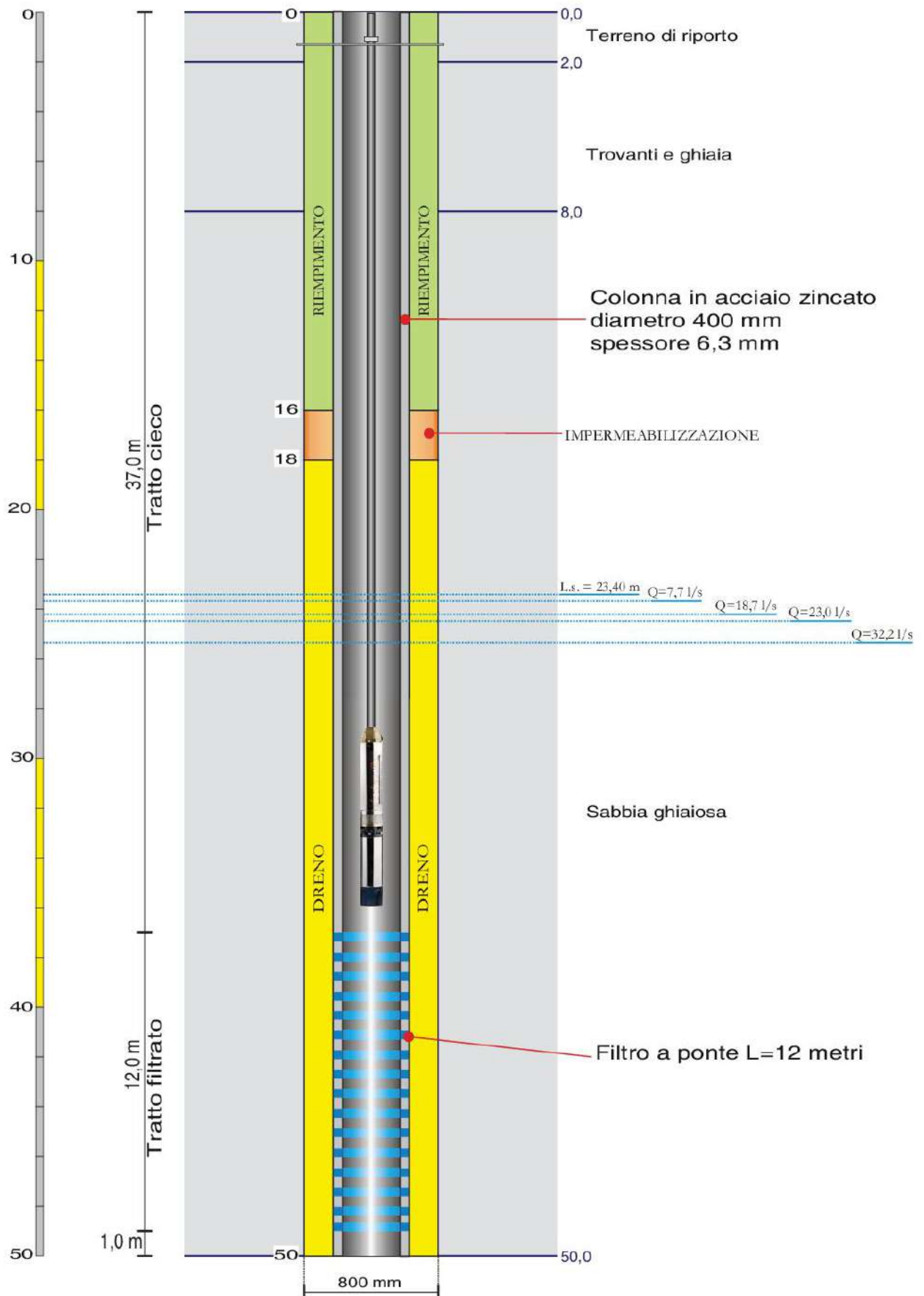
idrogeostudio

geotecnica idrogeologia geologia ambientale

POZZO P1 STRESA	Comune di Stresa
Via Baveno	Quota: 213.5 m s.l.m.
Anno perf.: 1962	Uso: Potabile

scala 1:400	col. produz. (mm)	profondità' (m)	completamento	stratigrafia	profondità' (m)	descrizione
5	350				2.0	Terra di riporto
10						Trovanti e ghiaia
15					9.0	
20						Sabbia e ghiaia con ciottoli
25						
30	300				25.0	Sabbia e ghiaia
35						
40		37.0 38.0				
45		44.0 45.5				
50		51.5			48.0	Ghiaia con poca sabbia
					52.0 53.5	Sabbia e ghiaia sporca

STRATIGRAFIA E SCHEMA TECNICO POZZO RODDO 2BIS



5. CARATTERISTICHE PLUVIOMETRICHE

Nell'areale in esame esistono dati pluviometrici su lungo periodo relativi alle stazioni meteorologiche di Stresa, Alpino, Lesa, che sono dati già elaborati in lavori pubblicati dal C.N.R. – I.R.S.A di Verbania. Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue, la "Carta delle Potenzialità Pluviometriche di 12 mesi" di A.Carollo, F.Contardi, V.Libera, A.Rolla, elaborata sulla base di dati cinquantennali, indica per l'areale in esame precipitazioni medie annue di 1950 mm di altezza di pioggia; nel periodo 1921-1970 si sono avute piovosità massime annue di 3600 mm e minime di 850 mm. Nello stesso periodo il numero medio annuo di giorni piovosi è stato di 80-90. In riferimento al regime delle precipitazioni esistono due minimi in corrispondenza dell'estate e dell'inverno e due massimi in primavera e autunno.

I deflussi sono strettamente legati agli afflussi per cui si usa fare riferimento al rapporto fra deflussi e afflussi (coefficiente di deflusso); tale coefficiente è influenzato dalla permeabilità del terreno, dalla copertura arborea e dalla quota, e varia nel tempo per uno stesso areale in relazione alla stagione, allo stato di imbibizione del terreno, alla temperatura atmosferica.

Gli afflussi medi della zona sono circa 60 l/s per km² di bacino, mentre i deflussi medi superano i 50 l/s per km² di bacino. Si può ritenere quindi in prima battuta che il coefficiente di deflusso sia circa 0.8.

Globalmente le precipitazioni annue possono essere ulteriormente suddivise nel modo seguente:

- il 15-20% si infila nel terreno;
- il 10-15% torna nell'atmosfera per evapotraspirazione;
- il 65-75% crea fenomeni di ruscellamento.

Queste considerazioni valgono in generale su territori abbastanza vasti che comprendono un po' tutte le situazioni di permeabilità.

Su aree più ristrette si possono invece riscontrare grosse differenze e, in particolare, possono esservi zone a bassissima permeabilità in cui tutti i deflussi si esauriscono in periodo piovoso e zone invece in cui in apparenza gli afflussi non danno origine a rilevanti deflussi immediati ma che contribuiscono all'alimentazione di bacini sotterranei (fratture o rocce permeabili per porosità) i quali cedono poi nel tempo l'acqua immagazzinata sotto forma di sorgenti.

6. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE GENERALI DELL'AREALE

L'areale in cui insistono i pozzi oggetto di indagine è costituito, come già più volte detto, dalle conoidi coalescenti dei torrenti Selvalunga e Roddo, i cui bacini imbriferi si spingono sul versante del Monte Mottarone fino alla zona dell'Alpino.

Il bacino del T.Roddo che interessa, oltre al territorio comunale di Stresa anche quello del Comune di Gignese, presenta un pattern idrografico di tipo subdendritico, caratterizzato da due rami principali che confluiscono a quota 310 m s.l.m. dando origine ad un alveo principale di lunghezza di circa 1.5 km; i due rami presentano direzione preferenziale SO-NE ed andamento subparallelo tra loro.

Il bacino del T. Selvalunga (Rio Molino) risulta essere di poco inferiore a quello del T.Roddo; anch'esso presenta un pattern idrografico di tipo subdendritico, caratterizzato da due rami principali nella parte più elevata del bacino che confluiscono circa a quota 300 m s.l.m., dando origine ad un alveo principale che prosegue fino a sfociare nel T.Roddo; con tutta probabilità, data la forma del conoide attribuibile al T.Selvalunga, la eventuale confluenza avveniva in passato ad una quota minore rispetto alla precedente, e la posizione attuale è probabilmente legata ad una "cattura" del T.Roddo, forse legata ad intasamenti dell'alveo originario del T.Selvalunga.

In ogni caso i due torrenti, a partire dalla zona apicale di conoide poste al termine dell'incisione valliva, scorrono sui propri depositi permeabili e, come del resto visibile anche dalla progressiva diminuzione delle portate idriche nelle aste, alimentano la falda con perdite di subalveo su tutte le tratte a fondo naturale.

I depositi alluvionali di conoide presentano una permeabilità che varia notevolmente, da medio-alta o addirittura altissima (sedimenti grossolani sciolti e privi di matrice fine), a medio-bassa (depositi sabbiosi, sabbioso-limosi). Nel caso dei depositi ghiaioso-sabbiosi la permeabilità può essere considerata medio-alta ($k=10^{-2}-10^{-4}$ m/s). Data l'assenza all'interno di questi depositi di livelli a bassa permeabilità dotati di sufficienti spessori ed elevata continuità orizzontale si considera solitamente la zona satura come un unico acquifero, costituito da una falda freatica alimentata in parte dall'infiltrazione superficiale ma soprattutto dalle perdite di subalveo dei torrenti Selvalunga, Roddo e Fiumetta, con variazioni del livello piezometrico in relazione sia alle variazioni di portata dei corsi d'acqua sia alle oscillazioni del livello lacustre, che costituisce il livello di base dei torrenti e della falda; tale relazione è tanto meno diretta quanto più ci si allontana da tale livello di base.

La direzione di flusso delle acque sotterranee è dalle zone apicali di conoide (dove inizia l'infiltrazione in subalveo entro i depositi superficiali permeabili) verso il lago. La presenza di pozzi di emungimento, sia pubblici che privati, costituisce, con la creazione di coni di influenza, la maggior distorsione da questi percorsi; ma data l'alta permeabilità dei terreni tale influenza è in genere limitata alle vicinanze dei pozzi in funzione.

Per quanto riguarda le profondità dei livelli piezometrici dal piano campagna, esse sono in genere di almeno una decina di metri, tranne ovviamente nella zona apicale dei conoidi e nella fascia più prossima al bacino lacustre, che costituisce il livello di base della falda.

7. SCHEDE DEI POZZI

Attualmente il Comune di Stresa utilizza a scopo idropotabile sia emergenze sorgentizie sia pozzi di emungimento. In particolare le acque provenienti dai pozzi Roddo e Carciano inviano le loro acque sia direttamente in rete che nei serbatoi, rispettivamente, di Stresa e Carciano. Il sistema di approvvigionamento idrico negli ultimi decenni è stato gestito dalla società SIN & VE S.r.l., poi sostituita da Acqua Novara V.C.O. S.p.A.

Di seguito verranno dettagliati i dati tecnici e idrogeologici disponibili dei pozzi Roddo e Carciano; per quanto riguarda il pozzo Roddo 2 dismesso, nell'ambito dei lavori di riperforazione dello stesso e sua completa sostituzione sono state previste anche le operazioni di sigillatura completa della vecchia perforazione.

Secondo le recenti Linee Guida per la chiusura e il ricondizionamento dei pozzi tale pozzo è di tipo A, e la metodologia utilizzata per la chiusura è stata del tipo 1A_a, consistente sostanzialmente in:

- rimozione delle attrezzature e verifica dell'assenza di materiali inquinanti;
- riempimento della colonna del pozzo con materiale inerte fino a circa 1.5 m dalla base avampozzo;
- creazione di una chiusura in cemento per il restante spazio fino a p.c.

OPERA DI CAPTAZIONE		POZZO RODDO 1	
Dati topografici:			
Ubicazione:		Baveno, Via Principe di Piemonte	
Riferimento catastale (NTC):		Comune Stresa Fg.37 mapp. viabilità	
Quota p.c.:		214.0 m s.l.m.	
Quota base avampo:		211.9 m s.l.m.	
Quota testa pozzo:		212.35 m s.l.m.	
Dati amministrativi			
Proprietario o gestore:		Acque Novara VCO S.p.A.	
Uso:		Idropotabile	
Esecutore:		Non conosciuto	
Anno di perforazione o inizio esercizio:		1963	
Dati tecnici			
Metodo di perforazione:		Non conosciuto	
Diametri di perforazione:		Non conosciuto	
Profondità massima da p.c.:		60.5 m	
Diametro colonna di produzione:		300 mm	
Materiale colonna di produzione:		Non conosciuto	
Tipo e posizione filtri da p.c.:		Non conosciuto	
Cementazioni:		Non conosciute	
Portata massima in concessione:		25 l/s	
Regime massimo di emungimento:		24 h/giorno	
Invio acque:		Rete e serbatoio di Stresa	
Documentazione fotografica			
		POZZO RODDO 1 VEDUTA ESTERNA	
		POZZO RODDO 1 TESTA POZZO	

[illegible]

3 superi

OPERA DI CAPTAZIONE		POZZO RODDO 2 DISMESSO	
Dati topografici:			
Ubicazione:		Stresa, Via Baveno	
Riferimento catastale (NTC):		Comune Stresa Fg.37 mapp.126	
Quota p.c.:		218.7 m s.l.m.	
Quota base avampo:		216.15 m s.l.m.	
Quota testa pozzo:		216.45 m s.l.m.	
Dati amministrativi			
Proprietario o gestore:		Acque Novara VCO S.p.A.	
Uso:		Idropotabile	
Esecutore:		Ing. Giuseppe Falciola S.n.c. - Milano	
Anno di perforazione o inizio esercizio:		1962	
Dati tecnici			
Metodo di perforazione:		Non conosciuto	
Diametri di perforazione:		Non conosciuto	
Profondità massima da p.c.:		53.5 m	
Diametro colonna di produzione:		350 mm da 0.0 m a 37.0 m 300 mm da 37.0 m a 53.5 m	
Materiale colonna di produzione:		Non conosciuto	
Tipo e posizione filtri da p.c.:		da 38.0 m a 44.0 m (filtri a quinconce) da 45.5 m a 51.5 m (filtri a ponte 4x40)	
Chiusura:		Riempimento di materiale inerte e cementazione sommitale, come da disposti di legge	
Portata massima in concessione:		-----	
Regime massimo di emungimento:		-----	
Invio acque:		-----	
Documentazione fotografica			
		POZZO RODDO 2 VEDUTA ESTERNA	
POZZO RODDO 2 DISMESSO TESTA POZZO PRIMA DELLA CHIUSURA			

OPERA DI CAPTAZIONE		POZZO RODDO 2BIS IN ATTIVITA'	
Dati topografici:			
Ubicazione:		Stresa, Via Baveno	
Riferimento catastale (NTC):		Comune Stresa Fg.37 mapp.165	
Quota p.c.:		219.1 m s.l.m.	
Quota base avampo:		216.90 m s.l.m.	
Quota testa pozzo:		217.20 m s.l.m.	
Dati amministrativi			
Proprietario o gestore:		Acque Novara VCO S.p.A.	
Uso:		Idropotabile	
Esecutore:		Idrotecnica Mantovani S.r.l. - S.Giuliano Milanese	
Anno di perforazione o inizio esercizio:		2016	
Dati tecnici			
Metodo di perforazione:		Percussione	
Diametri di perforazione:		800 mm	
Profondità massima da p.c.:		50.0 m	
Diametro colonna di produzione:		400 mm da 0.0 m a 50.0 m	
Materiale colonna di produzione:		Acciaio zincato	
Tipo e posizione filtri da p.c.:		da 37.0 m a 49.0 m (filtri a ponte Johnson)	
Cementazioni:		da 16.0 m a 18.0 m	
Portata massima in concessione:		30 l/s	
Regime massimo di emungimento:		24 h/giorno	
Invio acque:		Rete - serbatoio di Stresa	
Documentazione fotografica			
		POZZO RODDO 2BIS VEDUTA ESTERNA	
POZZO RODDO 2BIS TESTA POZZO			

OPERA DI CAPTAZIONE		POZZO RODDO 3	
Dati topografici:			
Ubicazione:		Stresa, Via Baveno	
Riferimento catastale (NTC):		Comune Stresa Fg.37 mapp.125	
Quota p.c.:		218.6 m s.l.m.	
Quota base avampo:		216.9 m s.l.m.	
Quota testa pozzo:		217.5 m s.l.m.	
Dati amministrativi			
Proprietario o gestore:		Acque Novara VCO S.p.A.	
Uso:		Idropotabile	
Esecutore:		Non conosciuto su mandato Autostrade S.p.A.	
Anno di perforazione o inizio esercizio:		1996	
Dati tecnici			
Metodo di perforazione:		Percussione in semirotazione	
Diametri di perforazione:		600 mm	
Profondità massima da p.c.:		60.0 m	
Diametro colonna di produzione:		406 mm	
Materiale colonna di produzione:		Acciaio calandrato e doppiamente bitumato	
Tipo e posizione filtri da p.c.:		Anelli in acciaio zincato tipo Johnson (luce fenestr. 0.5 mm in tratto sup. e 0.3 mm in tratto inf.) da 21.0 m a 55.0 m	
Cementazioni:		Tamponatura con argilla: da 0.0 m a 21.0 m da 55.0 m a 60.0 m	
Portata massima in corso di autorizzazione:		25 l/s	
Regime massimo di emungimento:		24 h/giorno	
Invio acque:		Rete e serbatoio di Stresa	
Documentazione fotografica			
		POZZO RODDO 3 VEDUTA ESTERNA	
POZZO RODDO 3 TESTA POZZO			

OPERA DI CAPTAZIONE	POZZO CARCIANO 1
Dati topografici:	
Ubicazione:	Carciano, Via San Martino
Riferimento catastale (NTC):	Comune Stresa Fg.38 mapp.viabilità
Quota p.c.:	230.3 m s.l.m.
Quota base avampo:	229.15 m s.l.m.
Quota testa pozzo:	228.25 m s.l.m.
Dati amministrativi	
Proprietario o gestore:	Acque Novara VCO S.r.l.
Uso:	Idropotabile
Esecutore:	Non conosciuto
Anno di perforazione o inizio esercizio:	Non conosciuto
Dati tecnici	
Metodo di perforazione:	Non conosciuto
Diametri di perforazione:	Non conosciuto
Profondità massima da p.c.:	stimata 50.0 m
Diametro colonna di produzione:	300 mm
Materiale colonna di produzione:	Non conosciuto
Tipo e posizione filtri da p.c.:	Non conosciuto
Cementazioni:	Non conosciute
Portata massima in concessione:	15 l/s
Regime massimo di emungimento:	24 h/giorno
Invio acque:	Rete e serbatoio di Carciano
Documentazione fotografica	



POZZO CARCIANO 1
VEDUTA ESTERNA E TESTA POZZO

/ Superi

8. VALUTAZIONI GENERALI SULL'ACQUIFERO SFRUTTATO

Prima di entrare nel merito delle valutazioni puntuali sulla situazione idrodinamica dei pozzi oggetto di studio vengono di seguito riassunti gli aspetti fondamentali dell'acquifero alimentante i pozzi stessi, alcuni in parte già evidenziati nei paragrafi precedenti.

- L'acquifero risulta sfruttato per approvvigionamento idrico di tipo potabile e industriale fin dagli anni '60 del secolo scorso.
- L'acquifero è di tipo freatico non protetto, in quanto non esistono livelli a bassa permeabilità dotati di sufficienti spessori ed elevata continuità orizzontale tali da costituire efficaci barriere o setti separatori all'interno dei depositi alluvionali.
- L'acquifero possiede un serbatoio costituito dai depositi alluvionali antichi e recenti della conoide coalescente dei torrenti Selvalunga, Roddo e Fiumetta, che parte dalle zone di sbocco delle rispettive forre in roccia e giunge fino ad immergersi nel Lago Maggiore con una struttura subacquea; i materiali che la compongono sono costituiti da sequenze di ghiaie, sabbie ed elementi più grossolani, solo raramente con matrice limosa e ciò soprattutto in corrispondenza della fascia più prossima all'attuale bacino lacustre.
- L'acquifero è contenuto e delimitato entro un substrato roccioso, frequentemente sovrastato da limi e limi argillosi di origine glaciale di fondo o glacio-lacustre. La morfologia di questa base impermeabile è degradante verso il lago e incisa da uno o più paleoalvei scavati nella roccia in epoca preglaciale. Anche le poche evidenze disponibili (SEV 1 e rilievo sismico a monte, sequenza detritica in corrispondenza dei pozzi esistenti) mostrano come l'approfondimento del substrato avvenga su distanze relativamente brevi.
- Gli spessori dell'acquifero sono massimi nella zona più prossima al bacino lacustre e in corrispondenza dell'asse del T.Roddo (dove probabilmente era situato un antico canyon messiniano).
- L'alimentazione dell'acquifero è dovuta in parte all'infiltrazione superficiale ma soprattutto dalle perdite di subalveo dei torrenti Selvalunga, Roddo e Fiumetta e degli altri rii minori provenienti dal versante, con variazioni del livello piezometrico in relazione sia alle variazioni di portata dei corsi d'acqua sia alle oscillazioni del livello lacustre, che costituisce il livello di base dei torrenti e della falda. Una valutazione sull'entità dell'infiltrazione, eseguita su corsi d'acqua similari, porta ad ottenere valori variabili fra 5 e 10 cm³ per m² al secondo.
- La modellizzazione dell'acquifero, necessaria per definire le aree di salvaguardia dei pozzi, risulta quindi di tipo complesso, con assi di alimentazione principale rappresentato dalle perdite di subalveo lungo le tratte naturali degli alvei dei corsi d'acqua, la possibilità di notevoli escursioni del livello statico della falda legato alle altrettanto notevoli escursioni del livello lacustre (con variazioni anche di quasi 5 metri fra le minime e le massime), e due zone di emungimento, una minore a Carciano e una più concentrata in corrispondenza dei pozzi Roddo.

9. VALUTAZIONI IDROGEOLOGICHE PRESENTI NEGLI STUDI PRECEDENTI

Valutazioni idrogeologiche nell'elaborato HY.M. Studio del 1995

Al punto 5.2. di questo studio, relativamente alle possibilità di incremento degli emungimenti dai due pozzi allora esistenti in zona Roddo (Roddo 1 e Roddo 2) vengono riportate le misure di livello statico e dinamico effettuate sui due punti di prelievo, così riassumibili:

	RODDO 1	RODDO 2
Livello statico (m)	17.20	20.40
Livello dinamico (m)	18.90	22.25
Portata prova (l/s)	40.0	27.0

Sulla base di questi dati

"si possono dedurre i seguenti valori di portata specifica dei pozzi, da cui, in primissima approssimazione per un approccio quantitativo al problema, applicando il coefficiente di trasformazione (Logan, 1964), si ottengono i valori di trasmissività dell'acquifero di seguito riportati.

	RODDO 1	RODDO 2
Portata specifica (l/sxm)	23.53	14.60
Trasmissività (m^2/s)	2.86×10^{-2}	1.78×10^{-2}
Permeabilità (m/s)	4.1×10^{-4}	4.4×10^{-4}

Il valore lievemente superiore di trasmissività del pozzo Roddo 1 dipende dalla maggiore potenza della zona satura. A tale proposito si può notare come i valori di permeabilità dell'acquifero siano pressoché analoghi.

In base ai valori sopra riportati, sempre nell'ottica di un primo approccio quantitativo al problema di potenziamento del campo pozzi, è possibile valutare il raggio di influenza delle due captazioni, utilizzando le seguenti formule empiriche:

$$\begin{aligned} a) R &= 3000 a K^{1/2} \text{ (Bear, 1979)} \\ b) R &= 575 a (HK)^{1/2} \text{ (Bear, 1979)} \end{aligned}$$

dove:

R = raggio di influenza (m) a = abbassamento (m)
 K = coefficiente di filtrazione (m/s) H = carico iniziale (m)

I valori ottenuti applicando le relazioni a e b sono i seguenti:

$$\begin{aligned} a) \quad R \text{ (Roddo 2)} &= 116 \text{ m} & R \text{ (Roddo 1)} &= 103 \text{ m} \\ b) \quad R \text{ (Roddo 2)} &= 128 \text{ m} & R \text{ (Roddo 1)} &= 130 \text{ m} \end{aligned}$$

Non potendo eseguire più prove di pompaggio, per l'impossibilità di fermare i pozzi, nell'ambito dello studio citato:

"ci si è dovuti limitare ad eseguire una prova di pompaggio a gradini, sul pozzo 1 ("Roddo 1"), con le seguenti finalità:

- verificare i valori di portata specifica, dati alla base delle valutazioni precedentemente svolte;
- determinare la curva caratteristica del pozzo, al fine di valutare la possibilità di emungere portate superiori a quelle attualmente erogate.

La prova, costituita da quattro gradini di un'ora ciascuno a portata costante (con risalita al termine del pompaggio), è stata eseguita nella notte tra il 14 e il 15-6-91."

Non avendo i dati numerici originari in allegato alla presente relazione sono presenti i tre diagrammi presenti nello studio, e in particolare:

- curva tempo/livello dinamico durante il pompaggio
- curva tempo/livello durante la risalita al termine della prova
- curva caratteristica

Dai risultati di tale prova lo studio deduce che è possibile incrementare ulteriormente la portata emunta in quanto le perdite di carico, anche alla maggiore portata di prova, appaiono trascurabili.

Valutazioni idrogeologiche nell'elaborato HY.M. Studio del 2000

HY.M. Studio nell'anno 2000 ha altresì realizzato un ulteriore studio per la valutazione dell'area di rispetto del pozzo Roddo 3; di seguito vengono testualmente riportati gli aspetti relativi alla caratterizzazione dell'acquifero.

"Per la ricostruzione del campo di moto della falda freatica, è stato eseguito un censimento delle captazioni di acque sotterranee presenti nell'ambito del conoide del T.Roddo, accessibili ai fini delle misure di livello piezometrico. Dei quattro pozzi presenti, pertinenti all'acquedotto comunale, soltanto il pozzo "Carciano" ... non è risultato idoneo per l'esecuzione di misure di livello, in relazione alle condizioni di completamento superficiale. Gli altri tre punti di misura del livello piezometrico (pozzi "a", "b" di Via Baveno e pozzo "c" di Via Borromeo) risultano per contro particolarmente significativi, in quanto sono allineati secondo una direttrice lungo l'asse del T.Roddo lungo buona parte del settore di conoide.

Tenuto conto del particolare contesto idrogeologico nel quale si opera, è stata eseguita una livellazione topografica finalizzata a definire le quote piezometriche assolute, utilizzando come livello di base la superficie del Lago Maggiore, il cui pelo libero è stato rilevato all'idrometro gestito dall'Istituto Idrobiologico di Pallanza.

Mediante tale modalità operativa è stato possibile ottenere un profilo piezometrico, rapportato al livello idrometrico del lago, in condizioni di livello quasi-statico nei pozzi; questo assetto è stato raggiunto mediante lo spegnimento delle pompe nella fase antecedente alla lettura di livello della falda, per il massimo intervallo di tempo raggiungibile nelle attuali condizioni di assetto dinamico degli impianti dell'acquedotto comunale. Nella tabella seguente sono riportate le quote piezometriche determinate secondo i criteri sopraesposti.

<i>Punto di riferimento misura (m s.l.m.)</i>	<i>Misura di soggiacenza (m)</i>	<i>Quota piezometrica (m s.l.m.)</i>
216.28	20.80	195.48
219.14	24.63	194.51
210.94	18.46	192.48

Tabella 1 -Quote piezometriche di riferimento nei pozzi (10.04.2000: Lago Maggiore m s.m. 193.35)"

Non essendo presente nella tabella originaria il riferimento specifico al nome del pozzo si presume che i tre valori in sequenza si riferiscano rispettivamente ai pozzi Roddo 2 - Roddo 3 - Roddo 1 secondo la denominazione prevista nel presente studio.

Da notare come il livello semistatico del pozzo Roddo 1 sia di 192.48 m s.l.m., cioè di 0.87 m più basso rispetto al livello di base della falda in quel giorno (livello Lago Maggiore) ad indicare la non staticità della misura.

H.Y.M. STUDIO - POZZO RODDO 2 (ORA DISMESSO) - PROVA DI POMPAGGIO

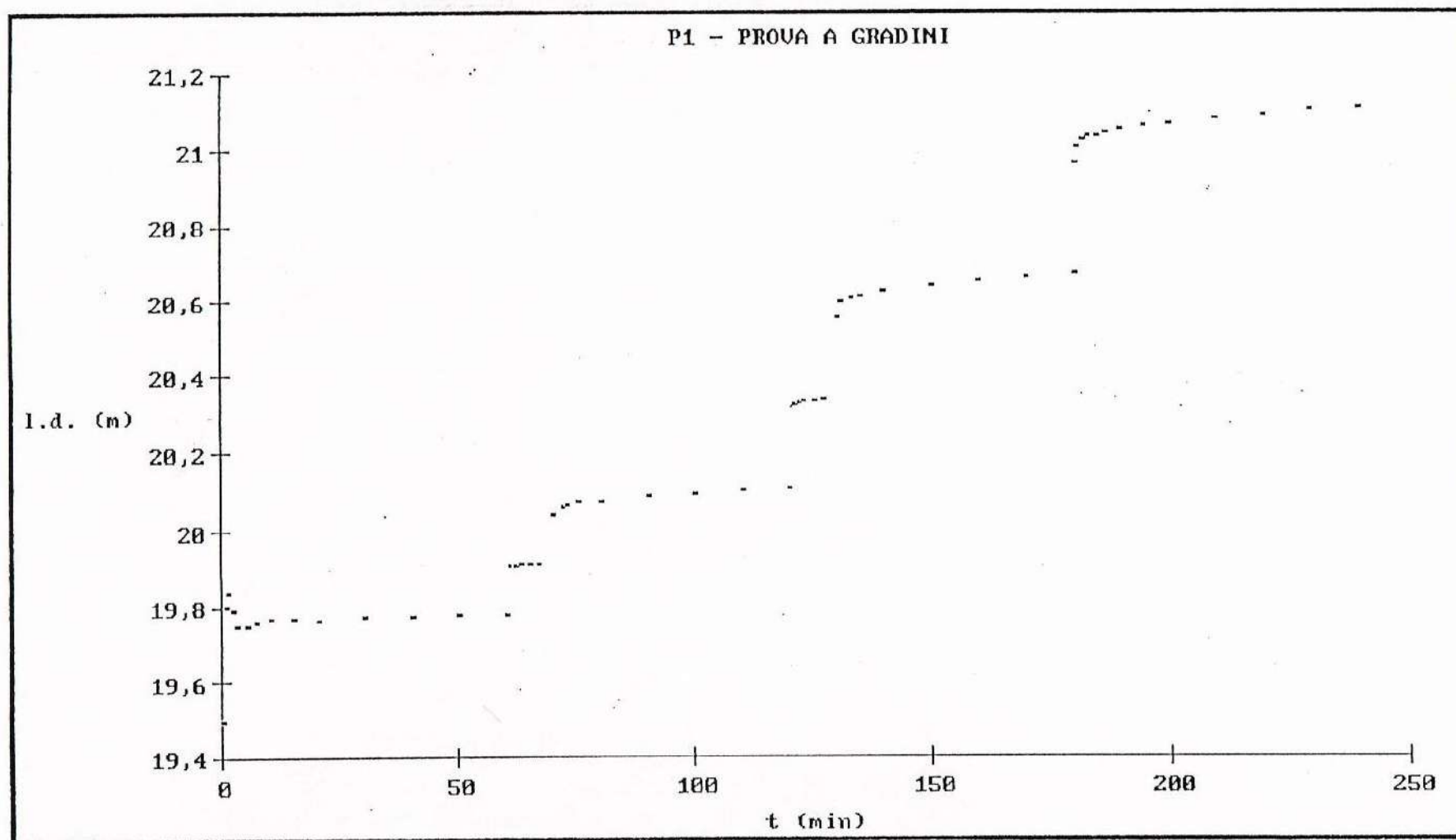


Fig. 3

H.Y.M. STUDIO - POZZO RODDO 2 (ORA DISMESSO) - PROVA DI RISALITA

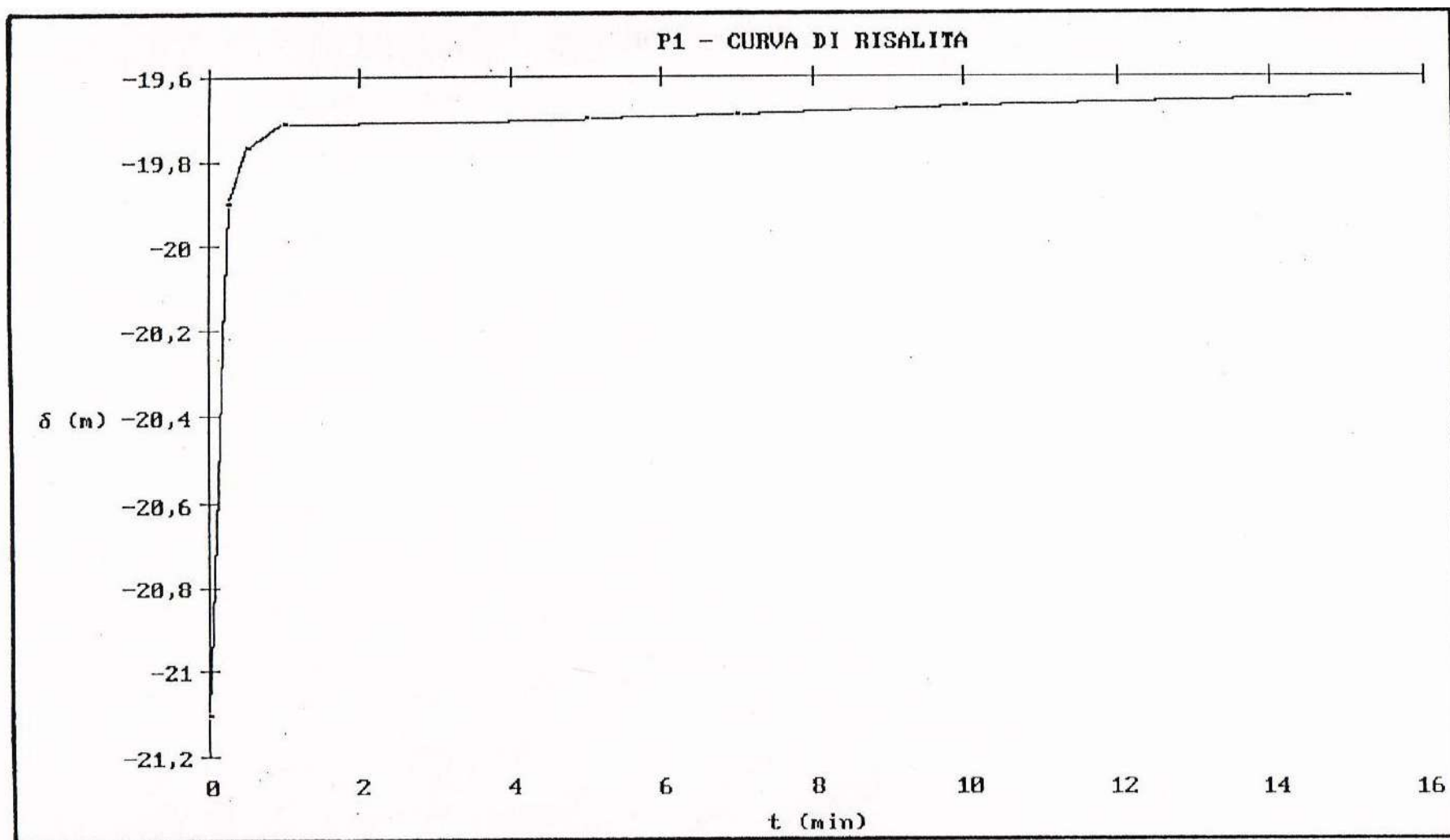


Fig. 4

H.Y.M. STUDIO - POZZO RODDO 2 (ORA DISMESSO) - CURVA CARATTERISTICA

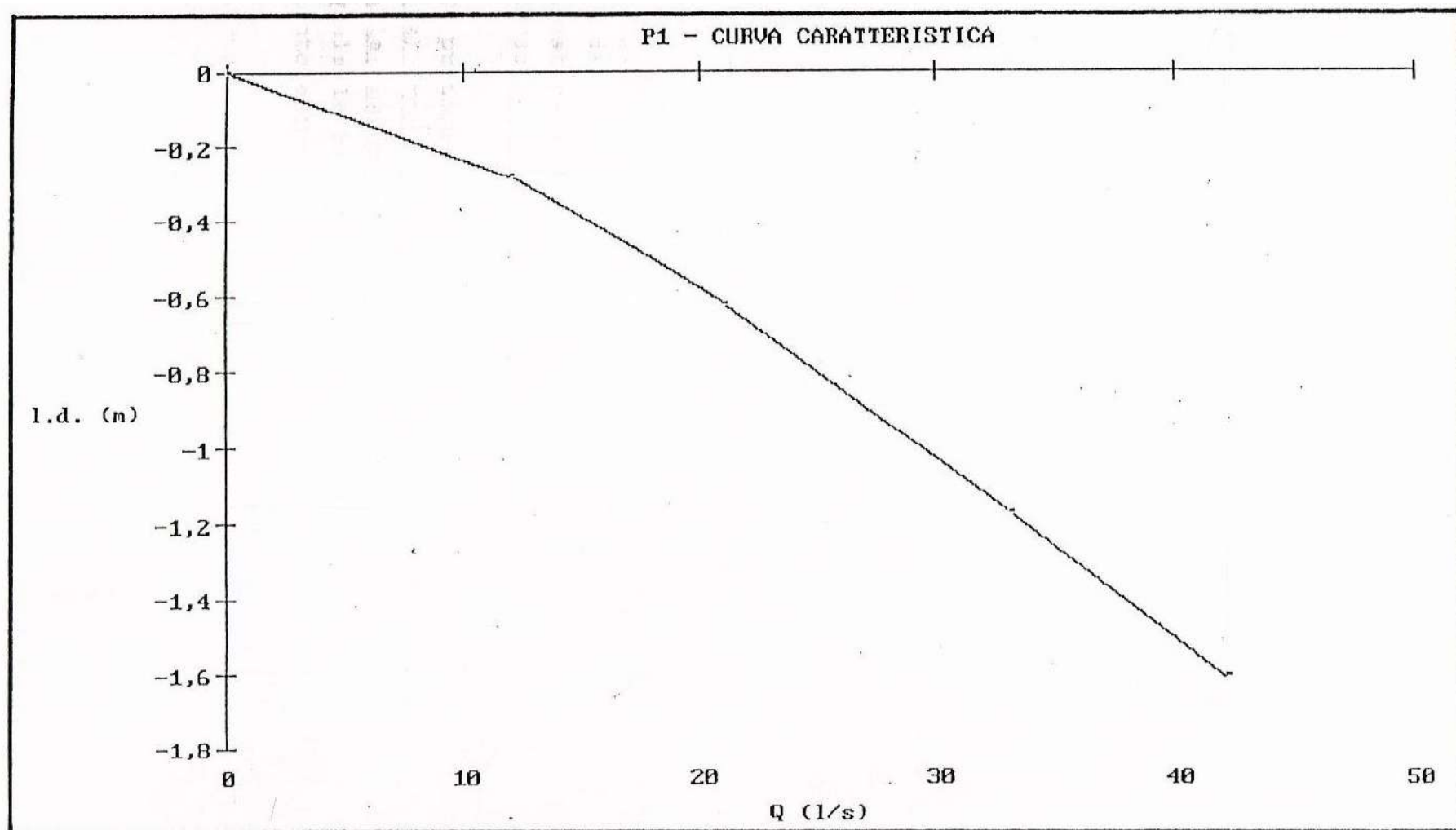


Fig. 5

10. PROVE IDROGEOLOGICHE

La determinazione della piezometria statica indisturbata della falda in condizioni naturali costituisce il primo basilare passo per una modellizzazione successiva degli effetti dei pompaggi e in ultima battuta della definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi oggetto di studio.

L'esecuzione di prove di pompaggio sui pozzi risulta vincolata alla necessità di assicurare nel tempo la continuità del servizio idrico, con l'impossibilità quindi di ottenere una piezometria statica stabilizzata in condizioni naturali se non per periodi limitati, tranne che in occasione di operazioni di manutenzione sulle opere idrauliche. I pozzi non sono dotati di sensori per la misurazione in continuo delle portate e dei livelli; per i pozzi Roddo in particolare la difficoltà a mantenere una tale strumentazione è dovuta alla presenza, nelle immediate vicinanze, della linea ferroviaria Domodossola-Milano, che interferisce con la strumentazione.

La valutazione dei parametri dell'acquifero deve perciò necessariamente basarsi sia sui dati storici recuperati, che corrispondono fondamentalmente alle indagini eseguite dall'HY.M Studio per la realizzazione del pozzo Roddo 3 e per la sua ipotesi di area di rispetto, su due prove di pompaggio eseguite nel 2012 dalla sottoscritta con il collega Dott. Italo Isoli sui pozzi Roddo 2 (ora dismesso) e Carciano 1, gli unici di cui era stato possibile eseguire una fermata senza mandare in crisi il sistema di approvvigionamento, e sulle prove di collaudo dell'attuale pozzo Roddo 2bis a seguito della riperforazione nel 2016.

10.1. PROVE ESEGUITE NELL'ANNO 2000 DA HY.M. STUDIO SUL POZZO RODDO 3

Prova a gradini di portata e definizione della curva caratteristica del pozzo

In data 4 aprile 2000 è stata eseguita una prova a gradini di portata ... con lo scopo di definire la curva caratteristica ... Il numero di gradini considerati ammonta a 5 unità, per un tempo di esecuzione complessivo dell'ordine di 4 ore; la durata dei primi due gradini è stata di 30', mentre per i tre gradini successivi si è attesa la stabilizzazione completa dei livelli dinamici entro un intervallo temporale di 60' ciascuno. In fase interpretativa, è stata introdotta nella curva caratteristica un'ulteriore coppia di valori portate/abbassamenti, allo scopo di ottenere la massima definizione di tale curva; questa coppia di valori corrisponde ai livelli stabilizzati misurati nel corso della prova a portata costante (cfr. par. seguente).

La prova a gradini di portata è stata eseguita in condizioni di esercizio a regime degli altri pozzi dell'acquedotto comunale, ubicati sia a monte che a valle lungo il T.Roddo (pozzo Roddo 1, distante 20 m, e pozzo Roddo 2, distante circa 110 m).

Tale condizione di esercizio non altera in alcun modo la forma della curva caratteristica del nuovo pozzo comunale ... in quanto la coppia di valori portate/abbassamenti corrispondente alla prova di pompaggio eseguita a portata costante in condizioni di fermo-pompa del pozzo Roddo 1, si inserisce perfettamente lungo la curva caratteristica definita dai punti della prova a gradini (nel corso della quale il pozzo Roddo 1 era in pompaggio). Nella tabella seguente sono riportate le relazioni caratteristiche della curva del pozzo (portate e abbassamenti).

<i>Portata (l/s)</i>	<i>Abbassamenti (m)</i>
7.8	0.41
18.5	0.97
22.4	1.22
29.6	2.07
39.2	3.20

Sulla base di questi dati è stato realizzato il grafico della curva caratteristica, allegato alla presente relazione, che viene così commentato: *"Dall'analisi della curva caratteristica si evince con chiarezza la presenza di un punto di flesso intorno al gradino di portata a 22.4 l/s, che può essere assunto come*

portata critica, superata la quale si osserva un deciso incremento delle perdite di carico in rapporto ai successivi incrementi di portata. ...

La portata di esercizio ottimale del pozzo viene pertanto fissata al 90% della portata critica suddetta, e corrisponde pertanto a 20 l/s. La portata specifica riferita alla portata di esercizio suddetta è di 18.1 l/s/m.

Prova a portata costante e definizione dei parametri idrodinamici dell'acquifero

In data 4-5 aprile 2000 è stata eseguita una prova di pompaggio a portata costante ... con lo scopo di definire l'evoluzione dinamica del cono di depressione in regime transitorio e ricavare sperimentalmente i parametri idrodinamici dell'acquifero. ...

La prova è stata eseguita in condizioni di fermo-pompa dell'adiacente pozzo Roddo 2 dell'acquedotto comunale; tale condizione è stata realizzata mediante spegnimento delle pompe due ore prima dell'avvio della prova, in modo tale da consentire il recupero di un livello iniziale quasi-statico nell'acquifero.

Tale durata corrisponde al limite massimo raggiungibile in condizioni di garanzia dell'approvvigionamento idropotabile ...; considerata l'elevata permeabilità degli acquiferi (ghiaie e sabbie con ciottoli), il tempo di arresto dei pompaggi adottato è comunque ampiamente cautelativo nei confronti della possibilità di recupero dei livelli statici ... La durata della prova, opportunamente rapportata alle esigenze di rifornimento idrico dell'acquedotto, è stata di complessive 6 ore; alla luce dei risultati conseguiti, tale durata permette un'esauritiva comprensione delle modalità di evoluzione dinamica del cono di depressione del pozzo, che ha raggiunto una configurazione di equilibrio in breve tempo per effetto della presenza di un importante limite a potenziale imposto nell'acquifero: la superficie del Lago Maggiore.

Nel corso della prova a portata costante, eseguita con valore prossimo a quello di esercizio (19 l/s), sono stati misurati i livelli dinamici sia in asse al pozzo nuovo in pompaggio, sia nell'adiacente pozzo dell'acquedotto.

Pozzo A (RODDO 2)			Pozzo B (RODDO 3)		
Livello statico iniziale -20.8 m			Livello statico iniziale - 24.63 m		
t (min)	liv. din. (m)	s ₁ (m)	t (min)	liv. din. (m)	s ₂ (m)
2	20.915	0.115	1	25.600	0.970
3	20.915	0.115	4	25.600	0.970
4	20.915	0.115	5	25.600	0.970
8	20.918	0.118	10	25.605	0.975
10	20.918	0.118	15	25.605	0.975
15	20.918	0.118	20	25.605	0.975
25	20.920	0.120	30	25.600	0.970
40	20.920	0.120	60	25.595	0.965
50	20.920	0.120	90	25.590	0.960
80	20.910	0.110	120	25.585	0.955
120	20.900	0.100	180	25.575	0.945
180	20.890	0.090	210	25.570	0.940
240	20.885	0.085	240	25.570	0.940
300	20.875	0.075	300	25.560	0.930
360	20.865	0.065	360	25.555	0.925

Registrazione degli abbassamenti del livello dinamico nel pozzo in pompaggio e in quello adiacente, utilizzato come piezometro.

Anche con i valori di tale prova è stato realizzato un grafico tempo-abbassamenti allegato alla presente relazione.

"Per l'interpretazione della prova e il calcolo della trasmissività dell'acquifero, si è fatto riferimento alla classica relazione tra abbassamenti e logaritmo delle distanze, applicando la relazione di Dupuit-Thiem valida in regime di equilibrio per gli acquiferi a superficie libera:

$$T = Q/2.73 * (\text{Log } r'_1 - \text{Log } r'_2)/(s_1 - s_2)$$

in cui:

T = trasmissività dell'acquifero (m^2/s);

Q = portata di prova (m^3/s)

r'_1 = raggio del pozzo in pompaggio;

r'_2 = distanza tra l'asse del pozzo in pompaggio e l'asse del pozzo adiacente;

s_1 = abbassamento dinamico nel pozzo in pompaggio (m, riferiti al livello statico);

s_2 = abbassamento dinamico nel pozzo adiacente (m, riferiti al livello statico).

Nel caso in esame, considerando:

$Q = 0.019 \text{ m}^3/\text{s}$ $r'_1 = 0.2 \text{ m}$; $r'_2 = 20 \text{ m}$; $s_1 = 0.97 \text{ m}$; $s_2 = 0.12 \text{ m}$

si ottiene un valore di $T=0.016 \text{ m}^2/\text{s}$; per calcolare la conducibilità idraulica media dell'acquifero K occorre dividere tale valore per lo spessore dell'acquifero captato, pari a 34 m, ottenendo un valore di $K=4.8\text{E}-04 \text{ m/s}$, tipico di depositi ghiaioso-sabbiosi a buona permeabilità primaria.

Tale valore risulta pienamente confrontabile con la determinazione della conducibilità idraulica media dell'acquifero ottenuta mediante una prova di pompaggio eseguita nel 1992 da HY.M. Studio nel pozzo Roddo 1 dell'acquedotto comunale; l'interpretazione della prova di emungimento consentì la stima di un valore di $K=4.4\text{E}-04 \text{ m/s}$."

10.2. PROVE ESEGUITE NEL 2012 SUI POZZI RODDO 2 (ORA DISMESSO) E CARCIANO 1

Pozzo Roddo 2 - Prova di pompaggio e risalita - 13 novembre 2012

In data 13 novembre 2012 è stata eseguita una prova di pompaggio sul pozzo Roddo 2, ora riperforato a distanza di qualche metro, avendo avuto cura di caricare al massimo il serbatoio di Stresa e quindi interrompere l'emungimento con tempi sufficienti a registrare sia i dati di livello dinamico progressivo sia, dopo il fermo della pompa del pozzo, quelli in progressiva risalita, fino ad ottenere nuovamente il livello statico.

Pozzo Roddo 2 dismesso - Prova di pompaggio a portata costante

Livello statico: 21.09 m da p.c.

Portata 20.0 l/s

Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento (m)
0	21.09	0.00
14	21.70	0.61
17	21.75	0.66
25	21.80	0.71
120	21.80	0.71
180	21.70	0.61
240	21.68	0.59
900	21.67	0.58
1800	21.67	0.58

A partire dal momento di spegnimento della pompa sono stati registrati i valori di risalita del livello piezometrico, raccolti nella seguente tabella:

Pozzo Roddo 2 dismesso - Prova in risalita

Livello dinamico di partenza: 21.67 m da p.c. ottenuto con pompaggio di 20 l/s

Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento residuo (m)
0	21.67	0.58
3	21.47	0.38
6	21.30	0.21
75	21.11	0.02
200	21.10	0.01
1050	21.09	0.00

Durante questa prova di pompaggio è stata eseguita anche una misurazione sul pozzo Roddo 3, situato una ventina di metri a valle; dopo 570 secondi dall'inizio del pompaggio di Roddo 2 il livello nel pozzo Roddo 3 ha avuto un abbassamento di 0.08 m dallo statico originario.

Pozzo Carciano 1 - Prova di pompaggio e risalita - 13 novembre 2012

In data 13 novembre 2012 è stata eseguita anche una prova di pompaggio sul pozzo Carciano 1, avendo avuto cura di caricare al massimo il serbatoio di Stresa e quindi interrompere l'emungimento con tempi sufficienti a registrare sia i dati di livello dinamico progressivo sia, dopo il fermo della pompa del pozzo, quelli in progressiva risalita, fino ad ottenere nuovamente il livello statico.

Pozzo Carciano 1 - Prova di pompaggio a portata costante

Livello statico: 34.70 m da p.c.

Portata 7.0 l/s

Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento (m)
0	34.70	0.00
15	35.85	1.15
30	35.85	1.15
60	35.88	1.18
210	35.90	1.20
450	35.91	1.21
1110	35.91	1.21
1800	35.91	1.21

A partire dal momento di spegnimento della pompa sono stati registrati i valori di risalita del livello piezometrico, raccolti nella seguente tabella:

Pozzo Carciano 1 - Prova in risalita

Livello dinamico di partenza: 35.91 m da p.c. ottenuto con pompaggio di 7 l/s

Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento residuo (m)
0	35.91	1.21
5	35.50	0.80
12	35.20	0.50
15	35.00	0.30
21	34.90	0.20
33	34.80	0.10
70	34.75	0.05
210	34.73	0.03
550	34.72	0.02
890	34.71	0.01
1800	34.705	0.005

10.3. PROVE ESEGUITE NEL 2016 A SEGUITO DELLA RIPERFORAZIONE DEL POZZO RODDO 2

Nell'aprile 2016, in occasione della più volte citata riperforazione del pozzo Roddo 2, sono state eseguite alcune prove di collaudo finale. Il Dott.Geol. Epifani, nella sua relazione conclusiva, riporta i dati di:

- una prova a gradini, con portate di emungimento crescenti a 7.7, 18.7, 23.0, 32.2 l/s;
- una prova a portata costante a 32.2 l/s, a cui sono seguite misurazioni in risalita di livello dopo il fermo della pompa.

Di seguito vengono riportati in tabella le misurazioni risultanti dalle due prove

Pozzo Roddo 2bis - Prova di pompaggio a gradini

Livello statico: 23.40 m da p.c.

Portata (l/s)	Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento (m)
0.0	0	23.40	0.00
7.7	60	23.62	0.22
7.7	120	23.64	0.24
7.7	180	23.65	0.25
7.7	240	23.66	0.26
7.7	300	23.66	0.26
7.7	420	23.66	0.26
7.7	540	23.66	0.26
7.7	660	23.66	0.26
7.7	780	23.66	0.26
7.7	900	23.66	0.26
18.7	960	24.13	0.73
18.7	1020	24.14	0.74
18.7	1080	24.15	0.75
18.7	1140	24.16	0.76
18.7	1200	24.17	0.77
18.7	1320	24.18	0.78
18.7	1440	24.19	0.79
18.7	1560	24.20	0.80
18.7	1680	24.20	0.80
18.7	1800	24.20	0.80
18.7	2100	24.20	0.80
23.0	2160	24.34	0.94
23.0	2220	24.36	0.96
23.0	2280	24.39	0.99
23.0	2340	24.41	1.01
23.0	2400	24.43	1.03
23.0	2520	24.45	1.05
23.0	2640	24.46	1.06
23.0	2760	24.47	1.07
23.0	2880	24.47	1.07
23.0	3000	24.47	1.07
23.0	3300	24.47	1.07
32.2	3360	24.96	1.56
32.2	3420	25.03	1.63
32.2	3480	25.06	1.66
32.2	3540	25.07	1.67
32.2	3600	25.08	1.68
32.2	3720	25.09	1.69
32.2	3840	25.10	1.70
32.2	3960	25.11	1.71
32.2	4080	25.15	1.75
32.2	4200	25.17	1.77
32.2	4500	25.22	1.82
32.2	4800	25.26	1.86
32.2	5100	25.28	1.88
32.2	5400	25.31	1.91
32.2	5700	25.32	1.92
32.2	6000	25.33	1.93
32.2	6300	25.34	1.94
32.2	6600	25.34	1.94
32.2	6900	25.34	1.94

Pozzo Roddo 2bis - Prova di pompaggio a portata costante

Livello statico: 23.40 m da p.c.

Portata 32.2 l/s

Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento (m)
0	23.40	0.0
30	24.94	1.54
45	25.06	1.66
60	25.12	1.72
90	25.14	1.74
120	25.15	1.75
180	25.16	1.76
210	25.17	1.77
240	25.18	1.78
300	25.19	1.79
420	25.20	1.80
540	25.22	1.82
660	25.23	1.83
780	25.24	1.84
900	25.25	1.85
1200	25.26	1.86
1500	25.27	1.87
1800	25.28	1.88
2100	25.29	1.89
2400	25.30	1.90
2700	25.31	1.91
3000	25.31	1.91
3600	25.31	1.91

Pozzo Roddo 2bis - Prova in risalita

Livello dinamico di partenza: 25.31 m da p.c. ottenuto con pompaggio di 32.2 l/s

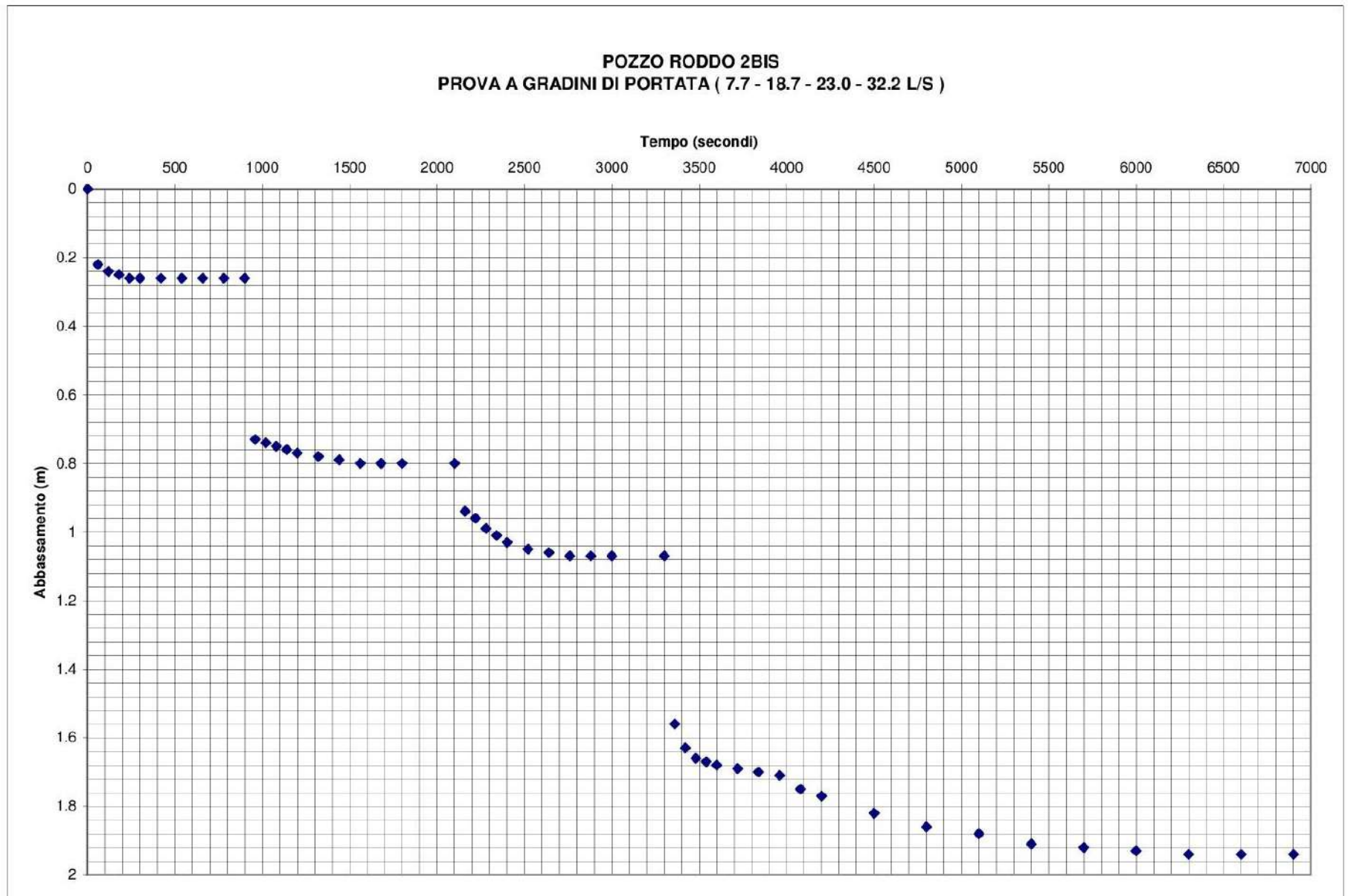
Tempo (secondi)	Livello (m da p.c.)	Abbassamento residuo (m)
0	25.31	1.91
60	23.55	0.15
120	23.51	0.11
180	23.49	0.09
420	23.48	0.08
780	23.47	0.07
1200	23.45	0.05
2100	23.43	0.03
3000	23.41	0.01
3600	23.40	0.0

10.4. GRAFICI

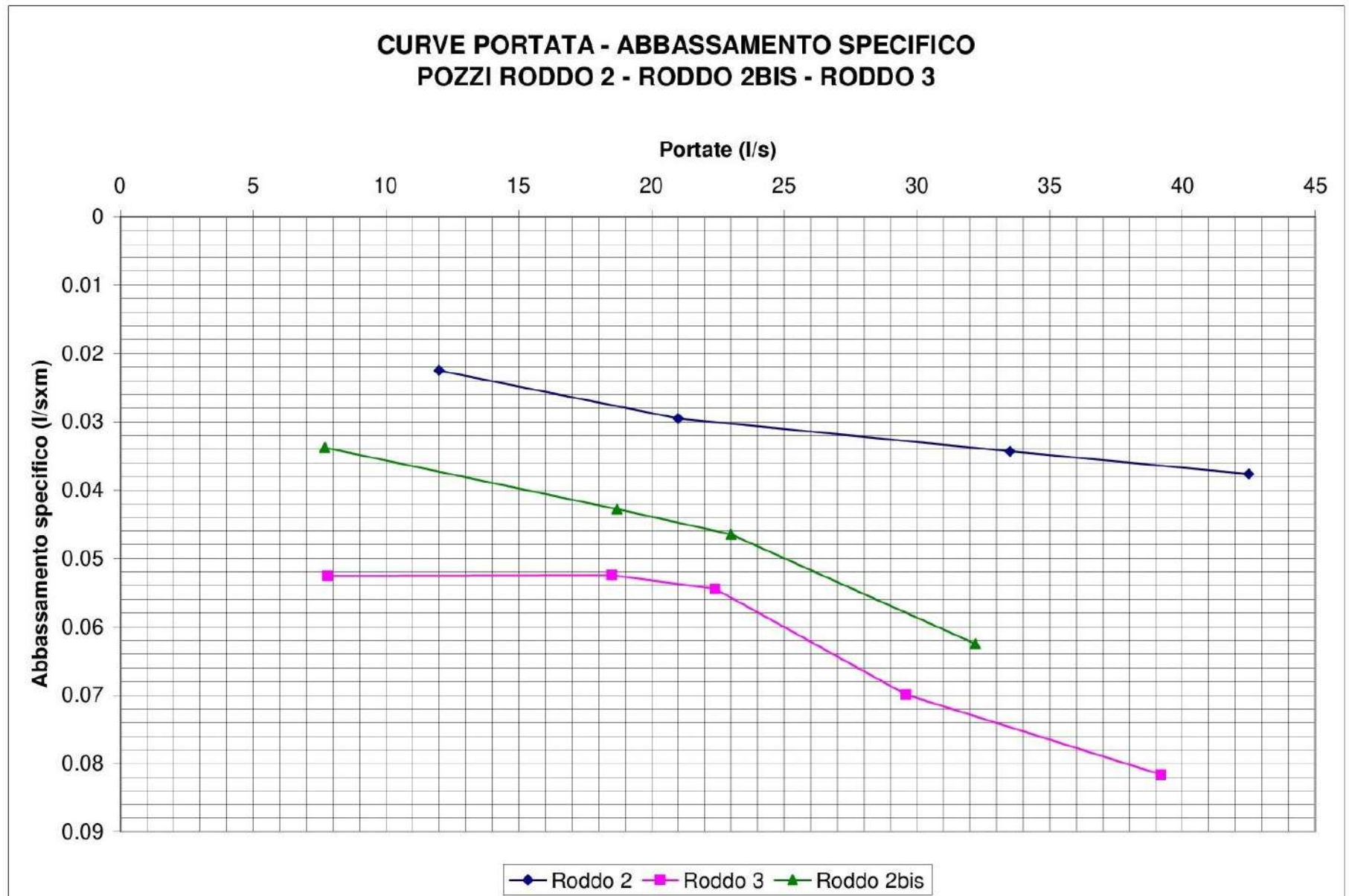
Tutti questi dati sono stati evidenziati in alcuni grafici allegati di seguito e in particolare:

- un diagramma abbassamenti/tempo che descrive la prova di pompaggio a gradini eseguita nell'aprile 2016: in esso si può osservare che con portate fino a 23 l/s (terzo gradino) la risposta dell'acquifero, sempre rapida, si mantiene con uno sviluppo asintotico regolare, mentre nel caso della portata maggiore, la risposta, oltre che maggiormente accentuata, presenta prima uno sviluppo simile alle precedenti, poi un momento di crisi sostenuto con il proseguo del pompaggio da apporti provenienti forse da ricarica di subalveo.

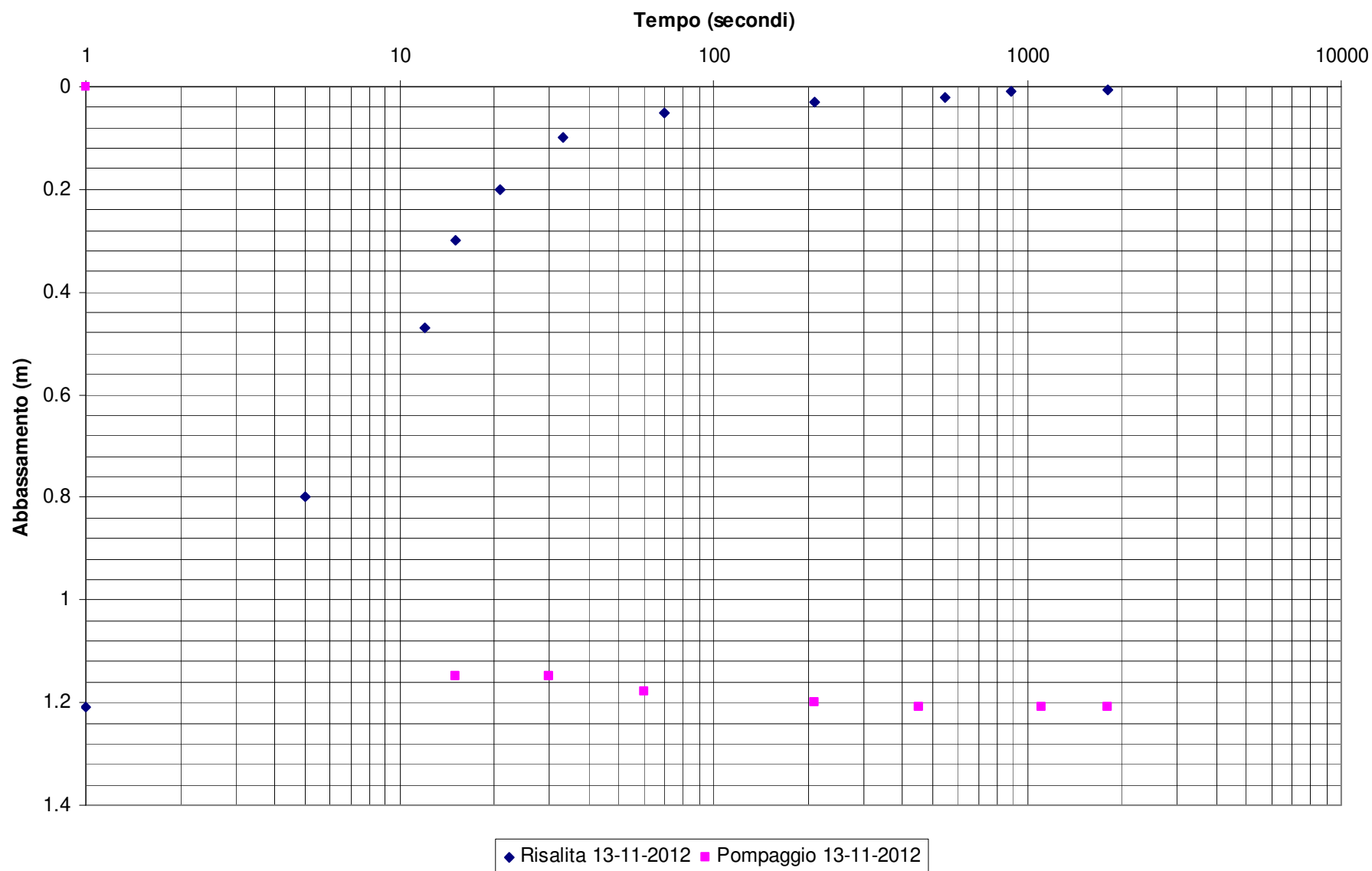
- un grafico portata/abbassamenti (curve caratteristiche) con i dati 2000, 2012 e 2016 dei pozzi Roddo 2 e Roddo 2bis e Roddo 3; in tale grafico si può notare la similitudine fra le curve Roddo 2bis e Roddo 3, con una portata critica (punto di flesso della curva) posta per entrambi attorno ai 22 l/s; al contrario la curva del pozzo Roddo 2, risalente a 15 anni fa, sembra presentare un accenno di curvatura solo a portate più alte ma ciò forse può essere imputato a flussi anomali concentrati provenienti dal subalveo;
- un diagramma portata/abbassamenti specifici con i dati 2000, 2012 e 2016 dei pozzi Roddo 2, Roddo 2bis e Roddo 3, che riconferma quanto già evidenziato ai punti precedenti (ad esclusione della prima tratta della curva di Roddo 3, in cui sembrerebbe esistere un flusso laminare, ma che nel proseguo si allinea alla curva del nuovo Roddo 2bis).
- un grafico portate/abbassamenti della prova a portata costante eseguita nel 2012 sul pozzo C1 di Carciano, in cui si nota come la risposta di abbassamento dell'acquifero, sia pure sotto l'effetto di una portata di emungimento non eccessiva (7 l/s), avvenga in tempi brevissimi e con entità abbastanza ridotte.
- un diagramma portate/abbassamenti della prova a portata costante eseguita nel 2000 sul pozzo Roddo 3, con contemporanee misure di livello nel pozzo Roddo 2, in cui si nota un rapidissimo abbassamento di livello all'inizio del pompaggio (peraltro però con valori assoluti abbastanza limitati), seguito dopo pochi minuti da una leggera risalita di livello (qualche centimetro), a significare un apporto ulteriore, probabilmente dal subalveo del T.Roddo; il contemporaneo livello in Roddo 2 mostra una influenza di una decina di centimetri sulla piezometria statica.
- il grafico portate/abbassamenti della prova a portata costante eseguita nel 2012 sul pozzo Roddo 2 dismesso; l'aspetto più evidente, per altro già messo in luce dalla prova effettuata nel 2000 su Roddo 3, è un abbassamento molto repentino del livello piezometrico all'inizio del pompaggio (peraltro con valori assoluti abbastanza limitati), seguito dopo pochi minuti da una risalita di livello. Dati i brevissimi tempi di risposta nell'incremento di alimentazione pare che la risalita del livello piezometrico nei dati del 2012 debba imputarsi all'afflusso di acque dal subalveo del T.Roddo: evidentemente il cono di depressione creato dal pompaggio raggiunge rapidamente la zona al di sotto dell'alveo del Torrente Roddo, che scorre in fregio a tutti e tre i pozzi R1-R2-R2bis-R3, e le acque di superficie vengono in parte richiamate in profondità: il Torrente Roddo in questo caso costituisce per l'acquifero un limite di alimentazione a carico fisso. Tale situazione può essere stata accentuata anche dal deperimento delle condizioni del pozzo Roddo 2 (che hanno poi portato nel 2015 al suo collasso), con l'accentuazione di flussi da zone preferenziali circondanti la colonna di produzione, in particolare sul fronte verso il corso d'acqua, da dove si ritiene sia avvenuto poi lo sfondamento della colonna stessa. La misura di livello sul pozzo Roddo 3 contemporanea al pompaggio in Roddo 2, situato circa 20 metri a monte falda rispetto Roddo 3, mostra che in fase di emungimento Roddo 2 esercitava un discreto richiamo di acque anche a valle falda, fino a distanze di parecchie decine di metri, influenzando anche i possibili regimi di emungimento del pozzo Roddo 3.
- infine il diagramma riportante i dati della prova sul nuovo pozzo Roddo2bis mostra una ovvia condizione ottimale nelle potenzialità di emungimento, non essendosi ancora creata alcuna "pannellatura" nei pressi della colonna del pozzo a causa di prolungati pompaggi di esercizio; la progressione di risalita di livello a pozzo fermo rispecchia abbastanza quella del pozzo dismesso, mentre risulta impossibile un confronto sui dati di portata in quanto, come già detto al punto precedente, il probabile apporto dal subalveo del T.Roddo per anomalie nei flussi radiali permette, oltre un certo tempo, solo di intuire il dato depurato da tale apporto.

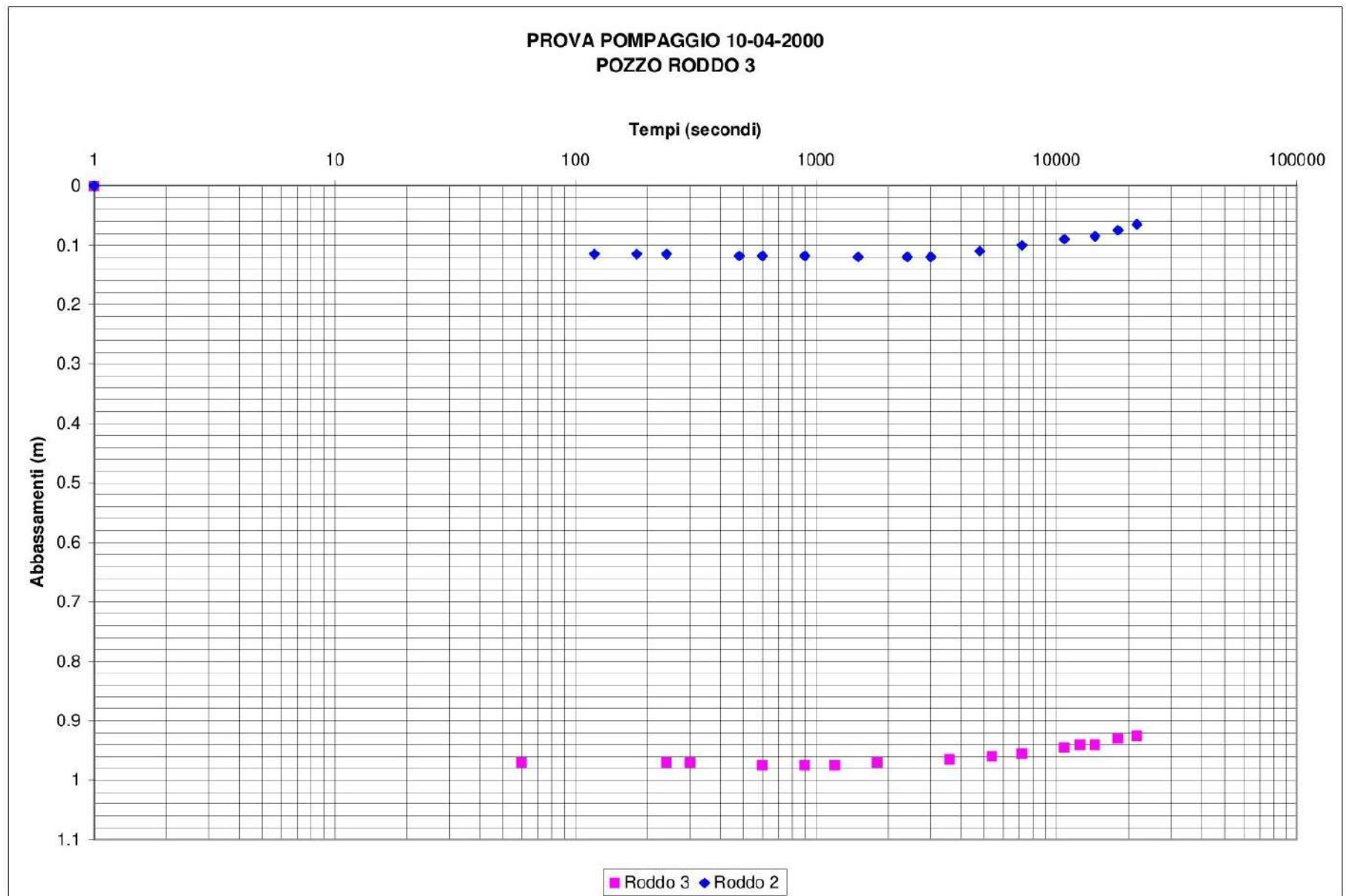


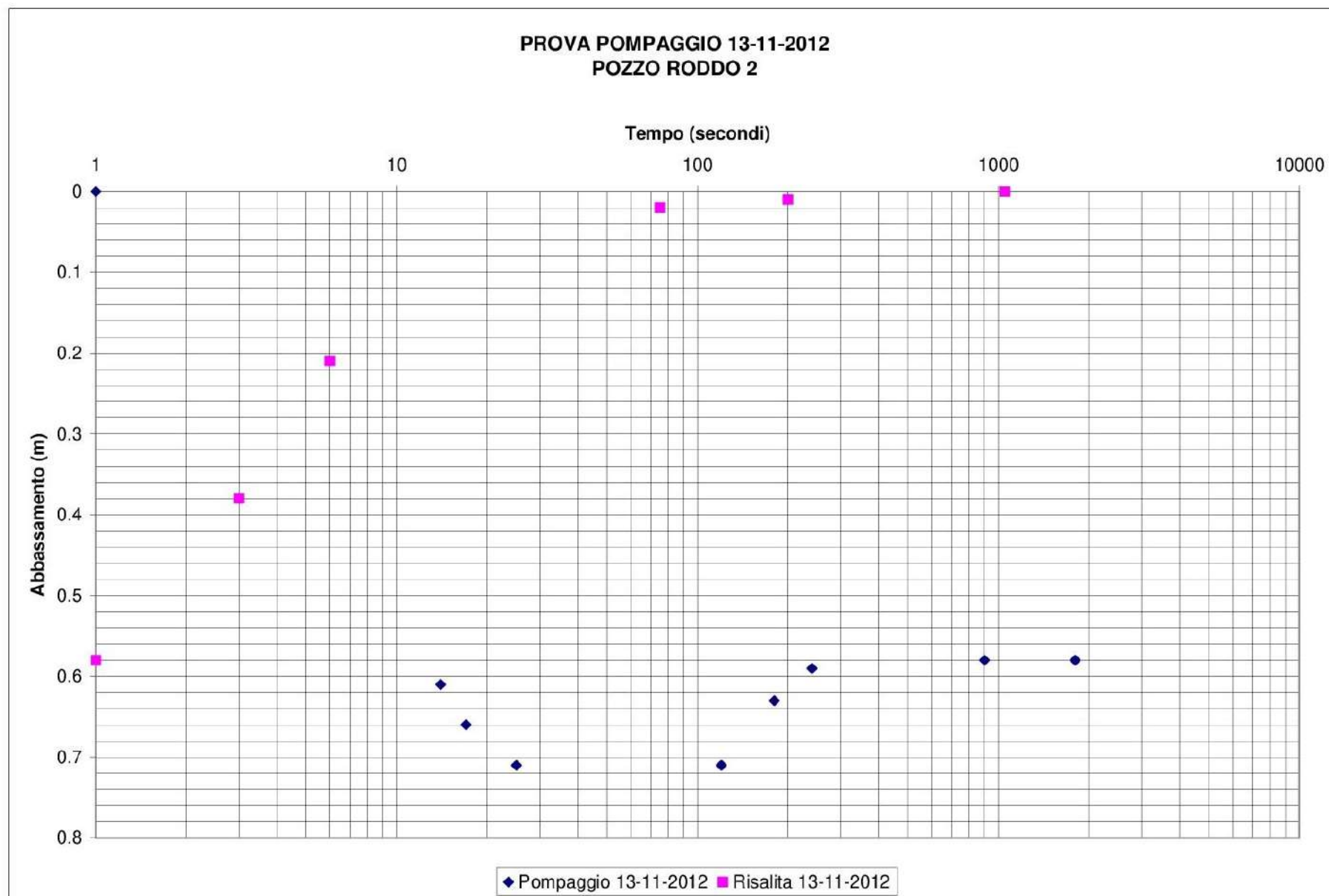


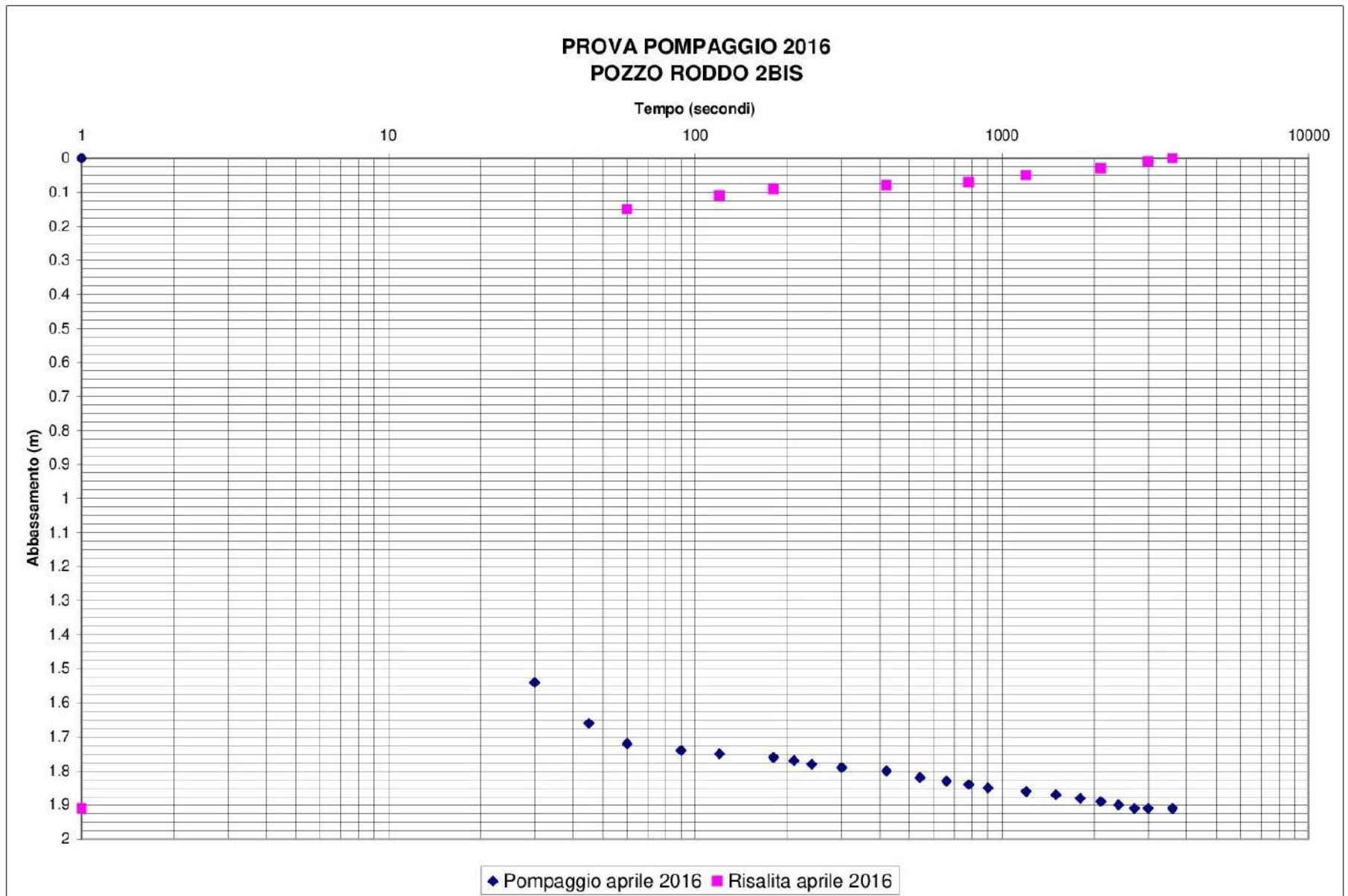


PROVA POMPAGGIO 13-11-2012
POZZO CARCIANO 1









11. VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDROGEOLOGICI

Come visibile dai paragrafi precedenti i dati disponibili per la definizione dei parametri dell'acquifero sono molto frammentari, sia nel tempo che nella tipologia. Ciò porta a discrete difficoltà nella interpretazione, legate ai seguenti motivi.

- I pozzi sono pozzi incompleti in acquifero libero, anche se gli abbassamenti presentano valori molto ridotti rispetto alla potenza totale dell'acquifero; tale potenza inoltre diminuisce di molto nella zona apicale dei conoidi, realizzando di per sé un incremento nella pendenza della superficie piezometrica legato alla pendenza della base impermeabile piuttosto che ad una effettiva variazione negli apporti idrici.
- L'impossibilità di realizzare prove di pompaggio di lungo periodo o comunque di fermata dei pozzi che potrebbero essere usati come piezometri costringe a considerare le prove eseguite o disponibili da registrazione come prove su pozzo singolo; fortunatamente la presenza di un acquifero ghiaioso-sabbioso, e quindi con notevole trasmissibilità, permette di considerarne ancora attendibili le stime, valutando predominante il flusso orizzontale.
- La presenza di colonne di produzione a sezioni non elevate (300-400 mm) e di pompe di non elevata potenza producono limitati abbassamenti in tempi brevissimi; il tempo di passaggio dal livello statico al dinamico è estremamente ridotto e tale da non permettere l'osservazione dell'abbassamento o risalita per un ciclo logaritmico di tempo se non riferito ai momenti iniziali del fenomeno, che possono essere in parte falsati dalla partenza delle movimentazione dei flussi.

Quindi per la definizione della trasmissività dell'acquifero si è proceduto attraverso verifiche successive, considerando i dati disponibili nell'insieme dei pozzi come caratterizzanti un unico acquifero, scegliendo sempre i parametri che fornivano maggiore sicurezza nei riguardi della propagazione di un inquinante, scopo ultimo del presente studio.

Tali interpretazioni sono state eseguite sia utilizzando un modello in regime di equilibrio, previa verifica della presenza di questa condizione durante la prova, sia con regime transitorio.

Valutazioni in regime di equilibrio

Nel regime di equilibrio o stazionario si suppone che dopo un periodo di pompaggio relativamente breve il cono di depressione generato nell'acquifero assuma una configurazione ed una estensione praticamente costante.

L'abbassamento misurato nel pozzo, ad un istante "t" è la somma di due componenti, dette "perdite di carico", che caratterizzano l'insieme acquifero-pozzo:

- una perdita di carico lineare, secondo la legge di Darcy, provocata dal deflusso laminare dell'acquifero in vicinanza del pozzo;
- una perdita di carico quadratico, non lineare, provocata dal deflusso turbolento nell'opera, nel filtro e nel tubaggio.

Per portate ridotte, implicanti una bassa velocità, le perdite di carico nel tubaggio e nel filtro sono lineari o trascurabili, e quindi gli abbassamenti riscontrati sono direttamente proporzionali alla portata emunta. Di contro quando la velocità nell'acquifero è superiore alla velocità critica il secondo termine della somma citata include allora tutte le perdite di carico nell'acquifero e nell'opera.

I parametri della retta possono essere ottenuti diagrammando le portate emunte Q con i rispettivi abbassamenti specifici s/Q ; l'analisi della retta permette di individuare rapidamente le caratteristiche di deflusso all'interno del pozzo.

Le prove in cui erano disponibili diverse portate di emungimento sono quelle per i pozzi Roddo 2 e Roddo 3 riportate rispettivamente negli studi dell'HY.M. (studio del 1995 e del 2000), e quella eseguita nel 2016 sul nuovo pozzo Roddo 2bis; con i dati presenti in tali lavori è stato realizzato un unico diagramma portate-abbassamenti specifici citato al paragrafo precedente e riportato in allegato. L'osservazione di questo diagramma mostra la diversa risposta del pozzo Roddo 3, la cui curva mostra il netto punto di flessione su portate maggiori di 20-25 l/s e, in genere, una peggiore efficienza.

Valutazioni in regime transitorio

Il regime transitorio o di non equilibrio osserva che le dimensioni del cono di depressione crescono in funzione del tempo di pompaggio, fino a diventare quasi permanente a seguito di un pompaggio molto prolungato. Le equazioni che lo regolano sono quelle di Theis e di Jacob; il diagramma classico è quello log tempo – abbassamenti.

La trasmissività è calcolata, conoscendo la portata del pozzo, dall'inclinazione della retta tempo-abbassamenti; in particolare essa è direttamente proporzionale al rapporto fra la portata emunta e il relativo abbassamento per ciclo logaritmico.

Sia pure con le difficoltà già evidenziate, in particolare per la notevolissima rapidità nel raggiungimento di livelli pressoché già completamente stabilizzati, si è cercato quindi di eseguire alcune valutazioni sulle prove disponibili, con una preferenza verso le curve di risalita in quanto libere da qualunque effetto “deformante” derivante dal pompaggio. L'elaborazione delle prove di pompaggio e risalita disponibili fornisce i risultati riportati nella successiva tabella.

Pozzo	Data	Tipo di curva	Portata emunta (l/s)	Abbassamento o recupero per ciclo log. (m)	Trasmissività (m^2/s)	Permeabilità (m/s)
Carciano 1	nov. 2012	Pompaggio	7.0	0.20	6.40×10^{-3}	4.27×10^{-4}
Carciano 1	nov. 2012	Risalita	0.0	0.76	4.93×10^{-3}	3.28×10^{-4}
Roddo 2	1995	Pompaggio	n.c	n.c	n.c	4.40×10^{-4}
Roddo2	nov. 2012	Pompaggio	20.0	0.49	7.47×10^{-3}	2.46×10^{-4}
Roddo 2	nov. 2012	Risalita	0.0	0.16	2.29×10^{-3}	7.53×10^{-5}
Roddo 1	1995	Pompaggio	n.c	n.c	n.c	4.10×10^{-4}
Roddo 2bis	apr. 2016	Pompaggio	32.2	0.11	5.35×10^{-2}	2.01×10^{-3}
Roddo 2bis	apr. 2016	Risalita	0.0	0.11	5.89×10^{-2}	2.21×10^{-3}

Bisogna inoltre ricordare che HY.M. Studio, come citato al paragrafo 10., sulla base delle prove eseguite nell'aprile 2000 sul pozzo Roddo 3, utilizzando la relazione di Dupuit-Thiem valuta la permeabilità dell'acquifero in 4.80×10^{-4} m/s; una elaborazione Theis-Jacob eseguita sugli stessi dati tempo/abbassamenti fornisce un valore $K=3.41 \times 10^{-4}$ m/s.

Poiché non è possibile, con i dati disponibili, definire zone a permeabilità diversa entro l'acquifero, sulla base di tutti questi dati, scartando i valori estremi e considerando che la permeabilità dell'acquifero diminuisce allontanandosi dall'asse dell'alveo del T.Roddo, è possibile definire un coefficiente di permeabilità medio **$K = 5.64 \times 10^{-4}$ m/s**, che verrà utilizzato quale valore base per le successive modellizzazioni dell'acquifero.

Il modello idrogeologico è però, come già accennato, complicato dalla presenza in un areale ristretto di materiali caratterizzati da diversa permeabilità: i depositi di conoide, quelli di natura glaciale e infine il substrato roccioso. Per questo motivo alle maglie della griglia di modellizzazione sono state attribuite diverse permeabilità a seconda dei materiali affioranti in superficie; lo schema utilizzato è stato il seguente (confrontabile con la Carta geologica):

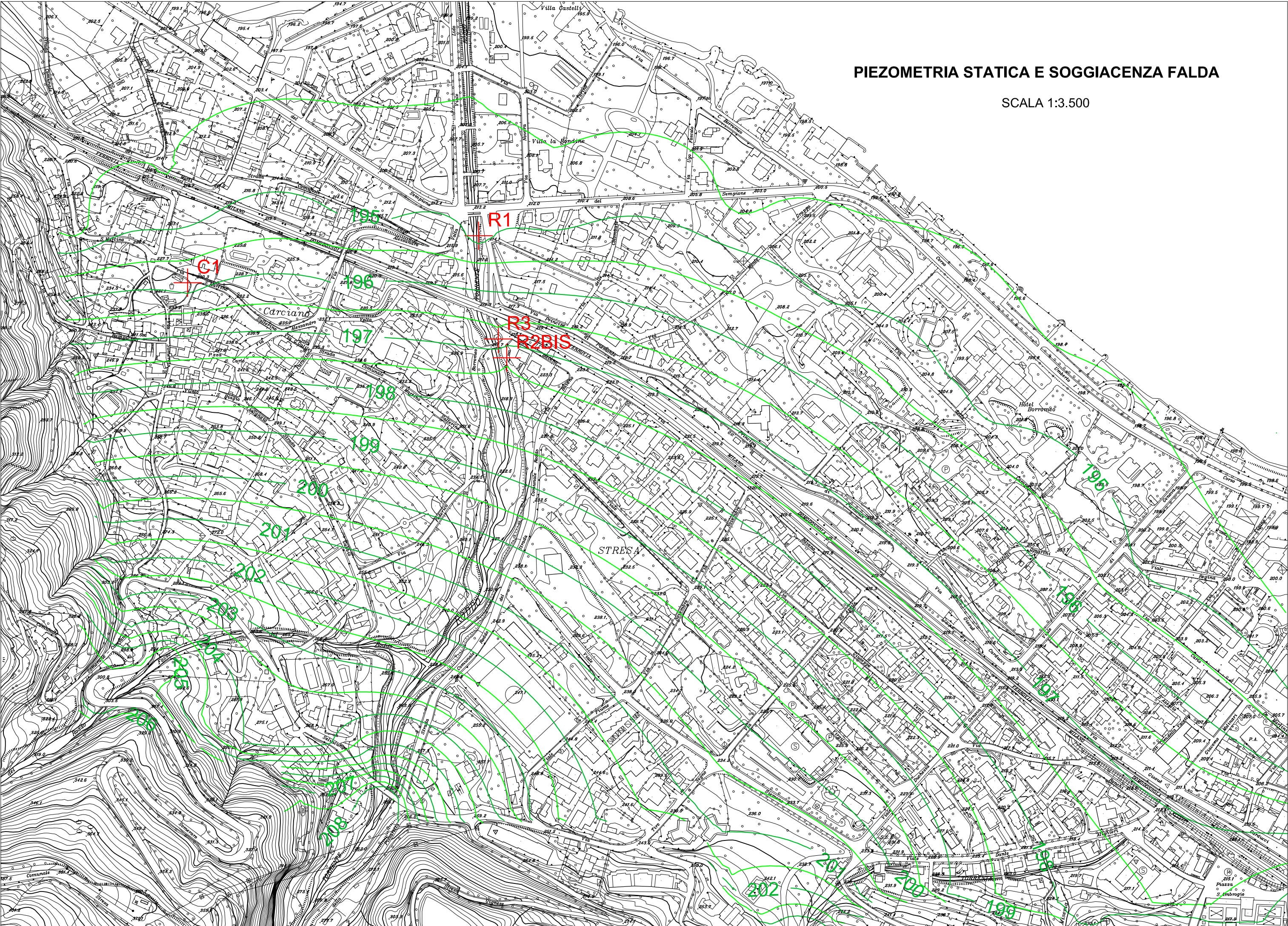
- depositi di conoide: 5.64×10^{-4} m/s
- depositi glaciali: 1×10^{-5} m/s
- substrato roccioso: 5×10^{-8} m/s

Solo la permeabilità dei depositi conoidali, quella basilare per la costruzione delle isocrone di flusso, è risultante da prove in sito; le altre sono state ipotizzate sulla base delle osservazioni di campagna confortate dai dati in letteratura, servendo in primo luogo per realizzare una piezometria statica la più vicina possibile a quella presente nella realtà e deducibile dai dati di misura e dalle osservazioni sulle emergenze idriche.

Per quanto riguarda il coefficiente di immagazzinamento, poiché non esistono dati disponibili completi su piezometri di riferimento, non è possibile stabilirlo con formule matematiche; sulla base delle caratteristiche dei terreni e dei dati presenti in letteratura esso può essere valutato in 0.2.

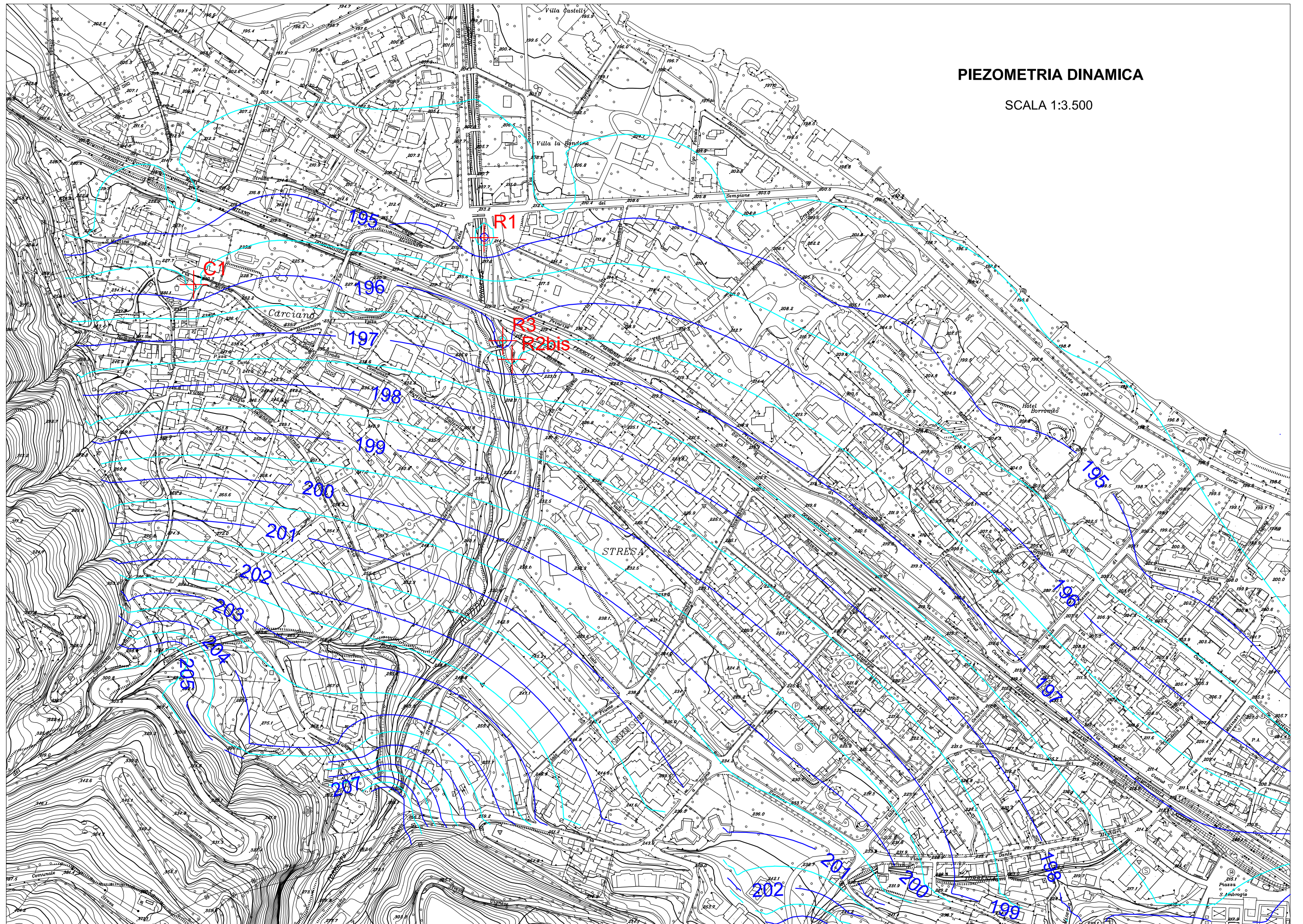
PIEZOMETRIA STATICA E SOGGIACENZA FALDA

SCALA 1:3.500



PIEZOMETRIA DINAMICA

SCALA 1:3.500



12. DETERMINAZIONE DELLE AREE DI SALVAGUARDIA

Ottenuto i parametri idrogeologici fondamentali, si è passati alla definizione delle aree di salvaguardia dei pozzi Roddo 1, Roddo 2bis e Roddo 3 (costituenti data l'estrema vicinanza un unico campo pozzi) e Carciano 1, ottenuta secondo criteri cronologici, con i successivi passaggi di seguito evidenziati.

In questa sede, poiché è in corso di autorizzazione, viene già valutato anche l'areale per il pozzo Roddo 3, finora utilizzato solo in caso di emergenza (come durante il periodo tra il collasso della colonna del pozzo Roddo 2 e la messa in esercizio della nuova perforazione). Ciò permette tra l'altro di porsi nelle condizioni di perimetrazione le più cautelative possibili.

Metodologia

La delimitazione delle aree coinvolte nella protezione degli acquiferi viene eseguita scegliendo dei tempi di sicurezza (criterio cronologico), corrispondenti al tempo impiegato dal flusso idrico per compiere un dato percorso; l'area di salvaguardia viene pertanto determinata dalla velocità con cui avviene il flusso idrico sotterraneo in condizioni dinamiche, ovvero con i pozzi in pompaggio.

La delimitazione delle aree è stata eseguita mediante modellizzazione con il programma ISOMAP-INQUIMAP della Geo&Soft di Torino che, partendo dalle piezometrie dinamiche, definisce delle isocrone, cioè linee che costituiscono il luogo geometrico dei punti equidistanti dai pozzi, in termini di tempi di arrivo e non di spazio; sono state definite maglie di calcolo di dimensioni 10 m x 10 m.

Isopiezometrica in condizioni statiche e soggiacenza

Il primo passo per la definizione del modello dinamico è stata la determinazione della superficie piezometrica statica; per ottenere ciò i dati di livello statico disponibili sono stati inseriti in un sistema di coordinate, che comprende l'intorno ritenuto significativo; ai dati dei pozzi sono stati poi aggiunti i punti delimitanti il Lago Maggiore, costituente il limite di base della falda, nonché alcuni punti sparsi sull'areale con livelli compatibili con le evidenze geologiche e idrogeologiche presenti.

Sono state fornite poi delle impostazioni di elaborazione (superficie polinomiale ord.1) e delle valutazioni di permeabilità delle maglie che, attraverso il metodo delle differenze finite, hanno prodotto un andamento della tavola d'acqua simile a quanto effettivamente riconoscibile in natura, compresa la tenuta in conto degli assi alimentanti in corrispondenza degli alvei Selvalunga-Roddo. La superficie di piezometria statica ricavata è stata la base su cui sono state appoggiate tutte le elaborazioni successive.

La difficoltà maggiore nella modellizzazione, oltre alla limitatissima disponibilità di dati di piezometria e al fatto che essi siano concentrati in un areale limitato del conoide, è derivata da due aspetti fondamentali:

- 1) la base dell'acquifero, che in genere nei modelli è considerata uniforme su tutto l'acquifero, tale non è nella zona più prossima versante montuoso, al limite del conoide;
- 2) il profilo della piezometria statica presenta delle variazioni di inclinazione, e in particolare:
 - nella zona più distale del conoide, in particolare a valle della strada statale, la piezometria presenta una quota simile o di pochissimo superiore al livello del Lago Maggiore;
 - nella fascia centrale del conoide (zona pozzi Roddo) la pendenza del livello piezometrico aumenta, con un massimo trasversale in corrispondenza delle maggiori direttrici di infiltrazione (alvei dei torrenti Selvalunga e Roddo);

- nella zona apicale del conoide le pendenze aumentano ancora, ma la loro valutazione (in mancanza di misure dirette) è resa maggiormente complicata dal progressivo minore spessore dell'acquifero.

Pur con queste difficoltà, e cercando di agire sempre in favore della sicurezza, si è giunti ad una modellizzazione del livello piezometrico in condizioni di medi livelli lacustri che è stato riportato sull'allegato "Piezometria statica e soggiacenza"; in questo modo su tale elaborato si possono osservare sia le isopiezometriche della falda sia valutare, per differenza con le quote della topografia, la soggiacenza della stessa; come si può vedere nella parte apicale e mediana del conoide la falda risulta avere un tetto posto a discreta profondità (con valori di circa 20 metri nella zona dei pozzi Roddo e più di 30 m per il pozzo di Carciano), mentre gli spessori della zona insatura diminuiscono notevolmente nella zona distale del conoide e nella fascia più prossima al lungolago di Stresa.

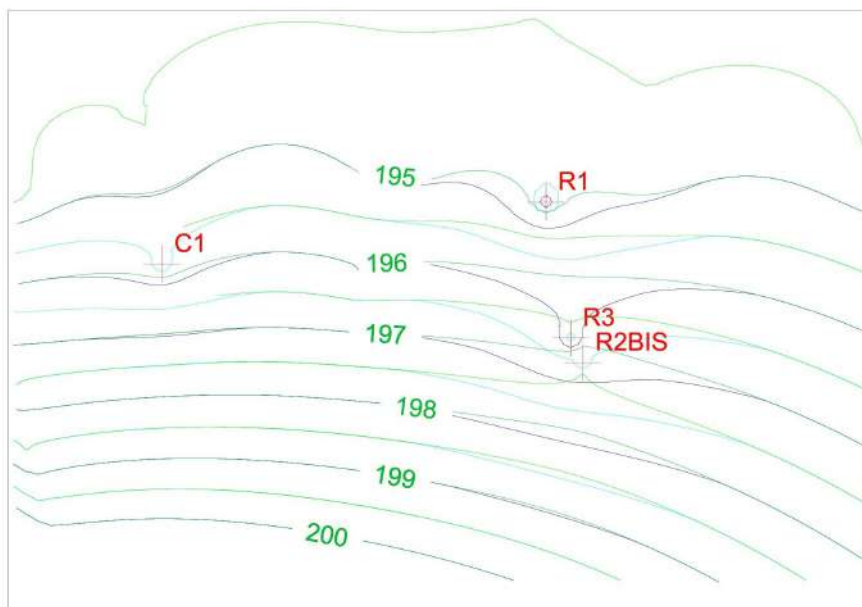
Isopiezometrica in condizioni dinamiche

Il passaggio successivo è stato quello di inserire sulla superficie piezometrica statica gli emungimenti in atto, con un metodo definito "sovrapposizione degli effetti"; in sostanza sono stati inseriti tutti e quattro i pozzi R1, R2bis, R3, C1, con le loro caratteristiche costruttive, e sono stati ad essi applicati i regimi di pompaggio massimi in continuo (24 h/giorno), sempre per agire in favore della sicurezza.

Il raggio di influenza dei pozzi è stato determinato attraverso formule empiriche (Bear, Cambefort, Sichardt). Per quanto riguarda le portate emunte, i pozzi sono stati modellizzati sulle seguenti portate, che corrispondono a quelle di autorizzazione:

- | | | | |
|-----------------------|-----------------|-----------------------------|-----------------|
| - pozzo Roddo 1 (R1): | portata 25 l/s; | - pozzo Roddo 2bis (R2bis): | portata 30 l/s; |
| - pozzo Roddo 3 (R3): | portata 25 l/s; | - pozzo Carciano 1 (C1): | portata 15 l/s; |

L'elaborazione è inserita nell'allegato "Piezometria dinamica"; di seguito è proposto il confronto fra statica (in verde chiaro e scuro) e dinamica (in blu e azzurro) mostra le limitate zone modificate con le depressioni dei pozzi in funzione.



Isocrone

Avendo definito la piezometria dinamica sono stati infine calcolati i tempi di percorrenza delle acque; infatti la ricostruzione delle isocrone viene ottenuta come involuppo delle linee di flusso ricostruite a partire da ciascun pozzo ed estese, per integrazione, fino al tempo che caratterizza l'isocrona stessa. Sono stati valutati i percorsi delle acque per tutti e quattro i pozzi, nell'ipotesi del pompaggio continuo 24h/giorno e con le seguenti portate di concessione:

- pozzo Roddo 1 (R1): portata 25 l/s;
- pozzo Roddo 2bis (R2BIS): portata 30 l/s;
- pozzo Roddo 3 (R3): portata 25 l/s;
- pozzo Carciano 1 (C1): portata 15 l/s;

Le isocrone definite sono quella di 60 giorni (area di rispetto ristretta) e, trattandosi di acquifero freatico vulnerabile, di 365 giorni (area di rispetto allargata). Le linee di flusso risultanti dal modello idrogeologico dell'acquifero con i pozzi in pompaggio massimo sono state riportate su base aerofotogrammetrica (vedi elaborato allegato)

Si può notare come le forme degli involuppi delle linee di flusso per i citati tempi di percorrenza siano piuttosto allungate "a pennacchio", sicuramente a causa della discreta permeabilità dell'acquifero e dell'inclinazione della superficie freatica; in particolare le aree che interessano i percorsi maggiori ai 60 giorni sono caratteristicamente situate nelle zone di apice monte falda.

Aree di rispetto ristretta e allargata

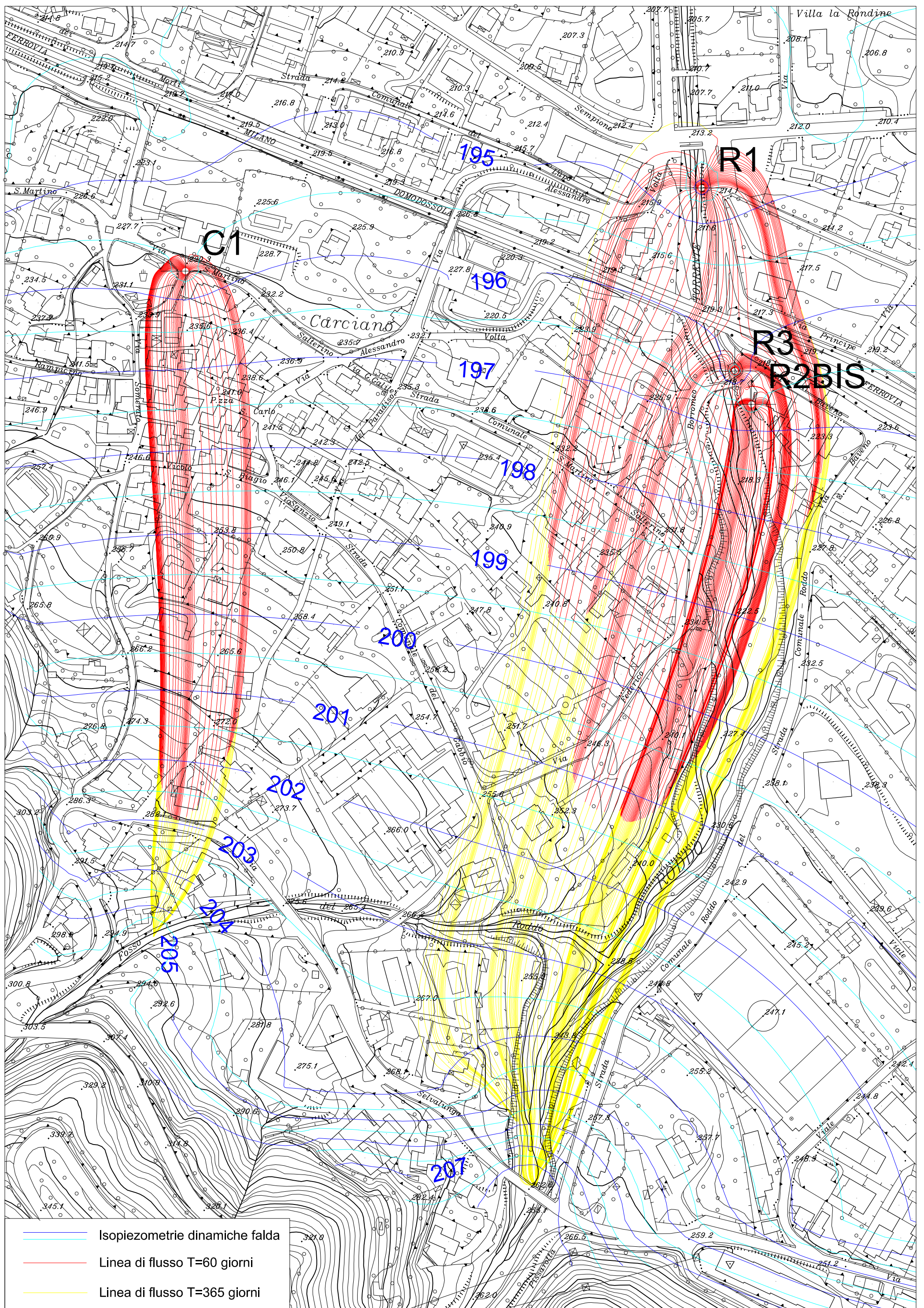
Il passo successivo è stato quello di tracciare le linee di involuppo che delimitano esternamente la propagazione delle isocrone. Tali linee sono quelle che delimitano rispettivamente la zona di rispetto ristretta e la zona di rispetto allargata.

Considerando queste delimitazioni ottenute dal modello e la morfologia delle aree appare però opportuno, sempre per agire in favore della sicurezza, ampliare leggermente tali aree, come meglio evidenziato nell'elaborato cartografico allegato:

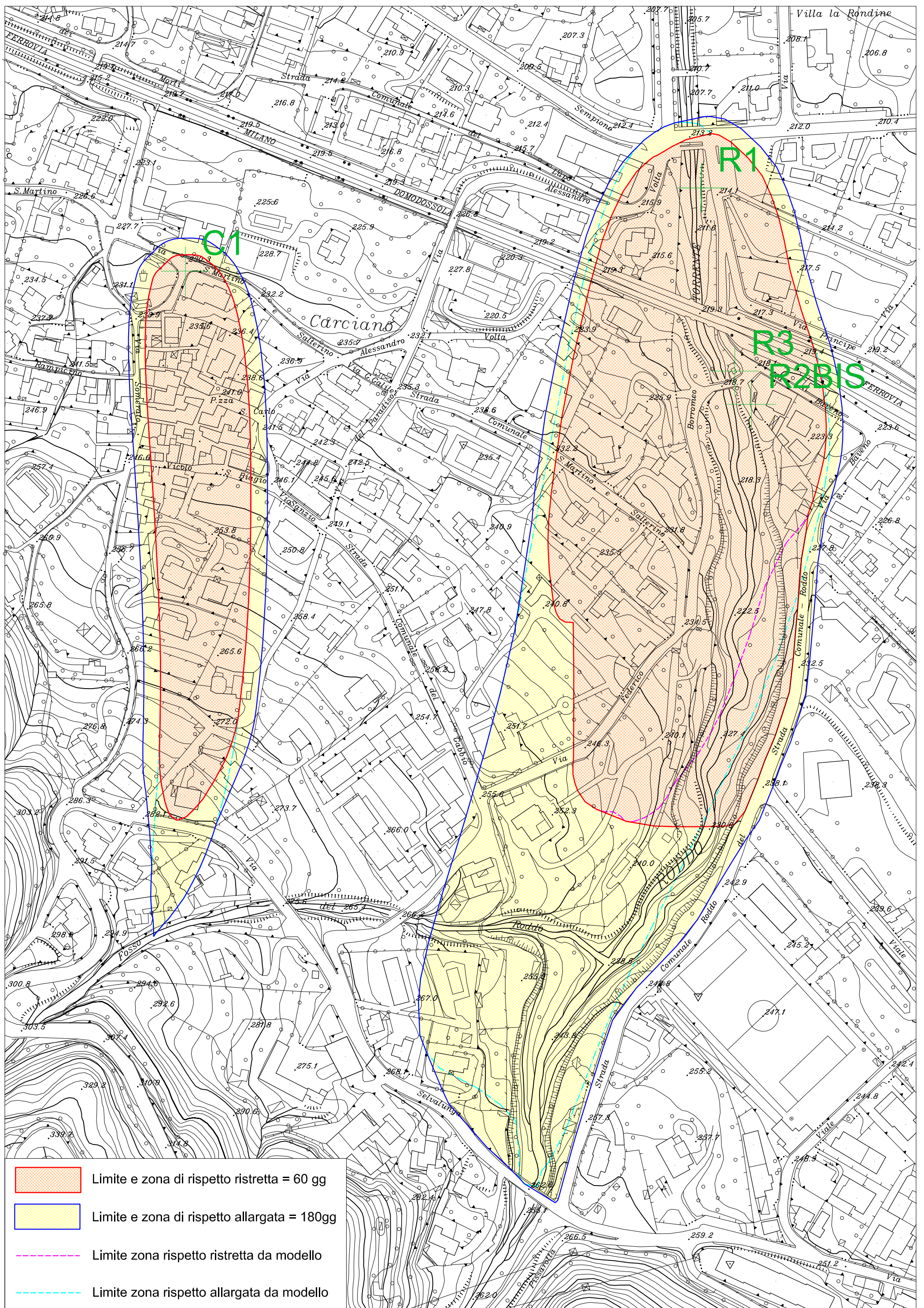
- dal modello l'area di rispetto ristretta del pozzo di Carciano sarebbe stata priva della "fascia cuscinetto" costituita dall'area di rispetto allargata per gran parte del suo sviluppo; per questo motivo viene proposto di definire una fascia di 10 metri di ampiezza in tutti i punti in cui l'area di rispetto allargata non derivi già dal modello, in modo da evitare un contatto diretto fra aree senza vincoli ed aree ad elevata limitazione di fruizione;
- per quanto riguarda l'area di rispetto ristretta dei pozzi Roddo, in primo luogo appare opportuno ampliare la delimitazione generata dal modello anche alla limitrofa zona di alveo del torrente Roddo, al fine di garantire ulteriore controllo su tale zona di alimentazione della falda;
- sempre per i pozzi Roddo anche in questo caso appare consigliabile riproporre la fascia di rispetto allargata di 10 m di ampiezza in tutti i punti in cui essa non sia presente o abbia da modello spessore inferiore;
- infine appare consono ridefinire in modo geometricamente più omogeneo la zona terminale verso monte dell'area di rispetto allargata, anche in questo caso comprendendo tratte degli alvei del Torrente Roddo e del rio suo affluente di sinistra nella zona della confluenza.

Tutto quanto qui proposto è meglio evidenziato nell'elaborato allegato, che comprende i vari tipi di delimitazione; le delimitazioni finali, proposte per l'approvazione, sono quindi quelle con linea rossa per l'area di rispetto ristretta e con linea blu per l'area di rispetto allargata, e tali verranno trasposte sull'elaborato catastale.

SCALA 1:2.000



SCALA 1:2.000



13. VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

L'acquifero oggetto di sfruttamento è un acquifero freatico superficiale, con superficie piezometrica situata a profondità non elevata e stratigrafia caratterizzata dalla presenza di depositi conoidali privi di livelli impermeabili di potenza ed estensione tali da costituire efficace protezione contro gli inquinanti.

Tutto ciò porta a definire l'acquifero come vulnerabile, sia attraverso la definizione di metodi qualitativi (basati sulle velocità sia verticali in zona non satura che orizzontali in zona satura) che di metodi semiquantitativi, come il metodo G.O.D. (Foster & Hirata, 1987), che tiene in conto il tipo di acquifero, la litologia e la soggiacenza della superficie piezometrica: il valore ottenuto con questo metodo è 0.49 ($=1.0 \times 0.7 \times 0.7$), che indica un acquifero con vulnerabilità al limite fra moderata ed alta. Per questo motivo sono state definite una zona di rispetto ristretta (60 giorni di percorrenza) e una zona di rispetto allargata (365 giorni di percorrenza).

14. VALUTAZIONE DEI CENTRI DI PERICOLO

Come richiesto dalla normativa sono state individuate tutte le attività e le infrastrutture, presenti nel raggio di 1 km dalle opere di captazione, e all'interno dell'area di protezione, che potrebbero considerarsi potenzialmente pericolose ai fini della salvaguardia dell'acquifero.

Un primo quadro dell'areale è stato basato sulle cartografie di P.R.G. riportanti le destinazioni d'uso del territorio. In particolare si precisa che si allega la trasposizione informatizzata della cartografia originale in B/N, in quanto molto più leggibile, con la precisazione che la delimitazione delle aree di rispetto riportata su queste unicamente indicativa, in quanto le tavole sono state realizzate durante il lungo iter in corso; legalmente sono ancora validi i limiti riportati nel D.lgs. n.152/2006.

Sulla base del Piano Regolatore vigente è stato possibile determinare l'uso del suolo delle aree investigate; è stato effettuato il censimento di tutte le attività, insediamenti e manufatti in grado di costituire direttamente od indirettamente dei fattori certi o potenziali di degrado della qualità delle acque sotterranee intercettate dalle opere di captazione. Si segnala che nell'intorno significativo non sono presenti attività agricole soggette a Piani di utilizzo dei fertilizzanti.

In allegato è riportato lo stralcio planimetrico dello strumento urbanistico vigente, in relazione alle zone di rispetto ottenute, da cui ci si è basati per procedere con la realizzazione dell'indagine sui centri di pericolo, alla scala 1:10.000 su base aerofotogrammetrica. È stata poi rappresentata la medesima indagine su base catastale, con un maggior dettaglio, in scala 1:2.000 rappresentando i potenziali centri di pericolo presenti all'interno delle aree di salvaguardia delle opere di captazione oggetto dell'indagine. Come commento a tale cartografia vengono qui di seguito esposte alcune note ed approfondimenti relativi alle principali voci presenti in legenda.

Elementi idrogeologici

Assi di principali alimentazione: corrispondono agli alvei dei torrenti, per le parti con fondo naturale o comunque non impermeabile

Pozzi pubblici ad uso idropotabile: si tratta dei pozzi dell'acquedotto oggetto del presente studio.

Pozzi privati: si tratta di alcuni pozzi delle strutture alberghiere del lungolago di Stesa, utilizzati per scopi non potabili (piscine, irrigazione, ecc.) e di un pozzo privato, posto in località Carciano, utilizzato a scopo irriguo.

Pozzi dismessi: si tratta di un pozzo dell'acquedotto di Stesa, dismesso da alcune decine di anni e di un pozzo privato in località Carciano.

Limite area di tutela assoluta: il limite delle aree di tutela assoluta è riportato secondo quanto previsto al capitolo successivo.

Limite area di rispetto ristretta: il limite dell'area di rispetto ristretta (60 gg. di percorrenza nel sottosuolo) è quello conclusivo risultante dall'analisi eseguita.

Limite area di rispetto allargata: il limite dell'area di rispetto allargata (365 gg. di percorrenza nel sottosuolo) è quello conclusivo risultante dall'analisi eseguita.

Smaltimento reflui

Collettori fognari: sono stati evidenziati in cartografia i collettori fognari principali, con suddivisione a seconda della tipologia di reflui condotti (acque bianche, acque nere o acque miste); le acque raccolte dalla rete fognaria vengono portate presso il depuratore consortile di Lesa attraverso la condotta principale che si sviluppa principalmente al di sotto della s.s.n.34 che costeggia le sponde del Lago Maggiore. Per quanto riguarda le acque meteoriche i collettori pubblici raccolgono anche tutte le acque provenienti dalle sedi stradali e aree pubbliche di varia tipologia (parcheggi, ecc.), che vengono smaltite secondo le procedure sopra citate.

Subirrigazioni: sono state indicate le abitazioni in cui, secondo la documentazione depositata nel 2004-2005 presso il Comune di Stresa, sono presenti impianti di subirrigazione dei reflui nel sottosuolo. La permanenza di tali impianti verrà verificata e, nel caso in cui gli utenti non lo siano già, verrà emessa ordinanza di allacciamento alla rete in quanto molti di essi appaiono prossimi a collettori fognari anche di recente realizzazione.

Uso del suolo

Rete viaria e ferroviaria: sono state evidenziati tutti i tracciati viari principali e il tracciato ferroviario; tali tracciati possono presentare elementi di raccolta delle acque di pioggia, ma in genere in aree extra urbane questi conducono ad un collettamento in corpi idrici superficiali, se non addirittura con spargimento diretto in modo diffuso sul versante.

Cimiteri: nell'intorno significativo sono presenti gli impianti cimiteriali di Stresa e delle frazioni di Carciano, Someraro e Levo.

Aree artigianali: le porzioni di territorio comprese nell'ambito significativo sono costituite da nuclei antropici essenzialmente di tipo residenziale, sono presenti sporadiche aree destinate ad attività artigianali, anche se alcune di esse rimangono tali solo di nome, in quanto le imprese hanno cessato l'attività (ad esempio una vecchia falegnameria situata in località Carciano, in sponda sinistra del torrente Roddo).

Nelle tavole di Piano Regolatore come area artigianale è indicata anche una ampia superficie posta in sponda destra del T. Roddo, di proprietà comunale (località Pissarotta), che è attualmente utilizzata da ConSerVCO come:

- unità locale con spogliatoi e servizi igienici: è il luogo da cui partono i dipendenti che svolgono il servizio di raccolta rifiuti nei Comuni di Stresa, Baveno, Gignese e Brovello Carpugnino;
- deposito mezzi per l'effettuazione del servizio di raccolta rifiuti nei comuni sopra citati;
- centro di raccolta e smistamento rifiuti per gli utenti del Comune di Stresa, con conferimento diretto, in orario programmato, di materiali vari (ingombranti, legno, ferro, ecc.).

Su tale area è in corso la progettazione esecutiva di una serie di opere di ristrutturazione e messa in sicurezza degli edifici, dei piazzali, del sistema di raccolta e collettamento acque, sia provenienti dal versante che ricadenti sull'area, con completamento e rifacimento delle pavimentazioni, che permetteranno di incrementare il livello di sicurezza ed escludere qualsiasi infiltrazione nel terreno. L'intervento, che viene progettato da tecnici del Comune di Stresa, è già previsto come proprio investimento da ConSerVCO.

Aree agricole: l'analisi del territorio nell'intorno significativo delle opere di captazione ha evidenziato la presenza di aree agricole che però non vengono, di fatto, utilizzate a fini agricoli e risultano per buona parte boscate per la presenza di boschi d'invasione.

Parcheggi: sono state inserite tutte le principali aree con possibile stazionamento di autoveicoli.

Distributori di carburante: è presente un distributore di carburante lungo la s.s.n.34 a valle dei pozzi.

Campo Sportivo: si segnala, al margine esterno della fascia di rispetto allargata del gruppo pozzi Roddo, la presenza del campo sportivo comunale. A seguito di un accordo di programma tra la Provincia del VCO e il Comune di Stresa, l'area attualmente destinata a campo sportivo doveva diventare il luogo della nuova sede dell'Istituto Alberghiero Maggia, ipotesi che ora sembra essere decaduta; nell'ambito della progettazione sono state eseguite analisi ambientali finalizzate alla gestione delle terre e rocce da scavo che hanno evidenziato, per il luogo, il superamento dei limiti previsti dal D.Lgs.152/06 (Tabella 1, Colonna A, Allegato 5 al Titolo V, Parte Quarta) per quanto riguarda la presenza di piombo, zinco e idrocarburi all'interno dei primi metri di terreno; sulla base delle indagini preliminari è stato redatto un piano di caratterizzazione (sottoposto all'approvazione degli organi competenti) che ha escluso la possibilità che tali elementi possano raggiungere la falda, sia per la natura degli elementi che per la profondità a cui questa si trova rispetto al p.c..

COMUNE DI STRESA
PIANO REGOLATORE COMUNALE

ai sensi della L.U.R. 56/77
 Approvazione Progetto Definitivo



Assessore: Giuseppe Bottini 28038 Stresa piazza Matteotti 6	D.G.R. n.89-32803 del 07/03/94 approvato 07/10/08 emanato novembre 2008 formato 147 cm x 89,1 cm scala 1:2.000
Sindaco: Dott. Carlo Di Milla 28038 Stresa piazza Matteotti 6	
Segretario comunale: Dott. Ugo Palmieri 28038 Stresa piazza Matteotti 6	
Approvato con D.G.C.N. 73 del 27/11/2008 la presente tavola ha la sola scopo di rendere noto l'aspetto visivo meglio comprensibile la tavola di PRG su formato cartaceo approvata dalla Regione Piemonte ed attualmente vigente, che conservano assoluto valore giuridico e di unico riferimento in caso di contraddittorio.	

progetto
 BNSStudio - studiata Nova architetti associati - ARCH. SILVIA BALLARDINI
 20134 Milano via Gran San Bernardo 13, 029738400, 029738400, email:brunato@bns.it

Informazione
INFORMATIZZAZIONE PRG VIGENTE

Titolo
ZONIZZAZIONE INTERO TERRITORIO URBANIZZATO

note
 aggiornamento novembre 2008

P2_3

AREE A DESTINAZIONE

PREVALENTE RESIDENZIALE	PUBBLICA O DI INTERESSE PUBBLICO
Art. 2.2 Aree dei nuclei urbani originali Art. 2.8 Aree a capacità insediativa invariata Art. 2.9 Aree esterne a capacità insediativa invariata Art. 2.10 Aree a residenza in parco privato Art. 2.11 Aree di salvaguardia ambientale Art. 2.11.e Edifici di particolare valore ambientale in zone art. 2.10 e 2.11 Art. 2.12 B Aree di ristrutturazione e completamento edilizio (Capoluogo) Art. 2.12 B2 Aree di ristrutturazione e completamento edilizio (Frazioni) Art. 2.13 B3 Aree di nuova edificazione Art. 2.13 B4 Aree di nuova edificazione Art. 2.13 B5 Aree di nuova edificazione Art. 2.13 B6 Aree di nuova edificazione Art. 2.14 Aree di nuova edificazione a densità ridotta Art. 2.16 PEEP Aree di edilizia economica e popolare	S Art. 4.1.a Aree per l'istruzione A Art. 4.1.b Aree di interesse comune V Art. 4.1.c Aree per il verde pubblico P Art. 4.1.d Parcheggio pubblico T Art. 4.1.e Attrezzature e servizi di interesse generale U Art. 4.2.1 Scolastiche W Art. 4.2.2 Culturali Z Art. 4.2.3 Interscambio C Art. 4.3 Aree cimiteriali e relative fasce di rispetto Art. 4.5.V Aree destinate alla viabilità Art. 4.6 Aree ferroviarie Art. 4.7 Aree di tutela ambientale Art. 4.8 Aree boscate Art. 4.10 Parchi privati edifici di particolare valore ambientale Art. 4.15 Aree per il campo da golf
PRODUTTIVA	
Art. 3.2 Aree artigianali esistenti Art. 3.3 Nuove Aree artigianali Art. 3.4 Aree per insediamenti ricettivi e alberghieri esistenti e PEC-H Art. 3.5 Aree destinate a nuovi insediamenti ricettivi alberghieri Art. 3.6 Aree destinate a nuovi insediamenti ricettivi all'aperto H Art. 3.7 Aree per attrezzature e ricettività ricreative e sportive K Art. 3.8 Aree per attrezzature nautiche Art. 3.9 Aree polifunzionali centrali Art. 3.10 Aree agricole	

PIANIFICAZIONE ATTUATIVA

	Aree di recupero urbanistico ed edilizio soggette a pianificazione urbanistica esecutiva
	Aree soggette a piano esecutivo convenzionato
	Perimetro dei nuclei urbani originali

VINCOLI SOVRAORDINATI

	D.lgs 42/04
	Legge Regionale 45/89
	aree cimiteriali e vincolo di rispetto cimiteriale
	fasce di rispetto - impianti di risalita
	fasce di rispetto delle acque pubbliche
	fasce di rispetto ferroviarie
	fasce di rispetto stradali
	impianti di risalita
	piste da sci
	salvaguardia dei valori ambientali delle isole
	zona di tutela assoluta dei pozzi
	zona di tutela assoluta delle sorgenti

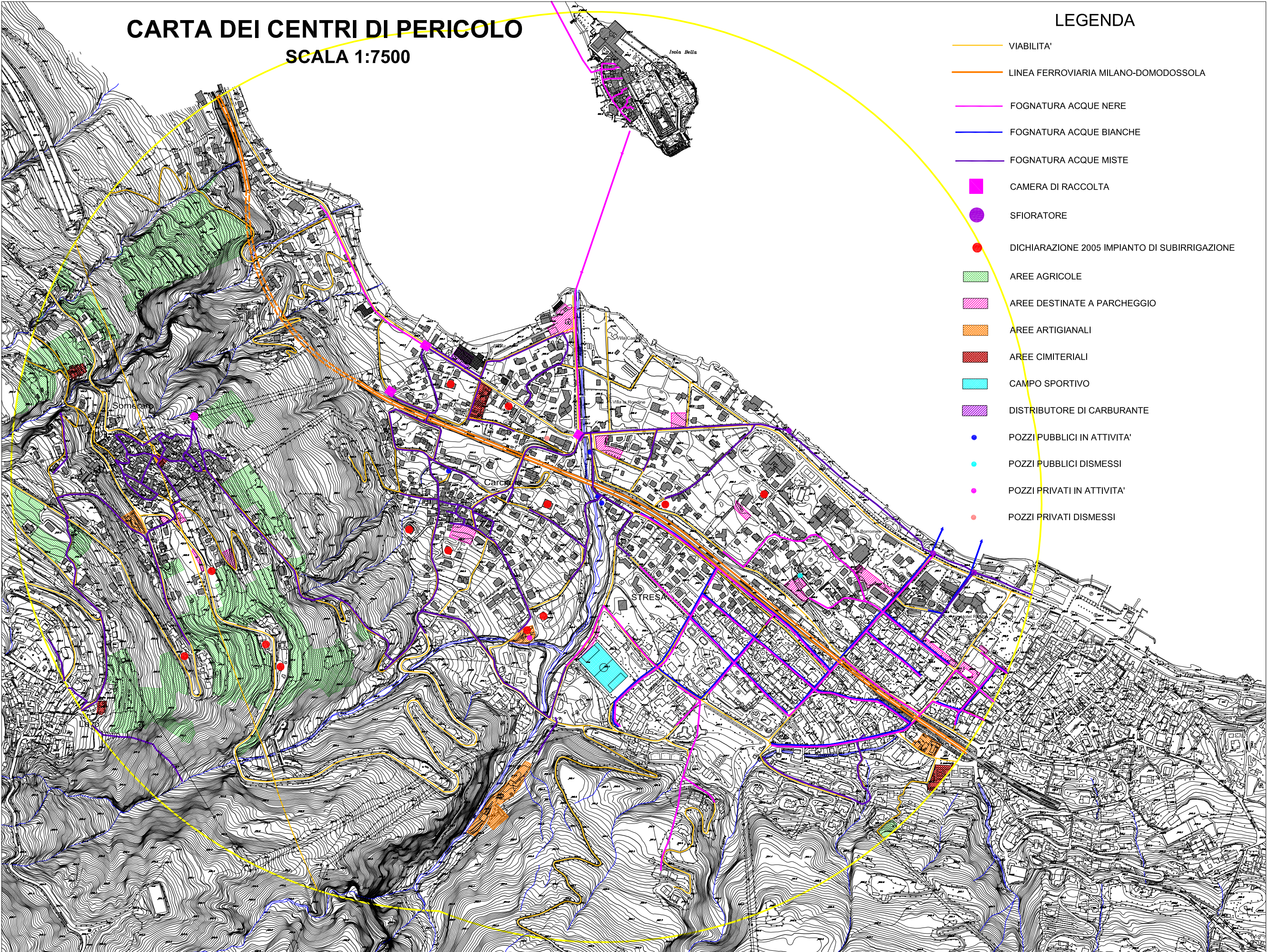


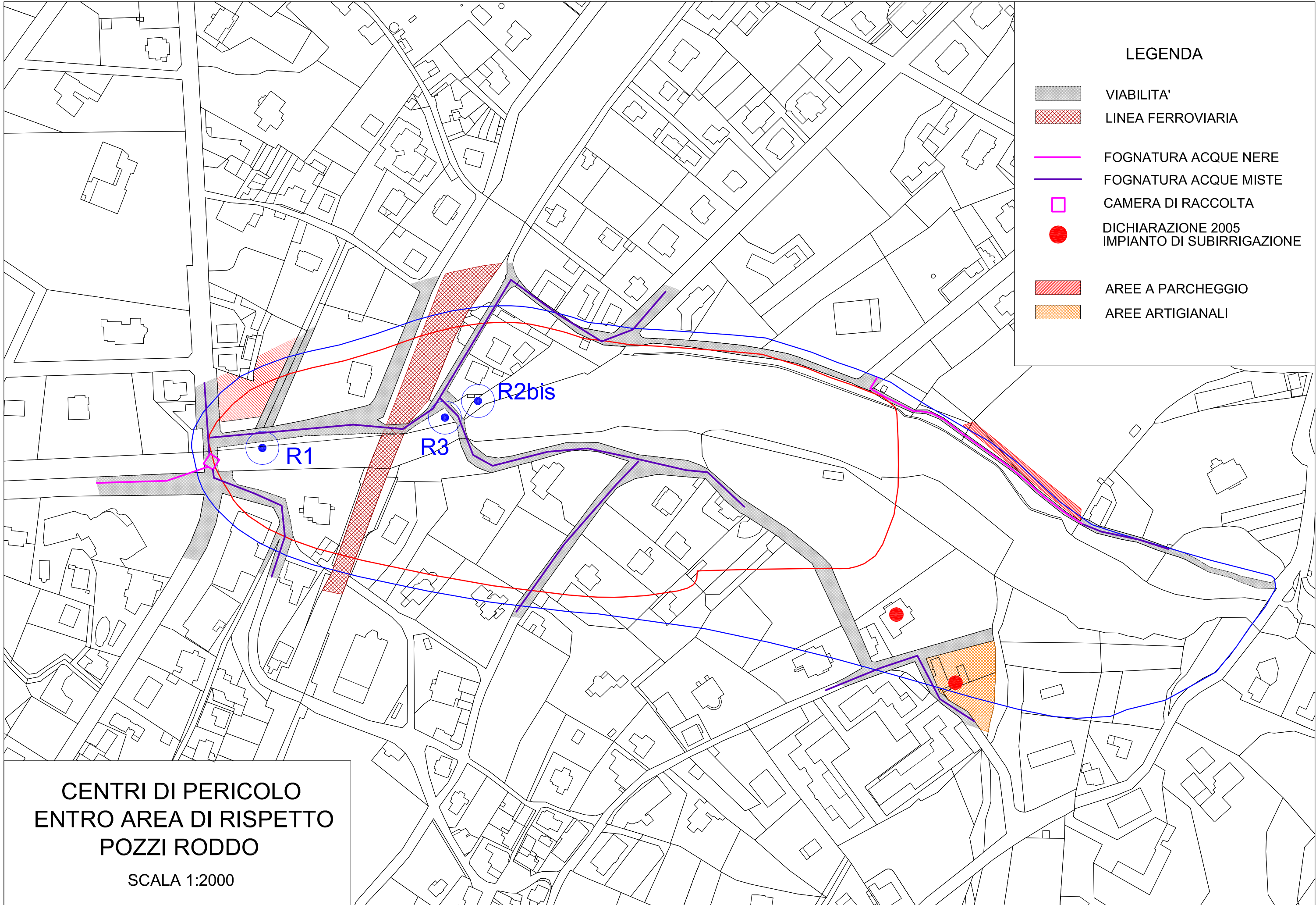
CARTA DEI CENTRI DI PERICOLO

SCALA 1:7500

LEGENDA

- VIABILITA'
- LINEA FERROVIARIA MILANO-DOMODOSSOLA
- FOGNATURA ACQUE NERE
- FOGNATURA ACQUE BIANCHE
- FOGNATURA ACQUE MISTE
- CAMERA DI RACCOLTA
- SFIORATORE
- DICHIARAZIONE 2005 IMPIANTO DI SUBIRRIGAZIONE
- AREE AGRICOLE
- AREE DESTINATE A PARCHEGGIO
- AREE ARTIGIANALI
- AREE CIMITERIALI
- CAMPO SPORTIVO
- DISTRIBUTORE DI CARBURANTE
- POZZI PUBBLICI IN ATTIVITA'
- POZZI PUBBLICI DISMESSI
- POZZI PRIVATI IN ATTIVITA'
- POZZI PRIVATI DISMESSI





LEGENDA



VIABILITA'



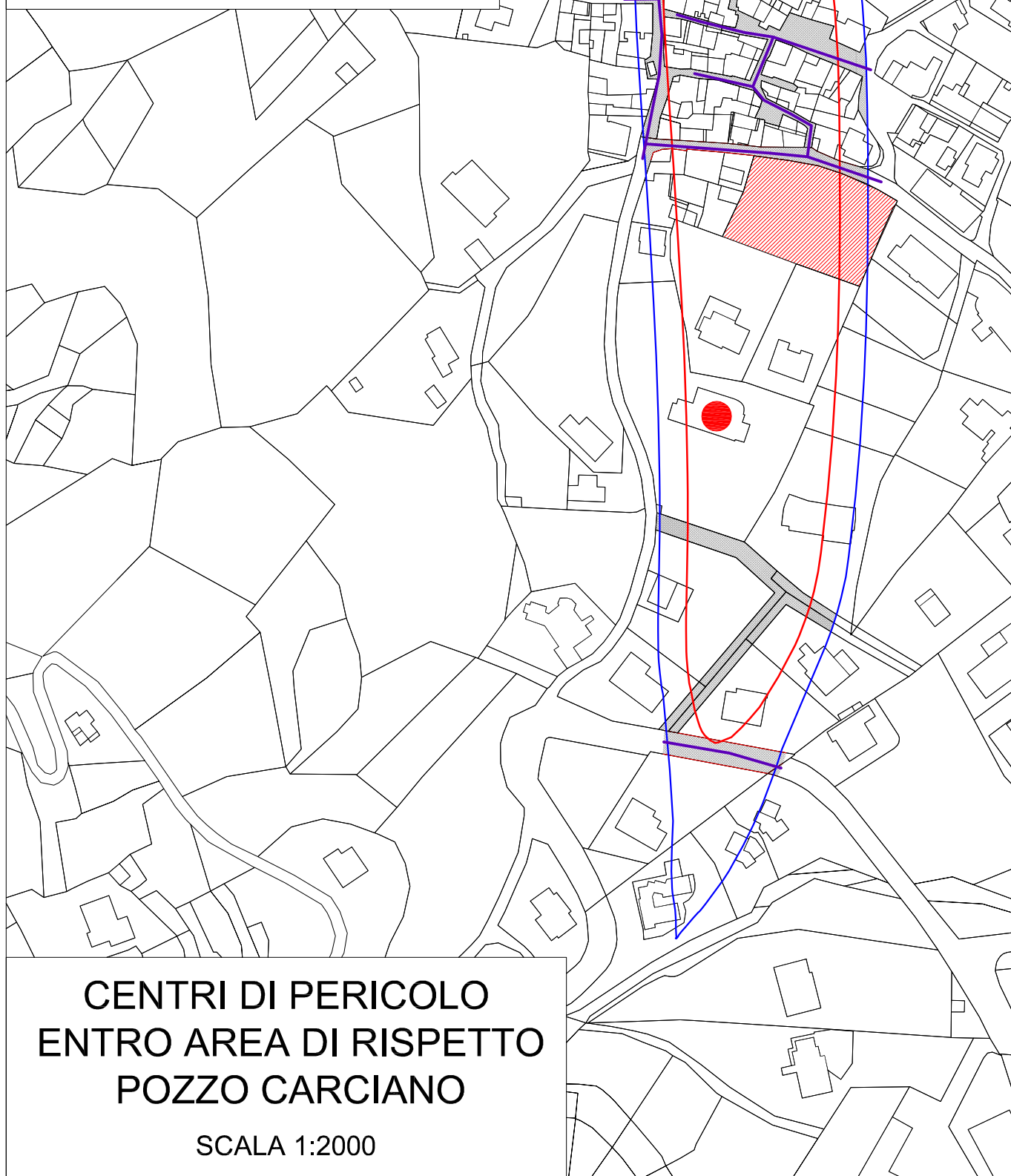
FOGNATURA ACQUE MISTE



DICHIARAZIONE 2005
IMPIANTO DI SUBIRRIGAZIONE



AREE A PARCHEGGIO



**CENTRI DI PERICOLO
ENTRO AREA DI RISPETTO
POZZO CARCIANO**

SCALA 1:2000

14. PROPOSTA DI DEFINIZIONE AREE DI SALVAGUARDIA

Sulla base di tutto quanto sopra riportato viene avanzata una proposta della definizione delle aree di salvaguardia relative ai quattro pozzi idropotabili in località Stresa (compreso il pozzo Roddo 3 in corso di autorizzazione), sulla base della normativa in vigore e in particolare secondo le procedure e le indicazioni legislative e regolamentari. La delimitazione delle aree è stata eseguita in modo cautelativo in quanto il calcolo dei tempi di arrivo è stato effettuato considerando che l'inquinamento avvenga direttamente in falda, escludendo quindi il tempo di percolazione nello strato insaturo.

Zona di tutela assoluta

La legge prevede per l'area di tutela assoluta dei pozzi una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di prelievo; si propone quindi un'area di 10 m di raggio a partire dalla captazione, che dovrà essere recintata ove non interessante un alveo, un sedime stradale o un accesso obbligato.

Area di rispetto ristretta (isocrona 60 gg.) ed allargata (isocrona 365 giorni)

Le aree di rispetto ristrette ed allargate risultano dalla modellizzazione eseguita, con l'ampliamento in corrispondenza dell'alveo del T.Roddo come descritto nel paragrafo 12 e come visibile nell'allegato su base fotogrammetrica. I limiti delle aree di rispetto sono state anche definite e rappresentate su elaborato catastale mediante un sistema di coordinate, avente come origine rispettivamente il pozzo Carciano C1 e il pozzo R1. Le coordinate riferite ai punti riconoscibili in cartografia sono le seguenti:

COORDINATE LIMITI AREE RISPETTO POZZI RODDO (R1 - R2BIS – R3)

		X (m)	Y(m)
POZZO R1		0.00	0.00
POZZO R2BIS		129.97	22.37
POZZO R3		110.13	12.91
AREA DI RISPETTO RISTRETTA	Rr1	-32.53	-1.67
	Rr2	-7.70	29.29
	Rr3	30.25	43.01
	Rr4	71.81	53.89
	Rr5	116.42	67.45
	Rr6	156.16	69.95
	Rr7	194.68	60.48
	Rr8	240.33	55.85
	Rr9	301.81	51.07
	Rr10	343.81	36.78
	Rr11	382.01	19.29
	Rr12	384.08	-15.70
	Rr13	381.41	-45.54
	Rr14	370.07	-70.56
	Rr15	343.89	-77.95
	Rr16	293.49	-78.64
	Rr17	262.32	-84.54
	Rr18	231.66	-94.51
	Rr19	185.09	-94.13
	Rr20	139.38	-88.60
	Rr21	101.96	-81.98
	Rr22	60.38	-73.21
	Rr23	18.17	-60.98
	Rr24	-17.68	-36.54

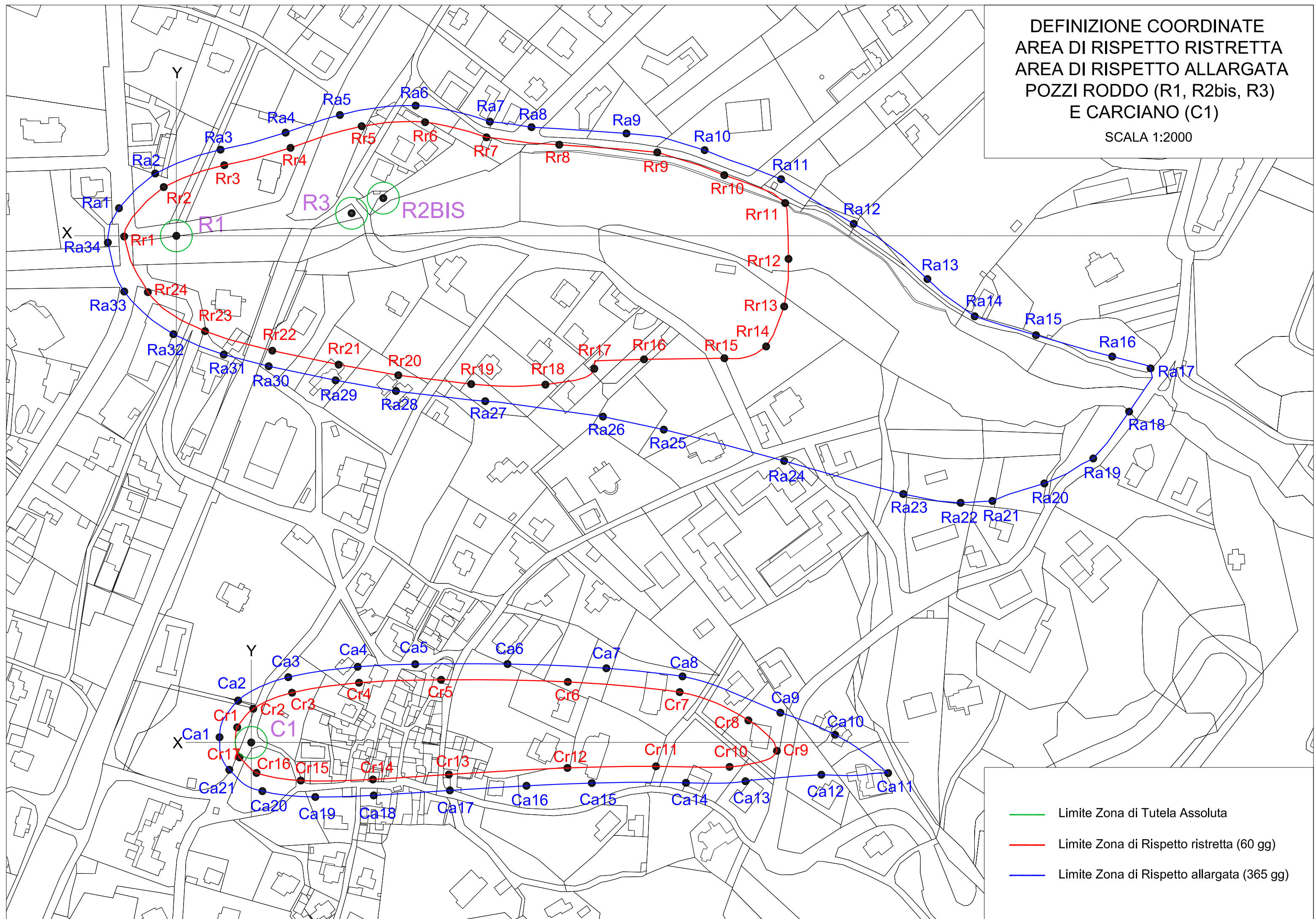
AREA DI RISPETTO ALLARGATA	Ra1	-35.77	16.07
	Ra2	-13.08	37.81
	Ra3	27.91	52.73
	Ra4	68.72	63.40
	Ra5	102.76	74.47
	Ra6	150.28	80.34
	Ra7	196.81	70.31
	Ra8	222.92	66.84
	Ra9	282.47	62.92
	Ra10	331.49	52.44
	Ra11	379.43	34.24
	Ra12	424.97	6.32
	Ra13	471.19	-28.94
	Ra14	500.83	-51.69
	Ra15	539.32	-63.51
	Ra16	587.10	-76.90
	Ra17	611.15	-84.30
	Ra18	597.69	-111.39
	Ra19	575.20	-140.75
	Ra20	544.54	-156.39
	Ra21	511.95	-167.38
	Ra22	492.02	-168.54
	Ra23	456.02	-163.03
	Ra24	381.35	-142.31
	Ra25	305.87	-122.71
	Ra26	267.74	-114.53
	Ra27	193.90	-104.87
	Ra28	137.91	-98.50
	Ra29	100.05	-91.80
	Ra30	58.10	-82.95
	Ra31	29.87	-75.68
	Ra32	-1.64	-62.87
	Ra33	-32.45	-36.15
	Ra34	-42.75	-5.45

COORDINATE LIMITI AREE RISPETTO POZZO CARCIANO (C1)

		X (m)	Y(m)
POZZO C1		0.00	0.00
AREA DI RISPETTO RISTRETTA	Cr1	-8.59	8.26
	Cr2	1.49	19.90
	Cr3	25.83	29.95
	Cr4	67.82	36.21
	Cr5	119.28	38.04
	Cr6	198.75	36.74
	Cr7	268.88	30.33
	Cr8	311.98	12.61
	Cr9	329.88	-6.47
	Cr10	300.21	-16.52
	Cr11	254.02	-16.18
	Cr12	198.53	-17.19
	Cr13	124.14	-21.27
	Cr14	76.50	-24.42
	Cr15	31.28	-25.09

DEFINIZIONE COORDINATE
AREA DI RISPETTO RISTRETTA
AREA DI RISPETTO ALLARGATA
POZZI RODDO (R1, R2bis, R3)
E CARCIANO (C1)

SCALA 1:2000



AREA DI RISPETTO ALLARGATA	Cr16	3.52	-20.29
	Cr17	-7.11	-10.56
	Ca1	-19.66	2.06
	Ca2	-8.04	25.07
	Ca3	25.46	39.67
	Ca4	66.98	46.18
	Ca5	103.07	47.84
	Ca6	160.93	47.94
	Ca7	222.94	45.27
	Ca8	270.68	40.17
	Ca9	392.05	17.43
	Ca10	366.32	3.63
	Ca11	399.62	-20.40
	Ca12	357.73	-21.43
	Ca13	310.18	-25.51
	Ca14	272.82	-26.49
	Ca15	213.82	-26.68
	Ca16	172.82	-28.39
	Ca17	124.79	-31.25
	Ca18	77.03	-34.41
	Ca19	40.37	-35.38
	Ca20	7.22	-31.71
	Ca21	-13.53	-18.32

Zona di protezione

La normativa prevede anche una zona di protezione coincidente con l'area di ricarica dell'acquifero da proteggere. Essa deve essere impostata secondo il criterio idrogeologico.

Il Piano di Tutela delle Acque approvato dalla Regione Piemonte indica soltanto aree di protezione a grande scala nella fascia collinare e di pianura, demandando a successivi approfondimenti e direttive:

- la definizione delle metodologie tecniche per la determinazione delle aree;
- la definizione delle aree a scala più locale, affidata in particolare alle Province;
- la determinazione della normativa vincolistica per i territori compresi nella zona di protezione.

Quindi in questa sede può essere solo segnalato come bacino diretto di alimentazione tutto il bacino idrogeologico del Torrente Roddo e del Torrente Selvalunga.

Verbania, Dicembre 2019

