



studio di geologia geocube³

piazza Statuto, 7 15033 Casale Monferrato (AL)

Geologo Roberto Furlan

phone +393493728956

email:roberto.furlan@studiogeologiageo3.it

Regione Piemonte

Provincia di Alessandria

Comune di CASALE MONFERRATO

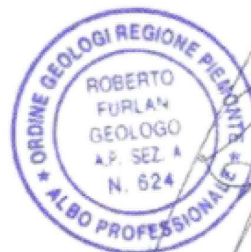
**INDAGINE GEOLOGICO, IDROGEOLOGICA
RELATIVA ALLA DOMANDA DI RINNOVO DELLA
CONCESSIONE DI DERIVAZIONE ACQUE SOTTERRANEE
MEDIANTE POZZI
CODICE UTENZA AL11109**

Committente EPTA SpA

Data CASALE MONFERRATO, 30.09.2022

TECNICI INCARICATI

GEOLOGO Roberto Furlan



SOMMARIO

1. PREMESSA

pag 01

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO

pag 02

2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

pag 04

2.2.1 Inquadramento geologico di dettaglio

pag 05

2.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO

pag 07

2.3.1 Assetto idrogeologico di dettaglio

pag 10

2.3.2 Idrologia locale

pag 11

2.4 SPETTRI SISMICI DI RISPOSTA

pag 12

3. MODELLO IDRAULICO

3.1. CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE

pag 15

3.2. PROVA DI EMUNGIMENTO

pag 18

3.3. PERDITE DI CARICO

pag 27

3.4 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

pag.28

4. CONCLUSIONI

pag 29

ALLEGATI:

- *PIANTA STATO ATTUALE, UBICAZIONE OPERA DI CAPTAZIONE ESISTENTE E IMPIANTI*
- *TAVOLA CATASTALE*
- *VISURA CATASTALE*
- *CATASTO POZZI*
- *VISURA CAMERALE*
- *DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA*
- *REPORT ANALISI CHIMICHE*

1. PREMESSA

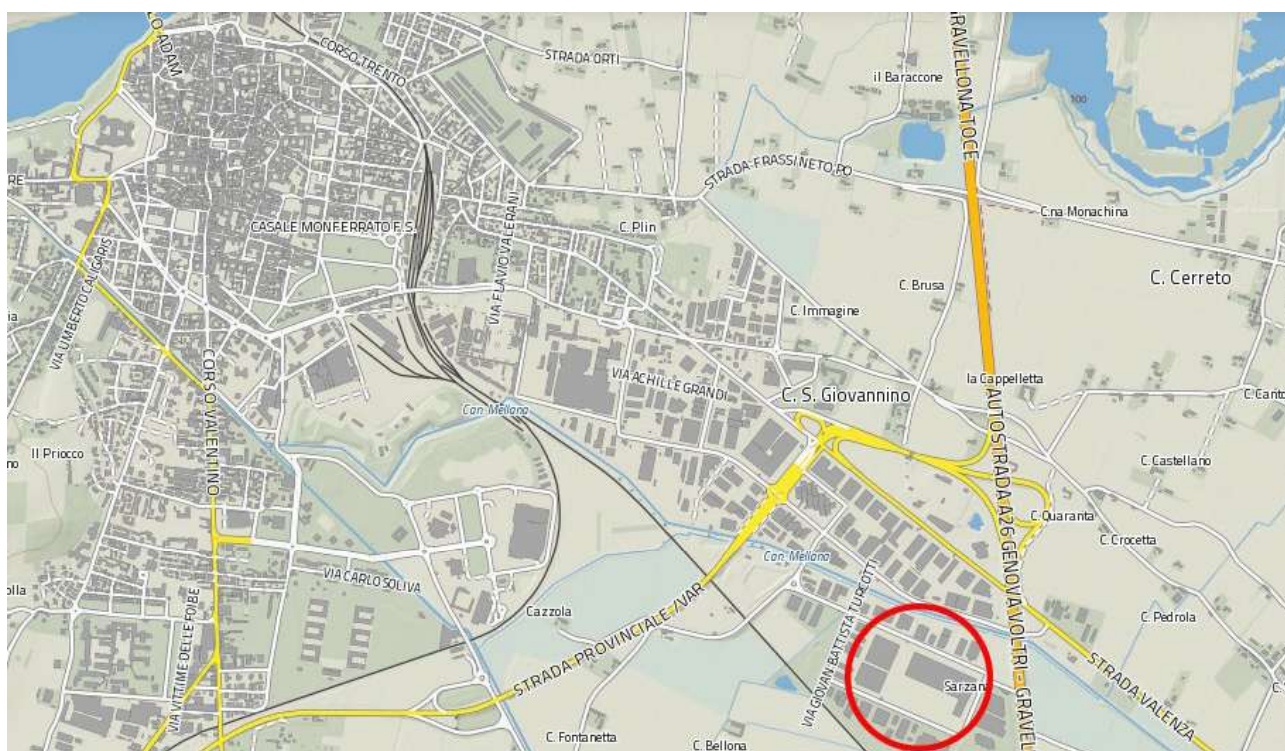
La presente relazione geologico-idrogeologica viene redatta in ottemperanza al D.P.G.R. N2/R del 09/03/2015 e s.m.i. e del Regolamento regionale 29 luglio 2003, n 10/R; Regolamento regionale recante: "Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 dicembre 2000, n°61), e Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 marzo 2015, n 2/R; Regolamento regionale recante: "Abrogazione del regolamento regionale 14 marzo 2014, n 1/R e revisione della disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica di cui al regolamento regionale 29 luglio 2003, n 10/R (Legge regionale dicembre 2000, n 61)"; si propone di caratterizzare geologicamente e idrogeologicamente il sito e fornire i dati e i parametri necessari per l'istanza di RINNOVO DELLA CONCESSIONE PREFERENZIALE all'emungimento di acque sotterranee, tramite prelievo diretto delle acque della falda mediante due POZZI CENSITI CON CODICE UTENZA AL11109 con rispettivi codici univoci ALP01671 ed ALP01672 AD USO CIVILE (sottocategoria SCORTE ANTINCENDIO, IGIENICO SANITARIO, IRRIGAZIONE AREE VERDI PRIVATE), presso la ditta EPTA S.p.A con sede legale in Via Mecenate 86 nel comune di MILANO e insediamento produttivo in CASALE MONFERRATO Via Pier Enrico Motta 25.



Al fine di valutare le caratteristiche del deposito litologico è stato svolto un rilievo geomorfologico, geologico ed idrogeologico del contorno significativo ed una successiva contestualizzazione antropica, per definire i possibili interventi tecnici. E' stato quindi valutato il locale andamento

Il presente studio è stato realizzato esclusivamente a supporto del progetto descritto e non potrà essere utilizzato, senza specifico consenso dello scrivente, a supporto di altri progetti anche se ricadenti nel medesimo lotto.

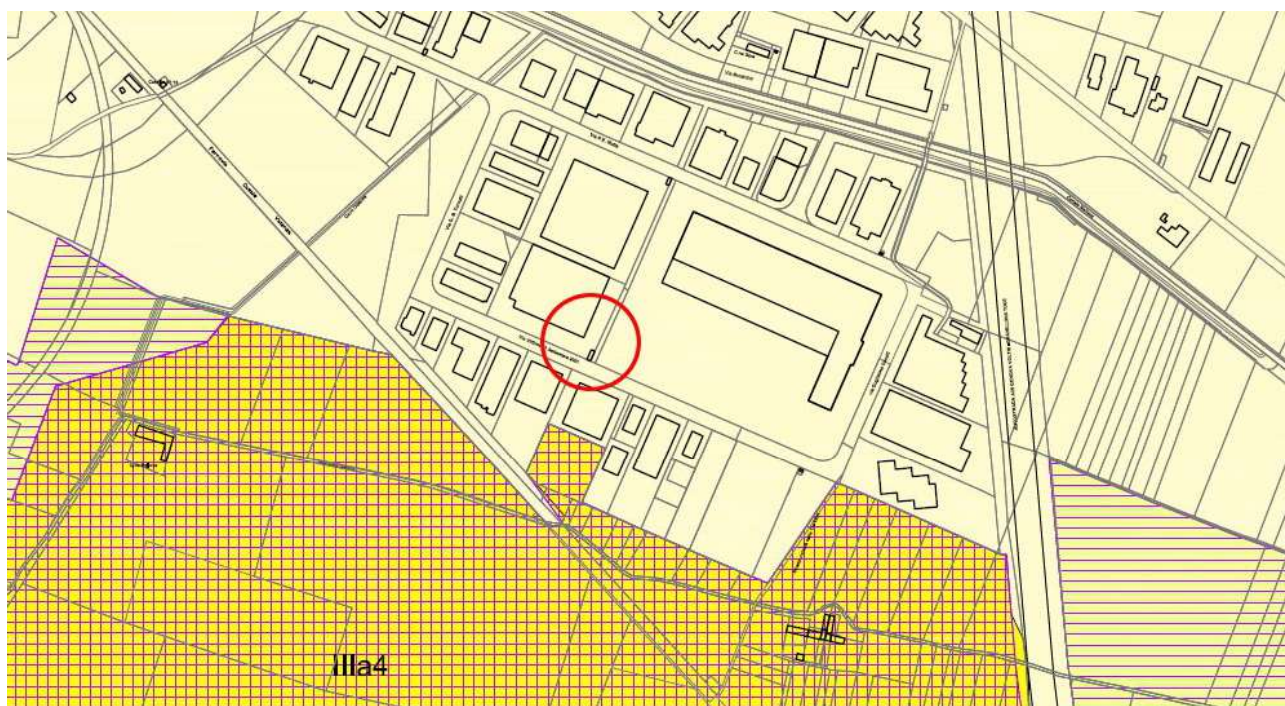
2.1 ASSETTO GEOMORFOLOGICO



Il territorio oggetto d'indagine occupa un settore di pianura con una morfologia livellata, caratterizzata da modesti terrazzamenti, spesso antropici, che corrispondono al secondo ordine dei terrazzi fluviali: questi sono caratterizzati da depositi argilloso limosi, sabbiosi e ghiaiosi, la cui genesi è attribuibile ai processi di dinamica fluviale ed alla normale attività deposizionale del fiume Po nel corso del Quaternario. In particolare, il capannone industriale interessato dal progetto risulta localizzato in un'area industriale posta all'ingresso Sud della città di Casale Monferrato, alla destra idrografica del fiume Po, ad una quota di circa 112,00 metri sul livello del mare medio.

Dal punto di vista del rischio geomorfologico l'analisi della cartografia tematica e le indagini svolte non hanno evidenziato al momento dell'indagine la presenza di processi di instabilità quiescenti o potenziali che coinvolgono direttamente i lotti di intervento. Secondo quanto riportato nel *Sistema Informativo Frane in Piemonte (SiFraP)* dell'ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche Territoriali e Geologiche (consultabile presso il Geoportale ARPA Piemonte), nell'area oggetto d'intervento non vengono indicati dissesti. Si esclude, la presenza nelle sezioni indagate di gallerie e/o cavità sotterranee derivanti da attività estrattive. Inoltre, sulla base della cartografia *P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione)* non si evidenziano potenziali rischi derivanti da eventi alluvionali o fenomeni di esondazioni per piene ordinarie e straordinarie ad opera della rete idrografica principale e secondaria.

La consultazione della documentazione geologica di P.R.G. comunale, ha permesso di verificare l'inserimento di tale area in una ***Classe di utilizzazione urbanistica IIa***, la quale risulta dalle N.T.A. come: *aree di pianura a moderata pericolosità caratterizzate da una bassa soggiacenza del livello della falda idrica e/o da problematiche relative alle insufficienze della rete di drenaggio (aree di ristagno).*



Stralcio Tavola di sintesi P.R.G.C.

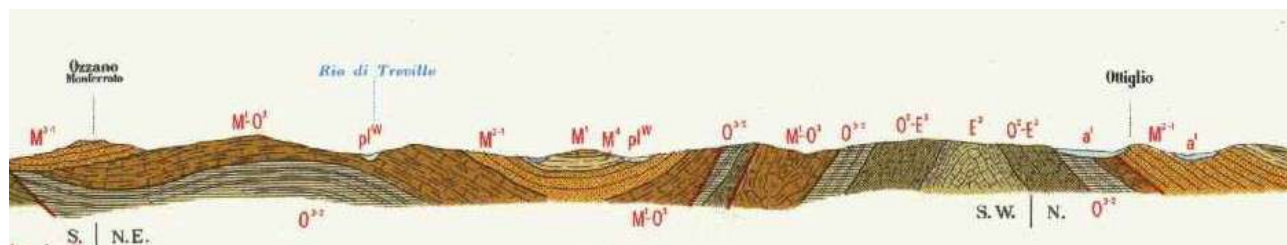
2.2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO

L'area indicata con il termine, in senso geologico, di Monferrato risulta essere un insieme di strutture, nettamente più recenti di quelle alpine, costituite da una serie postorogena terziaria e da formazioni cretaceo-eoceniche a facies ligure, che appartengono al substrato di tale serie.

Al Monferrato ed alla Pianura padana corrispondono parti dell'edificio strutturale alpino-appenninico scomparse quasi totalmente sotto alla coltre postorogena.

Il fenomeno, verosimilmente legato a sprofondamenti e sollevamenti differenziali nello spazio e nel tempo e riferibili alle fasi insubriche della tetto-genesi alpina, si è prodotto con modalità diverse nel Monferrato ed in corrispondenza della Pianura Padana.

Nel Monferrato i primi depositi marini postorogeni trasgressivi sono riferibili all'Eocene superiore ed all'Oligocene; essi sono pertanto immediatamente posteriori e in parte anche contemporanei al parossismo orogenetico della tetto-genesi alpina ed alla fase ligure di quella appenninica.



Stralcio sezione Geologica del territorio del Monferrato Carta Geologica d'Italia foglio 57"VERCELLI"

In corrispondenza della Pianura Padana invece l'ingressione marina si è prodotta con un ritardo che è tanto maggiore quanto più grandi erano la distanza dal Monferrato o la vicinanza alla catena alpina attuale. Le parti della catena alpina che hanno alimentato i conglomerati dell'Oligocene superiore e del Miocene affioranti nel Monferrato erano, all'epoca della formazione di queste facies, assai vicine al luogo di deposito e comunque più vicine di quanto non lo sia l'attuale limite Alpi/pianura, mentre la presenza di lembi di Pliocene marino direttamente trasgressivo sul cristallino, in prossimità o nelle parti marginali della catena alpina dimostra che l'ingressione marina ha raggiunto il piede della catena soltanto nel Pliocene.

La sedimentazione postorogena inizia pertanto prima nel Monferrato, in compenso essa si protrae più a lungo in corrispondenza della Pianura padana. Infatti mentre questa sedimentazione termina praticamente nel Monferrato con le deformazioni tettoniche che provocano, a partire dalla fine del Miocene, la formazione del sistema di strutture che caratterizza questa regione, la Pianura padana diventa sede, per lo meno a Nord del Monferrato, di una subsidenza attiva con forte accumulo di sedimenti quaternari in parte marini, in seguito ad uno sprofondamento realizzato essenzialmente lungo le faglie dirette che delimitano a Nord il Monferrato.

Ne deriva che Alpi, Monferrato e Pianura Padana non possono essere considerati come tre insiemi totalmente indipendenti tra loro, ma solo differenziati da una diversa evoluzione nel periodo tardo

postorogenetico che ha seguito le fasi principali dell'orogenesi alpina.

Il Monferrato è uno dei domini tettonico-sedimentari in cui si articola il BTP (Bacino Terziario Piemontese) ed è stato oggetto di recenti studi di carattere stratigrafico e strutturale. In precedenza era considerato come un unico dominio corrispondente all'intero sistema collinare Torino-Valenza, viene attualmente distinto dalla Collina di Torino da cui differisce sia per quanto riguarda la successione stratigrafica sia per l'assetto strutturale. I due domini sono separati da una zona di taglio transpressiva di orientazione NNW-SSE di estensione plurichilometrica (che ha fortemente controllato la sedimentazione delle successioni oligo-mioceniche).

Il Monferrato è contraddistinto da un assetto stratigrafico e strutturale che riflette un'evoluzione avvenuta in un contesto caratterizzato da una notevole mobilità tettonica esplicitasi in maniera continua durante la sedimentazione.

Il principale sistema di faglie del Monferrato ha direzione compresa tra WNW-ESE e NNW-SSE ed è costituito da superfici plurichilometriche, in genere molto inclinate e ad andamento anastomosato. Il cinematismo di queste strutture è principalmente trascorrente e subordinatamente inverso. Esse sono spesso associate a sub-parallele antiformali asimmetriche che costituiscono l'elemento strutturale più indicativo del Monferrato. Queste strutture sono spesso costituite da due fianchi asimmetrici, caratterizzati da strati da molto inclinati a subverticali, giustapposti al centro dell'antiforme da faglie individuali o interessate da pieghe di trascinamento. L'insieme delle caratteristiche geometriche e cinematiche di queste strutture inducono ad interpretarle come "flower structures" connesse a zone di faglia trascorrente. Le faglie hanno geometria relativamente semplice, poco evoluta, essendo rappresentate da superfici individuali ad andamento rettilineo. I rapporti di antecedenza con gli altri sistemi ne suggeriscono un'età di attivazione relativamente recente.

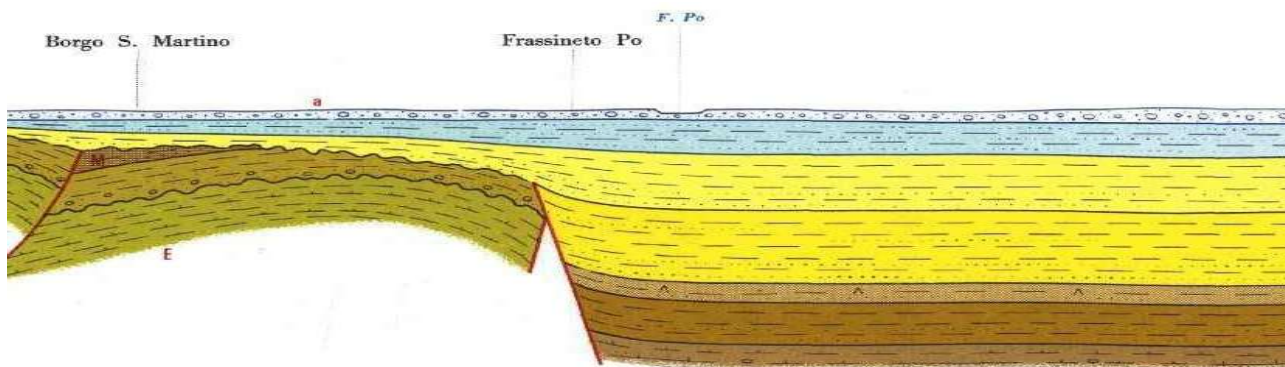
2.2.1 Inquadramento geologico di dettaglio

L'assetto geologico nel territorio del comune di Casale Monferrato può essere suddiviso, sostanzialmente, in due zone distinte:

1. SETTORE COLLINARE: sono presenti terreni affioranti ascrivibili alle formazioni del Bacino Terziario Ligure-Piemontese rappresentato da una potente ed estesa successione sedimentaria marina, con alla base il flysch eocenico. I primi formano i rilievi presenti nel settore centro meridionale del territorio e sono costituiti prevalentemente da depositi argillosi, arenacei e marnosi ai quali si aggiungono i calcari a cellette e i gessi della Formazione Gessoso Solfifera. Il flysch è invece costituito da alternanze di argille, arenarie e calcari più o meno marnosi e sono presenti nel settore settentrionale. Nel settore centro meridionale della zona collinare al tetto dei litotipi pliocenici (argille di Lugagnano) si

rinvengono lembi di depositi quaternari di ambiente continentale natura sabbioso-limosa attribuibile all'era glaciale Mindel e caratterizzati da paleosuolo argilloso (depositi fluvioglaciali?).

- 2. SETTORE PIANEGGIANTE:** caratterizzato dalla sovrapposizione di una coltre alluvionale, di varia potenza di età Quaternaria, su di un substrato marino Terziario, piegato e fagliato. Tali depositi sono formati essenzialmente da ghiaie e sabbie con intercalazioni limoso-argillose. Tutte queste alluvioni formano una serie di depositi terrazzati di età decrescente da quelli geometricamente più rilevati a quelli a quota minore. A sud del Fiume Po inoltre, in corrispondenza degli sbocchi delle valli del Rio Gattola e del Rio Rotaldo si protendono due ampi conoidi formati dai terreni argilloso-limosi dilavati dai versanti collinari e ivi depositati. Tali depositi sfumano morfologicamente e litologicamente nelle alluvioni sabbiose e ghiaiose legate alla dinamica deposizionale del Fiume Po. La coltre alluvionale quaternaria si trova al tetto di una sequenza sedimentaria rappresentata dai depositi marini pliocenici sovrastati dai depositi continentali villafranchiani.



Stralcio sezione Carta Geologica d'Italia settore pianeggiante

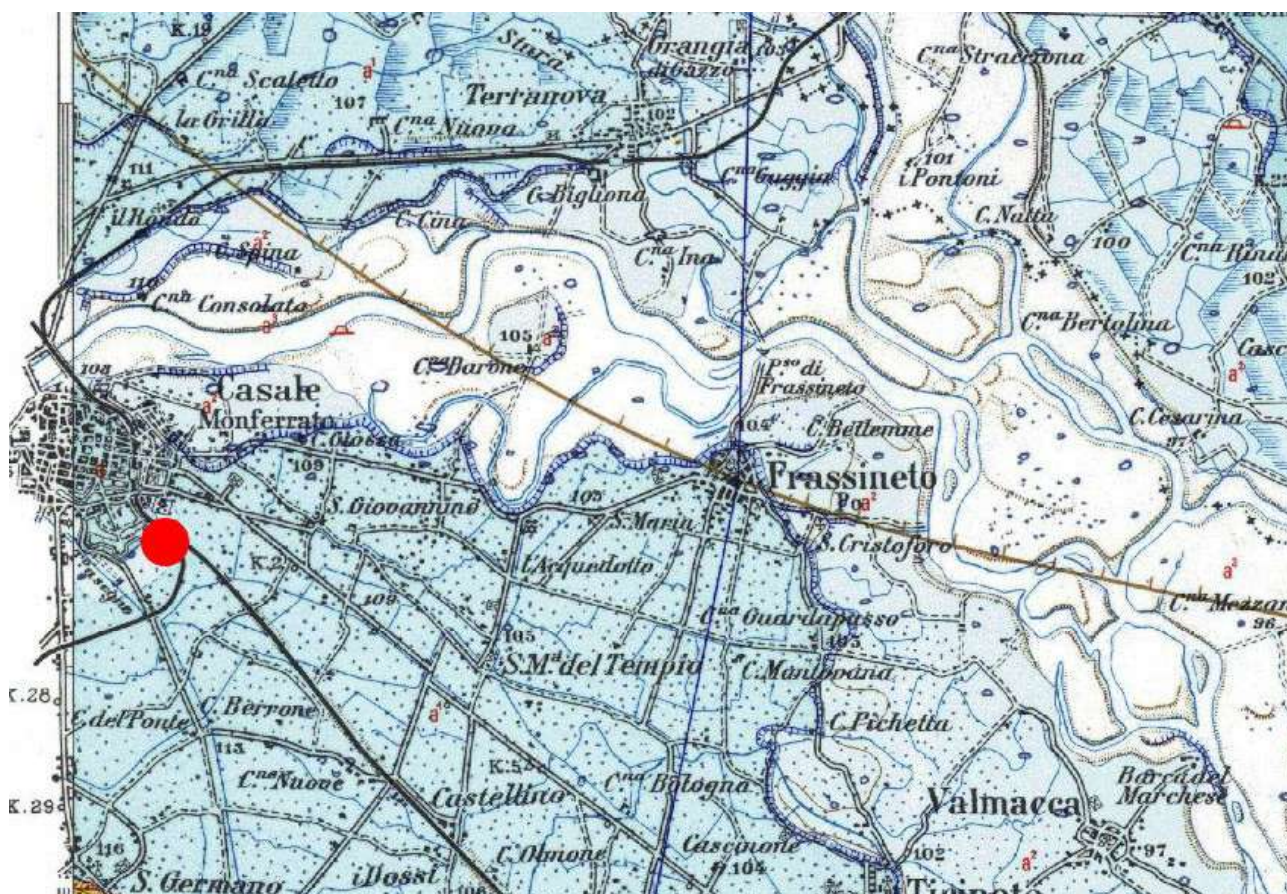
L'area di Casale Monferrato è rappresentata nei Fg. n. 57 "VERCELLI" e 58 "MORTARA" della Carta Geologica D'Italia, scala 1:100.000 ed è caratterizzata dalla presenza delle seguenti formazioni:

- **(a³) ALLUVIONI RECENTI ED ATTUALI:** alluvioni prevalentemente ghiaiose e ghiaioso-sabbiose degli alvei dei fiumi principali. (*OLOCENE RECENTE*).
- **(a²) ALLUVIONI MEDIO RECENTI:** alluvioni ghiaiose con lenti sabbioso-argillose fiancheggianti i principali corsi d'acqua, anche attualmente inondabili. (*OLOCENE MEDIO-RECENTE*).
- **(a¹) ALLUVIONI ANTICHE:** alluvioni sabbioso-ghiaiose post-glaciali, talora debolmente terrazzate ed in parte ricoprenti i precedenti depositi Wurmiani. (*OLOCENE ANTICO*).
- **(M⁵) FORMAZIONE GESSOSO SOLFIFERA:** argille e marne grigio-brunastre e biancastre localmente gessifere, a concrezioni calcaree, con subordinate intercalazioni di calcari marnosi vacuolari e di sabbie o arenarie. (*MESSINIANO*).
- **(M⁴) FORMAZIONE DI S.AGATA FOSSILI:** sono riferibili a questa formazione una serie

di argille e marne-argillose grigio azzurre. (*TORTONIANO*).

- **(E²⁻¹) FORMAZIONE DI CASALE MONFERRATO:** costituita da una successione di argille grigio-brune, più raramente nere o verdastre, di arenarie giallastre o bluastre spesso compatte, di calcari più o meno marnosi di colore grigio-azzurgnolo o bianco-giallastro e di calcari a fucoidi chiari. (*EOCENE MEDIO-INFERIORE*).

In particolare, l'indagine si localizza nell'ambito di affioramento della *ALLUVIONI ANTICHE (a')*.



Stralcio Carta Geologica d'Italia foglio 58 "MORTARA"

2.3 ASSETTO IDROGEOLOGICO

L'assetto idrogeologico del territorio comunale di Casale Monferrato può essere suddiviso, sostanzialmente, in due zone distinte:

1) SETTORE DI PIANURA: costituito da litotipi a tessitura variabile da molto fine a grossolana, sede di un acquifero superficiale molto sviluppato, collegato idraulicamente al reticolo idrografico superficiale ed in possesso di una locale ma limitata protezione ai fenomeni di inquinamento diretto, dovuta alla presenza in superficie, di limi argillosi derivanti dal sovralluvionamento recente. Si possono individuare due unità idrogeologiche differenti:

- un sistema acquifero superficiale;

- un sistema acquifero profondo;

solo il primo interagisce con la scala dello studio attuale.

L'acquifero superficiale si presenta a pelo libero ed è contenuto nelle alluvioni grossolane di età olocenica, costituite prevalentemente da un potente accumulo differenziato di ghiaie eterometriche miste a sabbie con presenza, nei termini inferiori, di locali lenti limoso-argillose.

Tali strati argillosi definiscono il limite inferiore dell'acquifero superficiale che risulterebbe essere isolato, a scala locale, dall'acquifero più profondo.

La potenza della coltre alluvionale varia approfondendosi verso Nord-Ovest, ed è nella zona dei depositi villafranchiani che viene localizzato il limite con gli acquiferi profondi, i quali costituiscono buone rocce serbatoio per la raccolta di acque sotterranee.

L'acquifero profondo è un sistema, confinato o semiconfinato, contenuto nelle sequenze sabbiose e ghiaiose, intervallate da limi ed argille del Villafranchiano. La caratteristica che è necessario sottolineare, nonostante le correlazioni non siano agevoli, è la potenziale continuità idraulica del sistema "acquifero profondo" il quale risulta costituito da un unico complesso multistrato idraulicamente continuo.

Sulla base di tali nozioni è nata la necessità della Regione Piemonte di adempiere in modo adeguato alle funzioni relative alla protezione delle risorse idriche nel rispetto della normativa vigente ed in modo particolare della legge regionale 30 aprile 1996, n. 22, così come modificata dalla legge regionale 7 aprile 2003, n. 6. Questa riserva, salvo casi particolari, la ricerca, l'estrazione e l'utilizzazione delle acque sotterranee e da falde profonde all'uso potabile. Lo strumento tecnico realizzato a tal fine è una cartografia regionale della base dell'acquifero superficiale alla scala 1:50.000 per la zona di pianura, mentre per le altre aree della Regione sono stati stabiliti dei criteri indicativi per identificare, nelle aree montane, collinari e di fondovalle alpino, la profondità massima della superficie di delimitazione tra i sistemi di flusso superficiali e quelli profondi.

2) SETTORE COLLINARE: risulta complessivamente povero di risorse idriche sotterranee. Le formazioni marine affioranti sono infatti rappresentate prevalentemente da depositi a permeabilità bassa o molto bassa quali marne, siltiti e argille, per cui possono essere considerate complessivamente impermeabili e quindi prive di acquiferi significativi. Una modesta circolazione idrica può avvenire solo in corrispondenza delle porzioni più fratturate delle rocce compatte, o della porzione corticale più decompressa e alterata delle formazioni, dove possono formarsi livelli saturi in comunicazione con i mezzi porosi di copertura eventualmente presenti. Anche i depositi colluviali, che costituiscono la copertura localmente presente delle formazioni marine sui versanti collinari e i depositi fluviali di fondovalle, non rappresentano acquiferi significativi a causa dello scarso spessore e continuità laterale nonché della significativa frazione fine che generalmente li

caratterizza. Sono presenti in tale settore una serie di sorgenti legate a circuiti idrici sotterranei superficiali e sono per lo più rappresentate da emergenze per limite di permeabilità o per affioramento della superficie piezometrica; alcune di esse sono presenti anche al piede dei corpi di frana più estesi. Le portate medie di tali sorgenti sono generalmente basse. Le sorgenti di tipo termominerale sono tutte caratterizzate da valori di portata media molto modesta e da acque ricche in cloruri, solfati e anidride solforosa.

Il complesso idrogeologico è costituito da litotipi che presentano, in generale, un medio/basso grado di permeabilità che implica sia una discreta difficoltà delle acque superficiali ad infiltrarsi durante i periodi di forti precipitazioni, sia la tendenza ad essere trattenute a lungo dai terreni in condizioni di bassa sfruttabilità. In prossimità del dominio delle dorsali si potrà costituire un vero e proprio corpo acquifero solo nei periodi successivi alle precipitazioni meteoriche, mentre nel fondovalle si potrà rinvenire una falda meno influenzata dalla stagionalità la cui direzione di flusso sarà determinata dall'azione drenante del corso d'acqua principale.

Sui versanti, nelle litologie fini superficiali, si potrà osservare comunque la tendenza a rinvenire acque di ritenzione a modesta profondità mentre una circolazione idrica vera e propria si incontrerà solo ad alcuni metri dal piano campagna.

Tali premesse definiscono un acquifero superficiale caratterizzato da una falda freatica, prevalentemente stagionale, a soggiacenza variabile, che localmente può evidenziare un'alta percentuale di acqua di risalita capillare nei litotipi a granulometria più fine. L'acquifero è verosimilmente costituito da depositi argilloso limosi debolmente sabbiosi in percentuale variabile, corrispondenti alla porzione di terreno superficiale. Durante i periodi dell'anno a maggiore piovosità, sono inoltre possibili sul versante fenomeni connessi al dilavamento superficiale ed alla presenza di una consistente percentuale di acqua di ritenzione nei litotipi a granulometria più fine. Essendo le idrodinamiche della falda freatica comunque legate alla morfologia del versante è possibile ricostruire una direzione prevalente del flusso locale verso le aree morfologicamente più depresse.

Data la natura dei terreni affioranti, non sempre lo spartiacque superficiale coincide con lo spartiacque sotterraneo. In base alla natura dei terreni si può operare una loro classificazione in base alla capacità che essi hanno di lasciarsi attraversare dall'acqua.

Terreni poco permeabili sono considerati quelli appartenenti alle Formazioni collinari e dei fondovalle in cui prevalgono i termini marnosi argillosi e argilloso limosi, la cui impermeabilità determina un intenso deflusso superficiale ed una minima infiltrazione di acqua nel sottosuolo. Terreni permeabili per porosità o fratturazione sono quelli prevalentemente calcari-arenacei, tale proprietà della roccia a lasciarsi attraversare dalle acque meteoriche, permette la formazione di sorgenti a limite di permeabilità definito. In base a quanto detto si distinguono nell'area in esame

- complesso calcareo-arenaceo, con permeabilità medio-alta per porosità;
- complesso marnoso-argilloso e argilloso limoso, con permeabilità bassa per fessurazione.

[illegible]

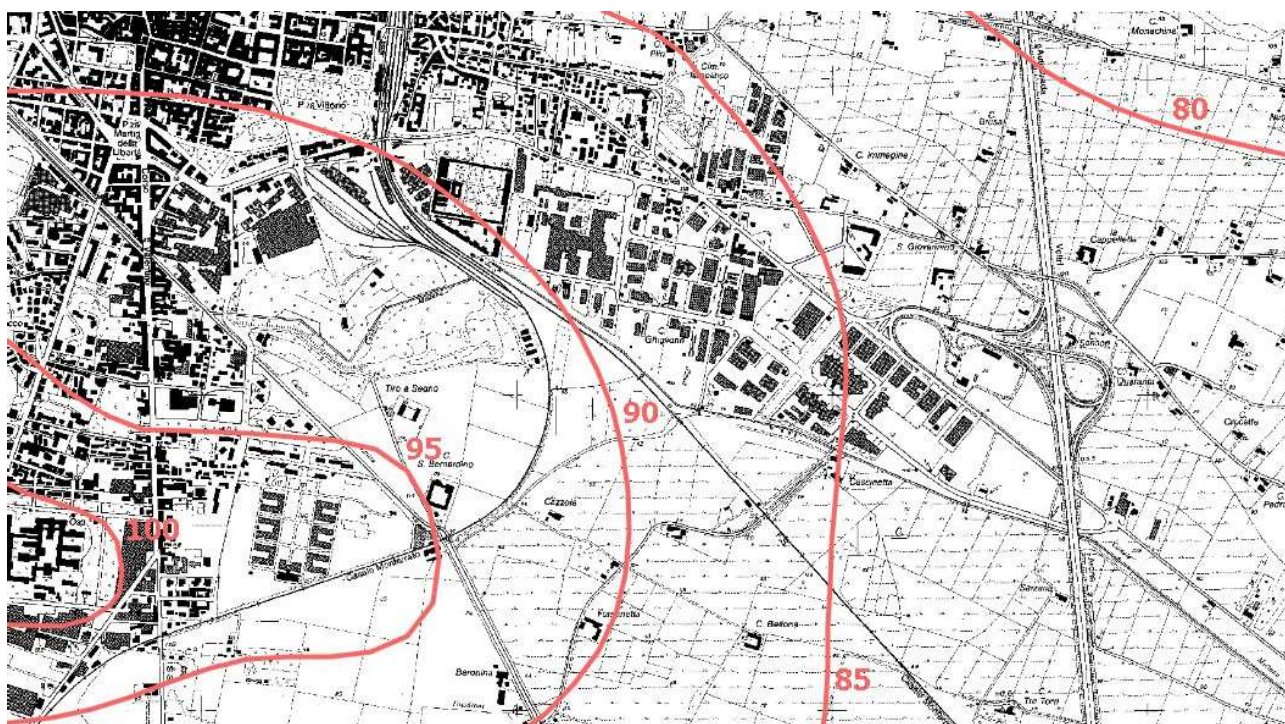
Localmente l'area in studio può essere inquadrata come facente parte del "*settore di pianura*" e possono essere presenti corpi lentiformi prevalentemente costituiti da argille e limi, sufficientemente estesi, da creare piccole anomalie del gradiente idraulico e della direzione prevalente di flusso, unitamente a falde sospese o ad acquitardi. Normalmente il flusso della falda freatica avviene verso Nord-Est, caratterizzato dall'azione drenante dell'alveo del fiume Po.

- lo spessore dei litotipi impermeabili nella zona non satura (0,00/2,50m);
- il tempo di arrivo in falda (1settimana/1mese);
- la vulnerabilità dell'acquifero (moderata);
- permeabilità (10^{-3} / 10^{-5}).

10

dar luogo ad aree di ristagno e/o risalita capillare.

In particolare, nel mese di Settembre 2022 è stata riscontrata una superficie di falda dalla profondità di -2,31 m dal piano campagna attuale. La cartografia regionale, individua la base dell'acquifero superficiale ad una profondità di circa -27,00m dal p.c. Attuale. Le indicazioni raccolte tra le differenti quote e i riscontri sui dati desunti negli anni, forniscono nell'area, informazioni sulla presenza di un ragionevole margine di protezione e separazione tra la falda superficiale e quella profonda.



Stralcio CTR con sovrapposizione georeferenziata della carta della base dell'acquifero profondo "Regione Piemonte"

2.3.2 Idrologia locale

Il reticolo idrografico superficiale considerato è chiaramente dominato dalla presenza del fiume Po, che costituisce l'agente morfologico principale e caratterizza il territorio con le sue ampie anse, con la presenza di numerose aree golenali e con estesi tratti di alveo abbandonato.

Il resto del reticolo, alla scala dell'indagine, è rappresentato dai torrenti Gattola, Rotaldo. Una considerazione a parte meritano alcuni canali di irrigazione di differente dimensione e portata, la cui realizzazione risale già alla prima metà dell'ottocento. Essi assumono un ruolo importante non solo per la distribuzione delle acque superficiali sul territorio, ma anche per i sensibili scambi con le acque sotterranee. Tale fatto si traduce con l'elevato grado di "bibacità" dei terreni e quindi con sensibili "perdite" idriche, cui non risulta estraneo anche il fitto ordito di rogge e canali artificiali per lo sfruttamento agrario il cui fondo non è rivestito.

In base a studi effettuati (Carraro et al. 1970) una delle conseguenze di tale fitta rete di canali ad uso irriguo, è rappresentata dalla riduzione dei tempi di corrivazione unitamente ad una inferiore

possibilità di smaltimento delle precipitazioni eccezionali, essendo implicito che tale evidenza si riflette nella facilità con la quale questi terreni assorbono acqua dalle attività connesse alla irrigazione.

E' infatti importante sottolineare che l'intera rete di drenaggio artificiale può avere una funzione sia ricettiva drenante che adduttiva, in rapporto all'evoluzione di un possibile evento esondativo e dell'altimetria del piano campagna circostante.

In generale la rete idrografica minore descritta, può sicuramente interagire con eventuali fenomeni esondativi. La sua incidenza sul territorio resta di difficile valutazione e previsione in quanto i canali artificiali costituiscono una fitta trama pressoché uniforme e, in un contesto esondativo, il loro apporto è spesso da ricondurre ad una pregressa cattiva manutenzione e gestione antropica delle stesse opere di derivazioni dai corsi d'acqua naturali.

2.4 SPETTRI SISMICI DI RISPOSTA

Il territorio piemontese è circondato lungo i confini settentrionali, occidentali e meridionali dai rilievi montuosi del sistema alpino occidentale. La storia geologica del Piemonte è dominata dalla storia della catena alpina, la cui evoluzione può essere ricostruita in relazione ai movimenti relativi delle placche litosferiche dell'Eurasia e dell'Africa. Il contesto tettonico e i regimi geodinamici attivi portano la regione ad essere sede di attività sismica, generalmente modesta dal punto di vista energetico, ma notevole come frequenza. Gli epicentri si concentrano lungo due direttrici, note storicamente come arco sismico piemontese e arco sismico brianzonese: la prima segue la direzione dell'arco alpino occidentale nella sua parte interna, in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità, lungo il limite fra le unità penniniche e la pianura padana; la seconda, più dispersa, segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni, in corrispondenza del minimo gravimetrico delle Alpi occidentali francesi, lungo il Fronte Penninico. Le due direttrici si estendono a nord fino al Vallese, caratterizzato da una diffusa sismicità, e convergono a sud nel Cuneese, con una maggiore dispersione verso la costa del Mar Ligure, interessando il Nizzardo e l'Imperiese. Una diffusa sismicità è inoltre presente lungo i rilievi a sud del Piemonte e in particolare nell'Appennino settentrionale, nelle zone sud-orientali della regione. I terremoti che interessano il territorio piemontese avvengono generalmente a profondità superficiali, prevalentemente entro 20 km dalla superficie, sebbene si rilevino alcuni eventi con maggiori profondità ipocentrali, in relazione a porzioni litosferiche in subduzione. La banca dati sismica parte dal 1982, quando la geometria della rete iniziò a coprire tutta l'attuale area, ed è costantemente aggiornata. Allo stato attuale la soglia di magnitudo per la detenzione e la localizzazione dei terremoti locali nell'intera area della rete è pari a 1.0 M_L e può scendere a 0.5 M_L nelle zone alpine e nord-appenniniche, dove sono dislocate le stazioni e dove è maggiore la sismicità.

La rete sismica regionale rileva ogni anno diverse centinaia di terremoti locali o regionali, con epicentri quindi localizzati in Piemonte o nelle aree circostanti, generalmente non percepiti dalla popolazione. Tenendo presente che gli effetti locali dipendono dalla risposta sismica dei suoli, oltre che dalle caratteristiche energetiche della sorgente e dal percorso effettuato dalle onde (e quindi dalla profondità e dalla distanza della sorgente e dalle caratteristiche delle rocce attraversate), il numero di terremoti tali da poter essere percepiti limitatamente nei pressi delle zone epicentrali è dell'ordine della decina all'anno, mentre si verifica mediamente un evento all'anno tale da poter essere percepito anche a distanze maggiori e da causare eventualmente qualche effetto significativo, generalmente leggero.

Per le caratteristiche della strumentazione utilizzata dalla rete sismica vengono anche osservati segnali relativi sia ai terremoti lontani (telesismi) più energetici, sia a fenomeni locali di origine naturale (come crolli) o antropica (esplosioni di cava).

Si riportano di seguito gli eventi recenti con più elevata magnitudo rilevati in Piemonte successivamente all'ammodernamento della rete sismica: il sisma del 3 ottobre 2012 in Val Varaita ($3.9 M_L$, 10 km), quello del 25 luglio 2011 tra Val Sangone e Val Chisola ($4.4 M_L$, 20 km), quello profondo del 19 aprile 2009 nel Roero ($4.2 M_L$, 50 km), il sisma del 24 ottobre 2008 in Valle Stura di Demonte ($4.1 M_L$, 10 km).

Gli eventi strumentali con più elevata magnitudo rilevati in Piemonte dalla rete sismica sono quelli che hanno interessato le zone sud-orientali della regione tra il 2000 e il 2003, di cui si riportano di seguito le stime di magnitudo determinate dalla rete sismica regionale (esprese in termini di magnitudo di durata M_d) e quelle indicate nel catalogo parametrico dei terremoti italiani del 2011 (esprese in termini di magnitudo momento M_w): 11 aprile 2003 nel Tortonese ($5.1 M_d$, $4.9 M_w$, 5-10 km), 19 luglio 2001 ($4.6 M_d$, $4.2 M_w$, 15-20 km) e 21 agosto 2000 ($4.9 M_d$, $4.9 M_w$, 5-25 km) nel Monferrato.

Oltre a quelli rilevati negli ultimi decenni dalla rete sismica, si ricordano nell'area più di un centinaio di terremoti storici nell'arco di un millennio, con magnitudo momento stimata generalmente tra 4.5 e 6 (CPTI 2011, Rovida et al., 2011): in particolare i due massimi eventi sono quello del 9 ottobre 1828 tra Val Curone e Valle Staffora e quello del 2 aprile 1808 nel Pinerolese, con magnitudo stimata pari a circa 5.8 e $5.7 M_w$. Sismi di magnitudo maggiore sono avvenuti a relativamente breve distanza dai confini regionali, tali da produrre effetti apprezzabili anche in Piemonte: si ricorda in particolare l'evento del 23 febbraio del 1887 nei pressi della costa ligure occidentale, a meno di 50 km dai confini piemontesi, di magnitudo stimata pari a $7.0 M_w$.

Allo stato attuale delle conoscenze scientifiche, singoli terremoti non possono essere predetti



deterministicamente in modo affidabile ed efficace. La migliore pratica per la difesa dal rischio sismico è la prevenzione.

Le mappe di pericolosità sismica di riferimento per il territorio nazionale sono prodotte dall'INGV. La pericolosità sismica esprime la probabilità che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un terremoto che superi un valore di soglia di intensità, di magnitudo o di un parametro di scuotimento al suolo (ad esempio l'accelerazione di picco, PGA) di interesse ai fini ingegneristici e strutturali.

Le mappe di pericolosità sismica si basano su modelli indipendenti dal tempo per la previsione probabilistica a lungo termine: guidano le regole delle normative per la sicurezza sismica, per il progetto sismico basato sulle prestazioni e per altre pratiche ingegneristiche per la riduzione del rischio, quali l'adeguamento sismico degli edifici più vecchi e per le scelte relative alla gestione del territorio. Sulle mappe di pericolosità viene infatti basata la classificazione sismica del territorio.

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)**.

Il moto generato da un terremoto in un sito dipende dalle particolari condizioni locali, cioè dalle caratteristiche topografiche e stratigrafiche del sottosuolo e dalle proprietà fisiche e meccaniche dei terreni e degli ammassi rocciosi di cui è costituito. Alla scala della singola opera o del singolo

sistema geotecnico, l'analisi della risposta sismica locale consente quindi di definire le modifiche che il segnale sismico di ingresso subisce, a causa dei suddetti fattori locali. Le analisi di risposta sismica locale richiedono un'adeguata conoscenza delle proprietà geotecniche dei terreni, da determinare mediante specifiche indagini e prove.

I principali effetti dei sismi riconducibili alla natura dei siti e dei terreni sono:

- l'amplificazione (o l'attenuazione) del moto sismico di superficie;
- la liquefazione dei pendii, specie in presenza di movimenti gravitativi;
- la liquefazione di terreni incoerenti finì saturi;
- il costipamento dei terreni granulari sciolti;
- la possibile rottura dei terreni con conseguenti dislocazioni, rigetti o subsidenze;
- il crollo di cavità sotterranee.

Sulla base della *Classificazione sismica dei comuni italiani* - Allegato A indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, la Regione Piemonte ha provveduto alla riclassificazione sismica del territorio regionale con D.G.R. N6-887 del 30/12/2019, stabilendo per il comune di Casale Monferrato l'assegnazione della *Zona 4*; il valore di pericolosità sismica del territorio, espresso in termini di accelerazione massima del suolo, con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi (V_{s30} 800m/s CAT. A punto 3.2.1 del D.M. 14/09/2005) risulta essere compreso tra 0,025 e 0,050 a(g), come riportato nella mappa delle zone sismiche dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, mediante le quali è anche possibile verificare la disaggregazione del valore di a (g), che per il sito in oggetto fornisce valori medi di Magnitudo pari a 5,30 ad una distanza media di 101,0km.

3. MODELLO IDRAULICO

3.1 CARATTERISTICHE DELL'OPERA DI CAPTAZIONE

La società, EPTA SPA (CENTELEGHE SILVIO LEGALE RAPPRESENTANTE PER LO STABILIMENTO DI VIA MOTTA) si occupa della progettazione, produzione e commercializzazione di sistemi per la refrigerazione. L'emungimento delle acque sotterranee risulta necessario sia al fine di poter alimentare la riserva antincendio a servizio dei capannoni industriali (pozzo AL01672) che per i servizi igienici e l'irrigazione delle aree verdi private (pozzo AL01671). Le caratteristiche dell'impianto sono state fornite dalla proprietà e di seguito riassunte (c.f.r. Planimetria allegata): l'acqua, mediante una serie di tubazioni alimenta i servi igienici e l'irrigazione delle aree verdi, mentre per il pozzo ad uso esclusivo antincendio le acque di falda vengono rilanciate all'interno di

una cisterna di accumulo da cui prelevano direttamente le pompe degli idranti. Tale vasca risulta a quota +1,50m rispetto al piano campagna. (c.f.r. 3.3 CALCOLO PERDITE DI CARICO) dotata di tubi di mandata in acciaio (diametro 40mm), la pompa lavora in modalità discontinua alimentando la vasca solamente nel caso in cui si renda necessario l'utilizzo del sistema antincendio.

Coordinate geografiche e riferimenti catastali CODICE UTENZA AL11109:

- CODICE UNIVOCO ALP01671 SERVIZI IGIENICI E IRRIGAZIONE VERDE PRIVATO;
- quota: 112,00 m slm;
- coordinate (WGS84): Lat. 45,11989 Long. 8,481237;
- coordinate (UTM): z 32T / 459288,010 m Est / 4996399,113 m Nord;
- riferimenti catastali: Comune Casale Monferrato Foglio 65 particella 194.
- CODICE UNIVOCO ALP01672 ANTINCENDIO;
- quota: 112,00 m slm;
- coordinate (WGS84): Lat. 45,119187 Long. 8,481993;
- coordinate (UTM): z 32T / 459340,70 m Est / 4996519,32 m Nord;
- riferimenti catastali: Comune Casale Monferrato Foglio 65 particella 194.

L'opera di captazione (ALP01671), è stata perforata presumibilmente negli anni '80 e risulta collocata sul lato Est del capannone. Le caratteristiche del pozzo (c.f.r. Scheda catasto) risultano:

- profondità di -15,00m dal p.c.;
- diametro rivestimento in acciaio al carbonio Ø 100mm;
- freatimetria -2,34m da piano campagna;
- flangia con sportello freatimetrico e pozzetto (dimensioni 50cm*50cm H 1,50) con chiusino carrabile, al fine di evitare ogni possibile fonte di inquinamento, anche accidentale, della falda nonché di infortunio/intrusione casuale;
- sistema di sollevamento delle acque, mediante elettropompa esterna modello (CALPEDA NG 7/22/B) posizionata in un vano esterno adiacente al pozzo.

L'opera di captazione (ALP01672), è stata perforata con metodo a percussione nel periodo 06-13/07/20 dalla ditta RIS di Viguzzolo (AL) (in sostituzione ad un vecchio pozzo con pratica M119) e risulta collocata sul lato opposto dello spigolo Sud-Est del capannone. Le caratteristiche del pozzo (c.f.r. Scheda catasto) risultano:

- diametro perforazione Ø 530mm;
- profondità di -20,00m dal p.c.;
- diametro rivestimento in pvc Ø 200mm;
- freatimetria -2,31m da piano campagna;
- flangia con sportello freatimetrico e pozzetto (dimensioni 50cm*50cm) con chiusino carrabile, al fine di evitare ogni possibile fonte di inquinamento, anche accidentale, della

falda nonché di infortunio/intrusione casuale;

- sistema di sollevamento delle acque, mediante elettropompa sommersa modello (CALPEDA 4SDF 54/7EC) già presente nel precedente pozzo e posizionata a -16,00m di profondità;
- è presente una vasca di accumulo e rilancio agli idranti con volume pari a 200mc.

Il territorio circostante, indagato per un raggio di 200 metri dall'opera di emungimento, con particolare attenzione all'area di alimentazione della falda, non presenta potenziali fonti di inquinamento che possano pregiudicare la qualità naturale delle acque freatiche, non sono stati inoltre rinvenuti pozzi ad uso potabile nell'area di influenza. Alla quota di interferenza del pozzo, non è stata individuata la presenza di falda in pressione.

I rapporti giacaturali tra i litotipi presenti nell'area vengono qui di seguito riassunti, derivano da indagini svolte nell'area oggetto di studio e riassumono le caratteristiche litologiche e idrogeologiche della zona.

PROFONDITÀ IN METRI DA P.C.	STRATIGRAFIA
<i>da 0,00 m a 2,00 m</i>	<i>ARGILLA</i>
<i>da 2,00 m a 3,00</i>	<i>ARGILLA DEBOLMENTE GHIAIOSA</i>
<i>da 3,00 m a 20,00 m</i>	<i>GHIAIE</i>

In riferimento alla profondità dei pozzi è possibile stabilire che le acque prelevate risultano essere emunte della sola falda superficiale ai sensi dell'articolo 16, commi 1 e 2 (tetto acquifero profondo -27,00m da p.c.).

SI RICHIEDE IL RINNOVO DELLA CONCESSIONE DI EMUNGIMENTO PER USO CIVILE DEL CODICE UTENZA AL11109 i cui fabbisogni idrici risultano di 5000mc/anno, così suddivisi:

ALP01671 sottocategoria IGIENICO SANITARIO IRRIGAZIONE AREE VERDI, 220gg/anno su un turno di 8 ore/giorno in modo discontinuo perché legato al solo carico delle cassette dei wc, e continuativamente una volta al giorno (durata 1 ora) nei soli mesi estivi per l'irrigazione delle aree verdi

- **fabbisogno idrico 4950mc/anno**
- **0,78 litri/secondo portata massima**
- **0,15 litri/secondo portata media/annua**

ALP01672 sottocategoria ANTINCENDIO, utilizzo solo in caso di emergenza e per prove Vigili del Fuoco

- **fabbisogno idrico valutabile solo per le prove impianto 10mc * 5 volte/anno = 50mc/anno (durata prove circa due ore)**
- **1,38 litri/secondo portata massima**

- **0,0015 litri/secondo portata media/annua**

3.2 PROVA DI EMUNGIMENTO

Le prove di pompaggio, o di emungimento anche dette spesso di portata, consistono nella sollecitazione delle acque di una falda tramite estrazione da un pozzo mediante pompaggio controllato. Ciò al fine di determinare i parametri idrodinamici della falda e di giungere all'ottimizzazione delle caratteristiche tecniche dell'opera di presa. Le prove di pompaggio vanno eseguite per gradini di portata mantenendo la stessa costante per ognuno di essi. Solo i dispositivi di prova e la durata variano a seconda dei casi. In relazione alle informazioni che si vogliono raccogliere le prove si possono eseguire in due modi:

- Mediante **più gradini di portata**, in genere di breve durata, con misure in un solo pozzo.
- Mediante **un solo gradino di lunga durata**, disponendo di un solo pozzo attrezzato e di uno o più pozzi o piezometri di controllo.

Per effetto del pompaggio, l'acqua affluisce nel pozzo attraverso una serie di superfici cilindriche coassiali a raggio decrescente. A questo punto ipotizzando di mantenere costante la portata e che (coefficiente di permeabilità dell'acquifero) al contorno non vari, in base alla legge di *Darcy* noteremo un aumento del gradiente idraulico dalla zona più esterna verso il centro dell'opera di captazione. Di conseguenza si formerà una depressione avente forma conica con la sua generatrice convessa verso l'alto, la cui forma dipende dal coefficiente di permeabilità. Nel caso di una falda libera, immobile, infinita, con substrato orizzontale e omogeneo, la depressione sarà concentrica all'asse del pozzo. Le dimensioni nello spazio del cono di depressione dipendono dal tempo di pompaggio, dal regime di deflusso e dai parametri idrodinamici dell'acquifero. Nel tempo esso si espande arealmente e varia verticalmente di forma, il suo raggio d'azione è funzione del tempo di pompaggio. Per tempi lunghi si assiste ad una stabilizzazione, raggiungendo uno stato di equilibrio dato dalla quantità d'acqua estratta con quelle che affluiscono dall'acquifero.

Lo studio delle reazioni di una falda idrica in prova mediante pompaggio a portata costante può avere luogo facendo riferimento a diverse teorie idrodinamiche.

La prima ipotesi di *Dupuit*, (1863) si suppone che, dopo un tempo di pompaggio più o meno prolungato la geometria del cono di depressione si stabilizza, realizzando così le condizioni per un afflusso delle acque in regime permanente (o di equilibrio). L'ipotesi di *Dupuit* è tanto più valida quanto minore è la curvatura della superficie della falda. In questo caso la direzione del moto è unidirezionale e normale alla trincea e la velocità può essere espressa secondo la legge di *Darcy* in termini di derivata totale:

$$V = k \cdot i = -k \cdot \frac{\partial h}{\partial s} = -k \frac{dh}{ds} \quad (\text{moto di filtrazione})$$

Dove V è la velocità apparente o di filtrazione, i è il gradiente idraulico e k è il coefficiente di filtrazione o di conducibilità idraulica.

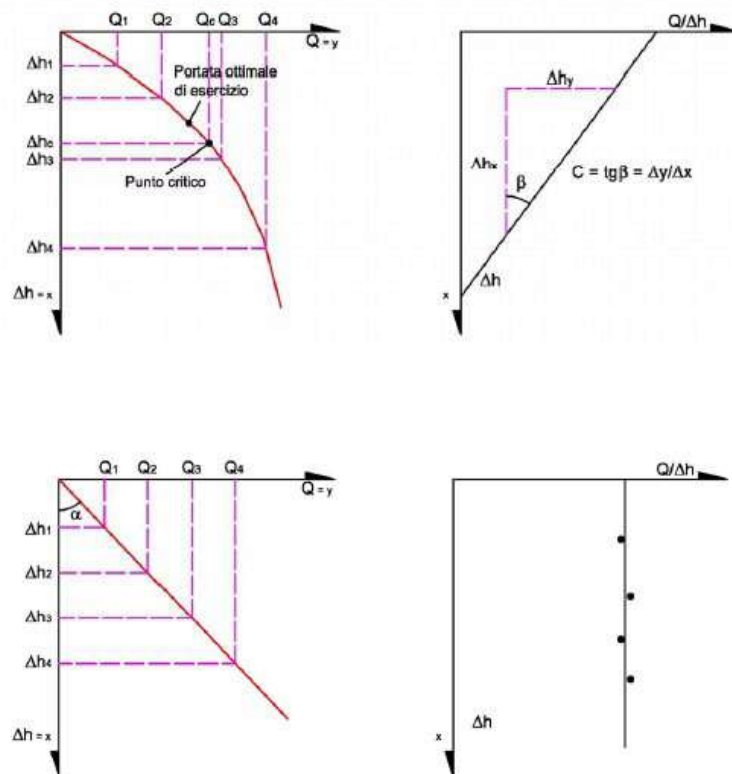


Grafico Portate/Abbassamenti

$$Q = \pi K \cdot \frac{H^2 - h^2}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} = c\Delta \cdot (\Delta - 2H) \quad (\text{Equazione di Dupuit - Falda freatica, regime stazionario})$$

$$Q = 2\pi K e \cdot \frac{H - h}{\ln\left(\frac{R}{r}\right)} = c\Delta \quad (\text{Equazione di Thiem - Falda artesianica, regime stazionario})$$

Grafico Portate/Abbassamenti Specifici

$$\frac{\Delta}{Q} = \frac{BQ + CQ^2}{Q} = B + CQ \quad (\text{Equazione di Jacob})$$

Efficienza del pozzo

$$E = \frac{BQ}{BQ + CQ^2} \cdot 100$$

ALP16072

Al fine di determinare i parametri idrodinamici della falda e di giungere all'ottimizzazione delle caratteristiche tecniche dell'opera di presa e della conseguente rete antincendio, è stata effettuata una simulazione mediante prova di pompaggio nel pozzo ALP16072 ANTINCENDIO eseguendo tre gradini di portata, partendo da un livello statico pari a **-2,31m** da p.c. attuale. Si sono riscontrati i seguenti abbassamenti (PROVA REALIZZATA NEL 2020 AL MOMENTO DELLA SOSTITUZIONE DEL POZZO E GIA' ALLEGATA ALLA PRATICA M119):

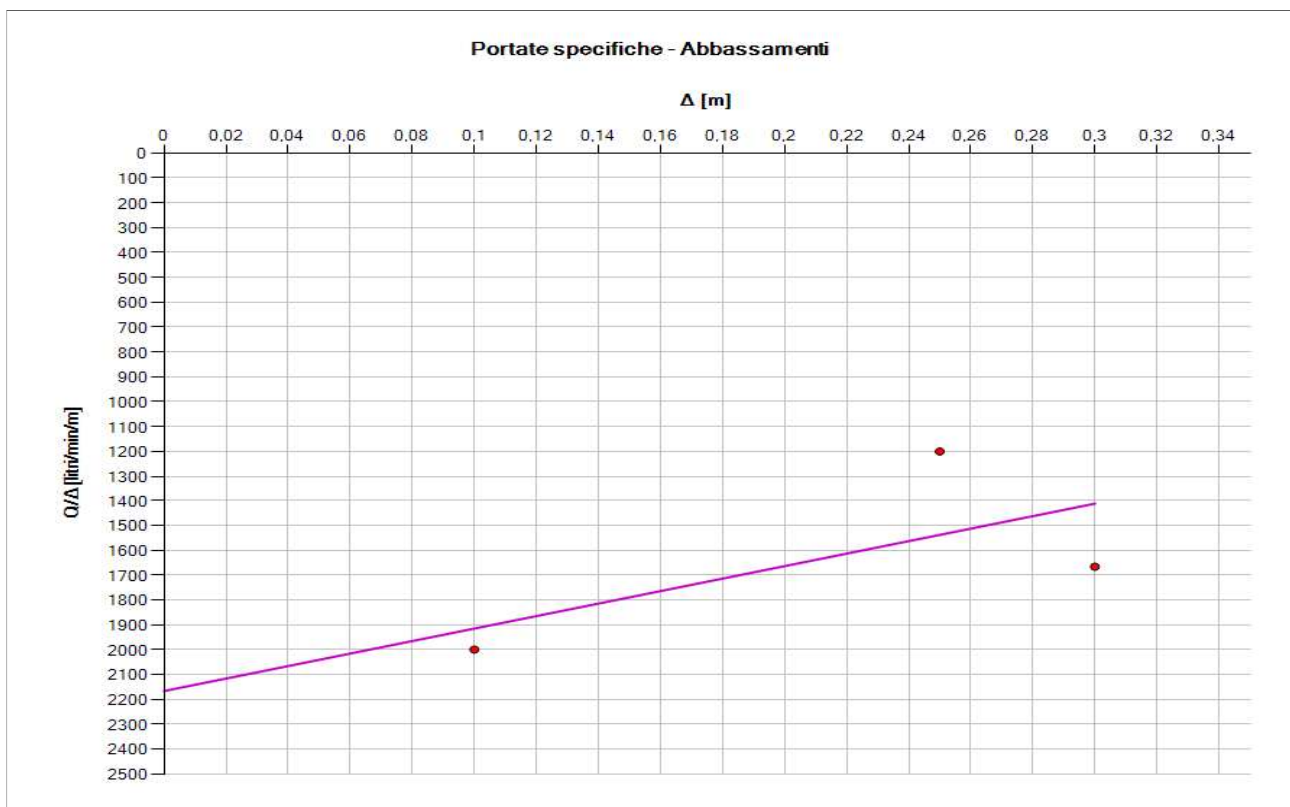
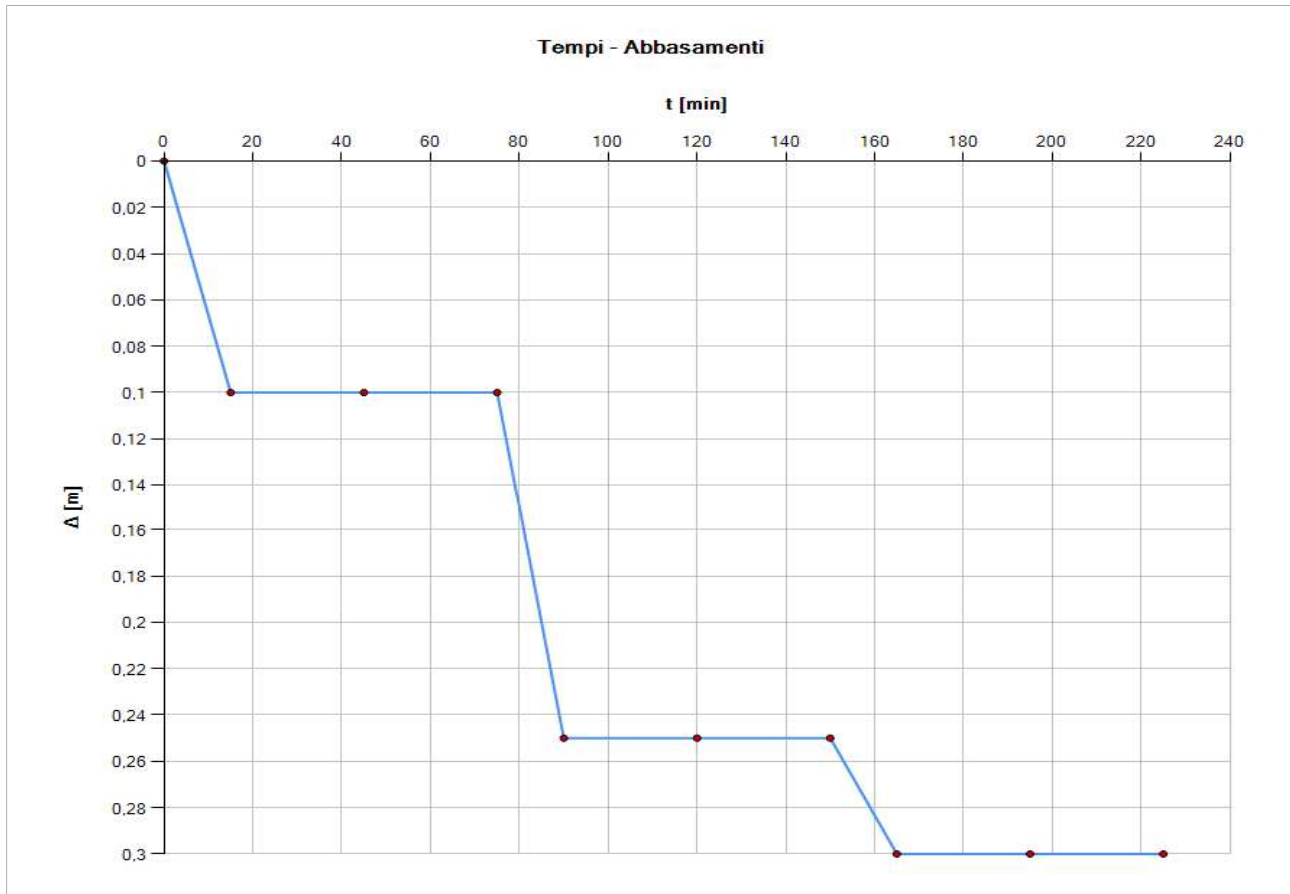
Tempi (min)	Abbassamenti (m)	Portate l/min
0	0,000	0,00
		Primo gradino 200,00
15,000	0,100	200
45,000	0,100	200
75,000	0,100	200
		Secondo gradino 300,00
90,000	0,250	300
120,000	0,250	300
150,000	0,250	300
		Terzo gradino 500,00
165,000	0,300	500
195,000	0,300	500
225,000	0,300	500

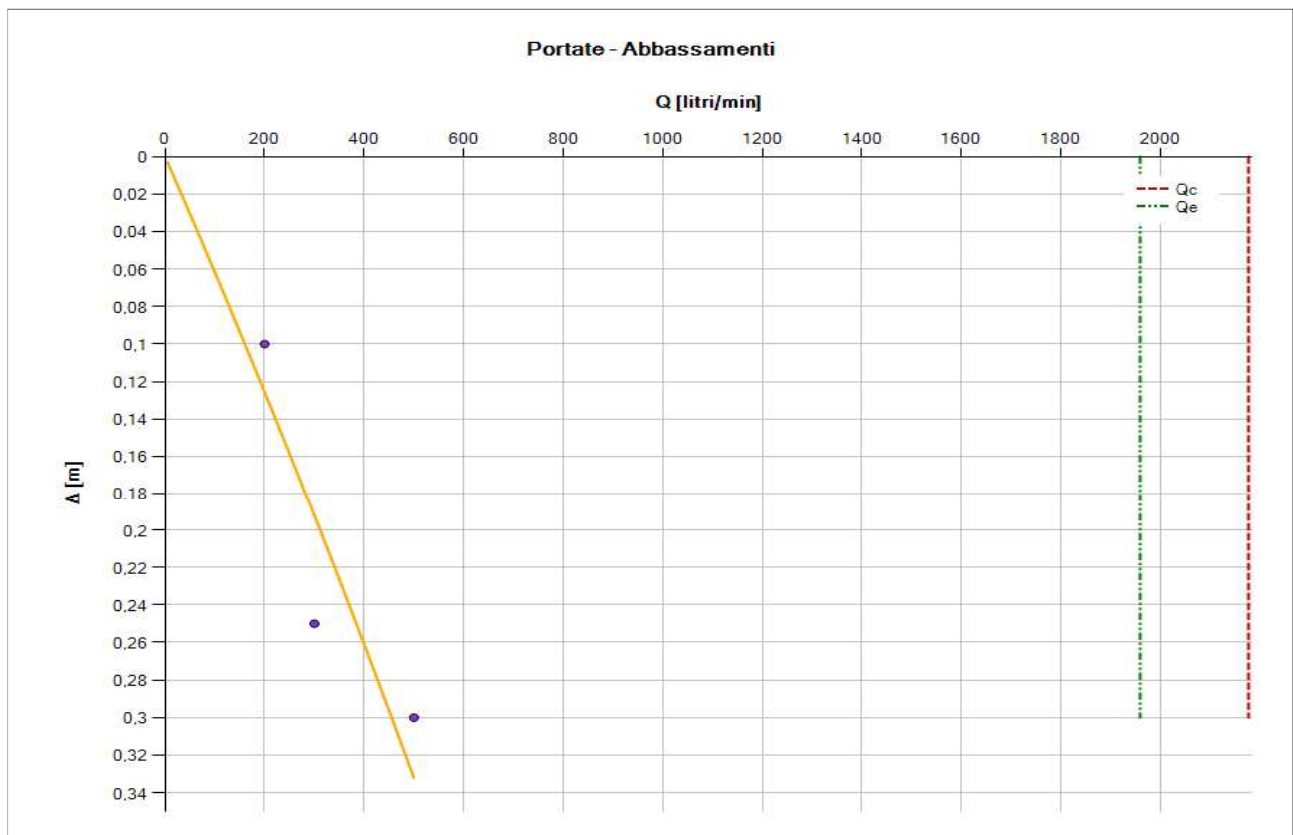
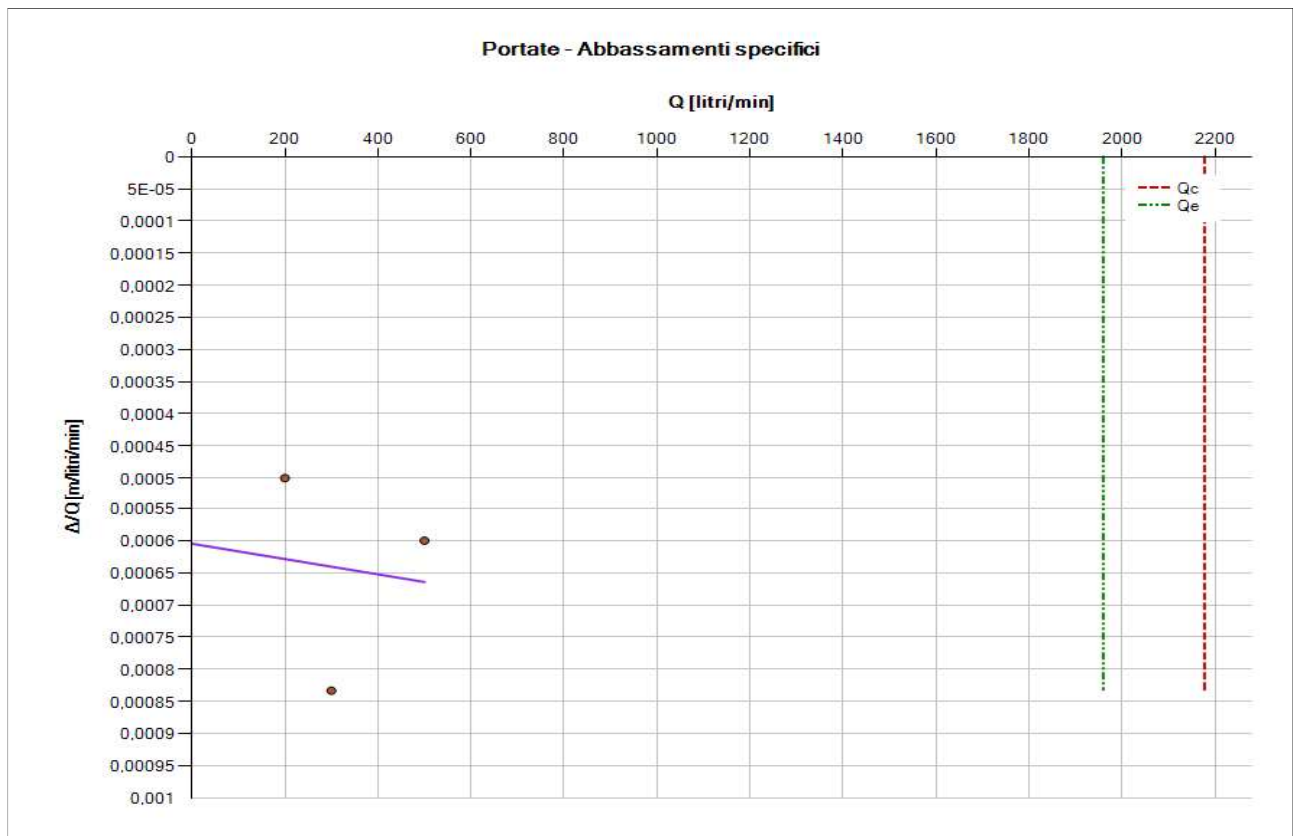
L'elaborazione dei dati ha fornito sulla base dell'andamento della curva caratteristica del pozzo una falda di tipo freatico e stabilendo l'efficienza dell'opera di captazione :

- Portata Specifica $Q_s=1157,48$ litri/min/m
- Portata Critica $Q_c=2177,143$ litri/min
- Portata Esercizio $Q_e=1559,429$ litri/min
- Abb. Critico =1,881 cm
- Abb esercizio =1,642 cm

Dai grafici ottenuti, si può notare, come in tutti i gradini analizzati la retta portate abbassamento identifichi una falda di tipo freatico e risulti regolare in assenza di zone in cui l'efficienza del pozzo

sia compromessa.





La prova di portata, ha inoltre fornito, i dati necessari per il calcolo del raggio di influenza mediante la formula di **Sichard** in cui il raggio di influenza R (in metri), è calcolabile con l'equazione:

$$R = C \cdot \Delta H \cdot \sqrt{K}$$

dove Δh rappresenta l'abbassamento in metri registrato nel pozzo in seguito al pompaggio, k il (coefficiente di permeabilità) in m/sec e C una costante empirica che nel caso del pozzo singolo si assume uguale a 3000. Sulla base delle stratigrafie dei pozzi e delle caratteristiche idrogeologiche generali si è assegnato un coefficiente di permeabilità pari a 10^{-3} m/sec (sabbie e ghiaie), mentre l'abbassamento riscontrato durante la realizzazione della prova di pompaggio è stato di -0,300m; ne risulta un raggio di influenza pari a **28,44m**.

Successivamente è stata realizzata la prova di risalita la quale ha riportato in soli 5 minuti primi, le acque di falda al livello freaticometrico iniziale (statico).

ALP16071

Al fine di determinare i parametri idrodinamici della falda e di giungere all'ottimizzazione delle caratteristiche tecniche dell'opera di presa e della conseguente rete antincendio, è stata effettuata una simulazione mediante prova di pompaggio nel pozzo ALP16071 IGIENICO SANITARIO E IRRIGAZIONE AREE VERDI PRIVATE eseguendo tre gradini di portata, partendo da un livello statico pari a **-2,34m** da p.c. attuale. Si sono riscontrati i seguenti abbassamenti (REALIZZATA NEL MESE DI SETTEMBRE 2022):

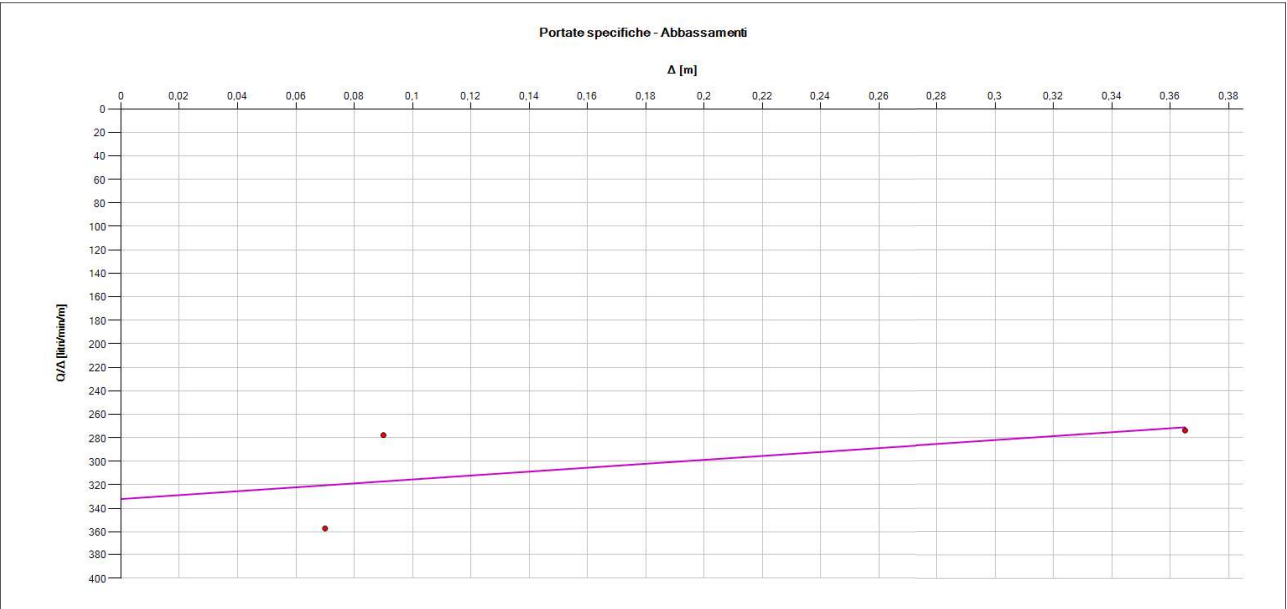
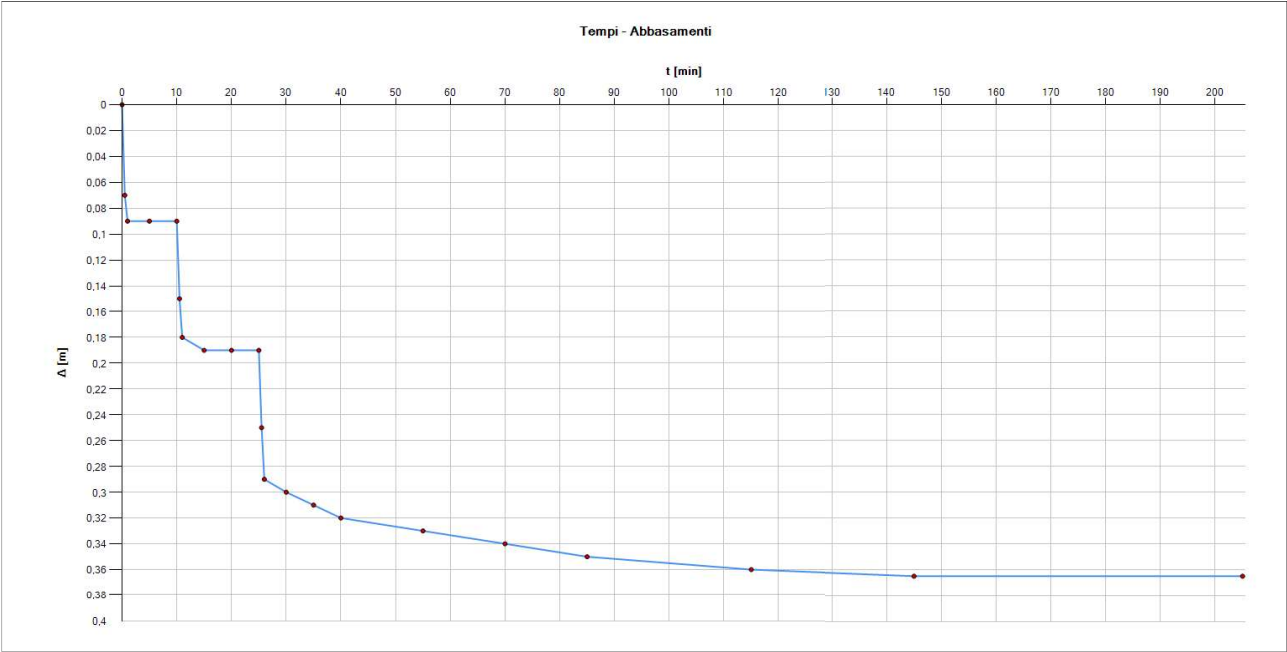
Tempi (min)	Abbassamenti (m)	Portate l/min
0	0,000	0,00
		Primo gradino 25,00
0,500	0,070	25
1,000	0,090	25
5,000	0,090	25
10,000	0,090	25
		Secondo gradino 50,00
10,500	0,105	50
11,000	0,180	50
15,000	0,190	50
20,000	0,190	50

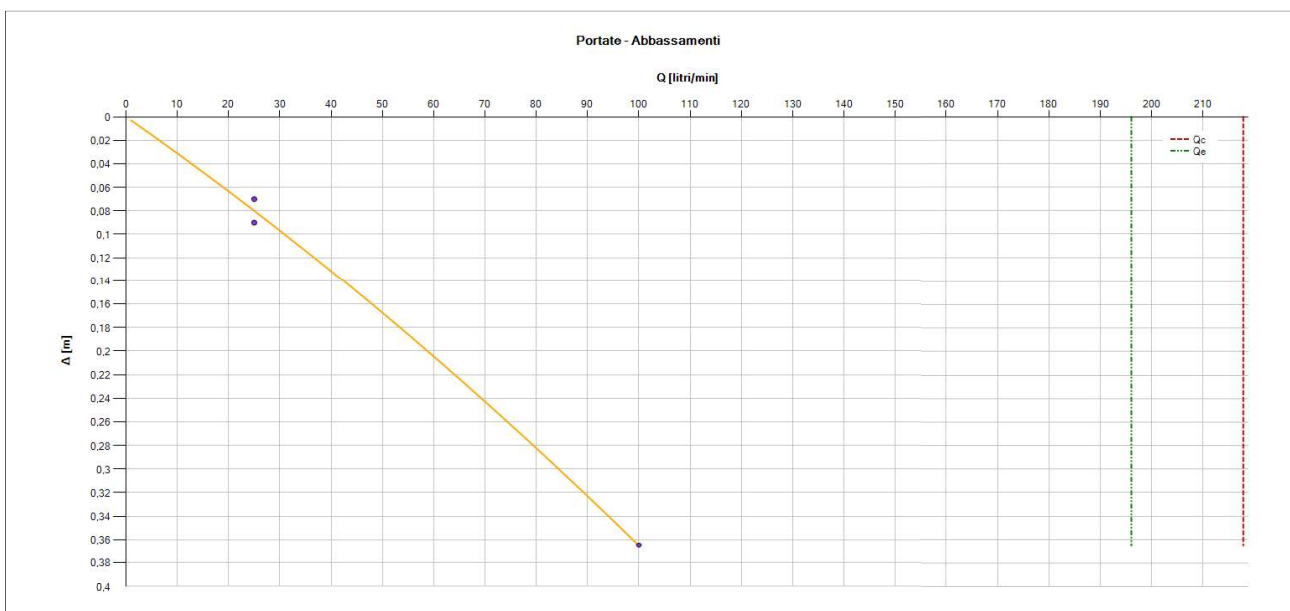
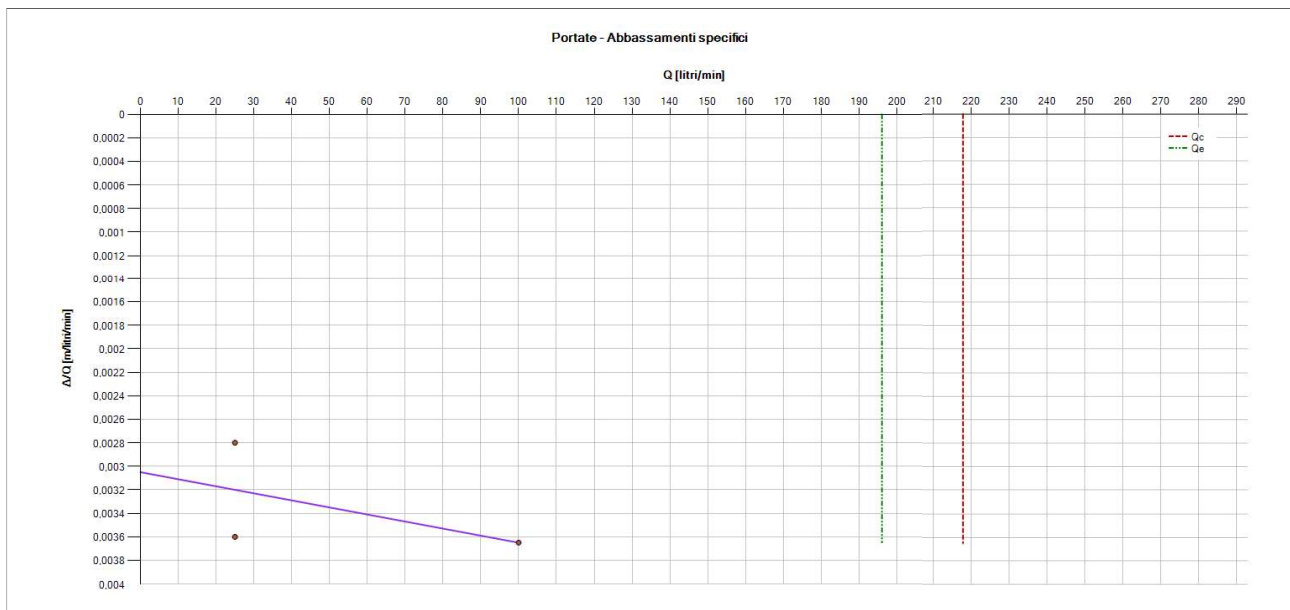
Tempi (min)	Abbassamenti (m)	Portate l/min
25,000	0,190	50
		Terzo gradino 100,00
25,500	0,250	100
26,000	0,290	100
30,000	0,300	100
35,000	0,310	100
40,000	0,320	100
55,000	0,330	100
70,000	0,340	100
85,000	0,350	100
115,000	0,360	100
145,000	0,365	100
205,000	0,365	100

L'elaborazione dei seguenti dati con i metodi precedentemente descritti ha fornito i seguenti risultati stabilendo l'efficienza dell'opera di captazione :

- Portata Specifica $Q_s=229,508$ litri/min/m
- Portata Critica $Q_c=271,857$ litri/min
- Portata Esercizio $Q_e=196,071$ litri/min
- Abb. Critico =0,949 m
- Abb esercizio =0,829 m

Dai grafici ottenuti, si può notare, come in tutti i gradini analizzati la retta portate abbassamento identifichi una falda di tipo freatico e risulti regolare in assenza di zone in cui l'efficienza del pozzo sia compromessa.





Successivamente è stata realizzata la prova di risalita la quale ha riportato in soli 12 minuti primi, le acque di falda al livello freaticometrico iniziale (statico).

La prova di portata, ha inoltre fornito, i dati necessari per il calcolo del raggio di influenza mediante la formula di **Sichard** in cui il raggio di influenza R (in metri), è calcolabile con l'equazione:

$$R = C \cdot \Delta H \cdot \sqrt{k}$$

dove Δh rappresenta l'abbassamento in metri registrato nel pozzo in seguito al pompaggio, k il (coefficiente di permeabilità) in m/sec e C una costante empirica che nel caso del pozzo singolo si assume uguale a 3000.

Sulla base delle stratigrafie dei pozzi e delle caratteristiche idrogeologiche generali si è assegnato un coefficiente di permeabilità pari a 10^{-3} m/sec (sabbie e ghiaie), mentre l'abbassamento riscontrato durante la realizzazione della prova di pompaggio è stato di -0,365m; ne risulta un raggio di influenza pari a 34,62m.

Successivamente è stata realizzata la prova di risalita la quale ha riportato in soli 10 minuti primi, le acque di falda al livello freaticometrico iniziale (statico).

Essendo i due pozzi localizzati ad una distanza di 50,00m l'uno dall'altro, sulla base delle prove effettuate, si può affermare che non vi sia interferenza fra le due opere di captazione.

3.3 CALCOLO PERDITE DI CARICO

ALP16071:

Di seguito sulla base dello schema fornito dalla Provincia di Alessandria vengono calcolate le perdite di carico derivanti dalla differenza di quota tra il punto di presa e quello di recapito. La pompa installata modello (CALPEDA NG7/22/B) risulta posizionata con cucchiaia aspirante a -10,00m di profondità e rilancia le acque di falda all'interno dell'impianto igienico del capannone e all'irrigazione.

Tubazione di aspirazione

- 1) Altezza geodetica di aspirazione (Hga) m 10,00
- Lunghezza (La) m 13,00 +20,00m (4 curve)
- Diametro mm 40
- Materiale TUBI IN PVC E ACCIAIO

Tubazione di mandata

- 2) Altezza geodetica di mandata (Hgm) m 0,50
- Lunghezza (Lm) m 1,00
- Diametro mm 40
- Materiale TUBI IN ACCIAIO

Dalla tabella allegata si ricavano le perdite di carico:

- 3) aspirazione = $(La \times h \times s) / 100 = 23,00 \times 1,00 \times 0,65 / 100 = 0,1495$
- 4) mandata = $(Lm \times h \times s) / 100 = 1,00 \times 1,00 \times 0,80 / 100 = 0,008$

dove il valore **h** e il coefficiente **s** si ricavano dalle tabelle fornite dalla Provincia di Alessandria. Per **h** si è calcolato un valore proporzionale derivato dalle tabelle, considerando una portata di circa 75 litri/minuto.

PREVALENZA TOTALE

La prevalenza totale dell'impianto è data dalla somma delle singole altezze geodetiche e perdite di

carico, più l'eventuale pressione di esercizio:

$$H_{\text{totale}} = 1 + 2 + 3 + 4 = 10,6575\text{m}$$

ALP16072:

Di seguito sulla base dello schema fornito dalla Provincia di Alessandria vengono calcolate le perdite di carico derivanti dalla differenza di quota tra il punto di presa e quello di recapito.

AVENDO INSTALLATO UNA POMPA SOMMERSA NON VIENE CONSIDERATA L'ASPIRAZIONE MA SOLO LA MANDATA. La pompa sommersa modello (CALPEDA 4SDF 54/7EC) già presente nel precedente pozzo è stata posizionata a -16,00m di profondità e dovrà rilanciare le acque di falda all'interno di una cisterna di accumulo (volume 200mc) da cui prelevano direttamente gli idranti. Tale vasca risulta a quota +1,50m rispetto al piano campagna.

Tubazione di mandata

- 1) Altezza geodetica di mandata (Hgm) m 17,50
Lunghezza (Lm) m 15,50+15 (3curve)+5,00(distanza cisterna/pozzo)
Diametro mm 40
Materiale TUBI IN ACCIAIO NUOVI

Dalla tabella allegata si ricavano le perdite di carico:

$$2) \quad \text{mandata} = (Lm \times h \times s) / 100 = 37,50 \times 8,90 \times 0,80 / 100 = 2,67$$

dove il valore **h** e il coefficiente **s** si ricavano dalle tabelle fornite dalla Provincia di Alessandria. Per **h** si è calcolato un valore proporzionale derivato dalle tabelle, considerando una portata di circa 120 litri/minuto.

PREVALENZA TOTALE

La prevalenza totale dell'impianto è data dalla somma delle singole altezze geodetiche e perdite di carico, più l'eventuale pressione di esercizio:

$$H_{\text{totale}} = 1 + 2 = 20,17\text{m}$$

3.4 CARATTERIZZAZIONE AMBIENTALE

La caratterizzazione ambientale è stata effettuata nel mese di SETTEMBRE 2022 e ha previsto il campionamento delle acque di falda da sottoporre ad analisi chimiche presso il laboratorio accreditato. Il set di parametri analitici ricercato è basato sui limiti del D.Lgs. 3 Aprile 2006, n. 152 e s.m.i., parte 4, titolo 5, allegato 5, tabella 2 sulla base delle possibili sostanze ricollegabili alle attività antropiche svolte in sito, ai parametri caratteristici di eventuali pregresse contaminazioni, di potenziali anomalie del fondo naturale, di inquinamento diffuso, nonché di possibili apporti antropici.

Le analisi chimiche sono state realizzate a cura del Laboratorio di Analisi *IDROGEOLAB* il quale ha fornito un rapporto di prova per il campione analizzato specificando per ogni elemento ricercato il

risultato delle concentrazioni presenti, il metodo utilizzato, la data di analisi, i limiti di rilevabilità della strumentazione utilizzata e l'unità di misura espressa da normativa in µg/Kg/l (c.f.r. Report di prova allegato).

4. CONCLUSIONI

La presente relazione geologico-idrogeologica è stata redatta in ottemperanza al D.P.G.R. N2/R del 09/03/2015 e s.m.i. e del Regolamento regionale 29 luglio 2003, n 10/R; Regolamento regionale recante: "Disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica (Legge regionale 29 dicembre 2000, n°61), e Decreto del Presidente della Giunta Regionale 9 marzo 2015, n 2/R; Regolamento regionale recante: "Abrogazione del regolamento regionale 14 marzo 2014, n 1/R e revisione della disciplina dei procedimenti di concessione di derivazione di acqua pubblica di cui al regolamento regionale 29 luglio 2003, n 10/R (Legge regionale dicembre 2000, n 61)".

Le indagini eseguite sono state finalizzate alla definizione delle condizioni geologiche e geomorfologiche del sito e a fornire una stima di massima delle caratteristiche idrogeologiche dei materiali ricadenti nel volume significativo dei manufatti (pozzo), verificando i possibili scenari di rischio e le problematiche esecutive. E' stato quindi possibile trarre le opportune valutazioni sulla compatibilità degli interventi con la situazione idrogeologica, geomorfologica e litologica locale. Sono stati forniti i dati e i parametri necessari per il RINNOVO dell'istanza di CONCESSIONE ALLA DERIVAZIONE DI ACQUE SOTTERRANEE, mediante due POZZI, CENSITI CON CODICE UTENZA AL11109 con rispettivi codici univoci ALP01671 ed ALP01672 AD USO CIVILE (sottocategoria SCORTE ANTINCENDIO, IGIENICO SANITARIO, IRRIGAZIONE AREE VERDI PRIVATE), presso la ditta EPTA S.p.A con sede legale in Via Mecenate 86 nel comune di MILANO e insediamento produttivo in CASALE MONFERRATO Via Pier Enrico Motta 25.

Il territorio oggetto d'indagine occupa un settore di pianura con una morfologia livellata, caratterizzata da modesti terrazzamenti, spesso antropici, che corrispondono al secondo ordine dei terrazzi fluviali: questi sono caratterizzati da depositi argilloso limosi, sabbiosi e ghiaiosi, la cui genesi è attribuibile ai processi di dinamica fluviale ed alla normale attività deposizionale del fiume Po nel corso del Quaternario. In particolare, il capannone industriale interessato dal progetto risulta localizzato in un'area industriale posta all'ingresso Sud della città di Casale Monferrato, alla destra idrografica del fiume Po, ad una quota di circa 112,00 metri sul livello del mare medio. Dal punto di vista del rischio geomorfologico l'analisi della cartografia tematica e le indagini svolte non hanno evidenziato al momento dell'indagine la presenza di processi di instabilità quiescenti o potenziali che coinvolgono direttamente i lotti di intervento. Secondo quanto riportato nel *Sistema Informativo Frane in Piemonte (SiFraP)* dell'ARPA Piemonte – Centro Regionale per le Ricerche

Territoriali e Geologiche (consultabile presso il Geoportale ARPA Piemonte), nell'area oggetto d'intervento non vengono indicati dissesti. Si esclude, la presenza nelle sezioni indagate di gallerie e/o cavità sotterranee derivanti da attività estrattive. Inoltre, sulla base della cartografia *P.G.R.A. (Piano di Gestione Rischio Alluvione)* non evidenziano potenziali rischi derivanti da eventi alluvionali o fenomeni di esondazioni per piene ordinarie e straordinarie ad opera della rete idrografica principale e secondaria. La consultazione della documentazione geologica di P.R.G. comunale, ha permesso di verificare l'inserimento di tale area in una *Classe di utilizzazione urbanistica IIa*.

L'assetto geologico del territorio del comune di Casale Monferrato risulta caratterizzato da litologie ascrivibili alle formazioni del Bacino Terziario Ligure-Piemontese rappresentato da una potente ed estesa successione sedimentaria marina, formata da depositi essenzialmente derivanti dallo smantellamento della catena alpina. Il settore di pianura risulta caratterizzato dalla sovrapposizione di una coltre alluvionale, di varia potenza di età Quaternaria, al substrato marino Terziario. In particolare, l'indagine si localizza nell'ambito di affioramento delle ALLUVIONI ANTICHE.

Localmente all'interno dell'area in studio possono essere presenti corpi lentiformi prevalentemente costituiti da argille e limi, sufficientemente estesi, da creare piccole anomalie del gradiente idraulico e della direzione prevalente di flusso, unitamente a falde sospese o ad acquitardi. Normalmente il flusso della falda freatica avviene verso Nord-Est, caratterizzato dall'azione drenante dell'alveo del fiume Po. Sulla base dei dati ricavati dai metadati forniti dal Geoportale Regione Piemonte "Arpa Piemonte Idrogeologia WMS" la falda dovrebbe essere mediamente compresa tra -5,00 e i -10,00 m di profondità soggetta tuttavia ad ampia escursione stagionale. Mediante l'ausilio dei metadati è stato anche verificato:

- lo spessore dei litotipi impermeabili nella zona non satura (0,00/2,50m);
- il tempo di arrivo in falda (1settimana/1mese);
- la vulnerabilità dell'acquifero (moderata);
- permeabilità (10^{-3} / 10^{-5}).

In particolare nel corso della prova di portata è stata riscontrata una superficie di falda dalla profondità di -2,31 m dal piano campagna attuale. La cartografia regionale, individua la base dell'acquifero superficiale ad una profondità di circa -27,00m dal p.c. Attuale.

Con la *Classificazione sismica dei comuni italiani - Allegato A*. Con *D.G.R. n.11-13058 del 19.01.2010*, la Regione Piemonte ha provveduto alla riclassificazione sismica del territorio regionale stabilendo per il comune di Casale Monferrato l'assegnazione della **Zona 4**.

In riferimento allo sviluppo dei pozzi ed al posizionamento dei filtri è possibile stabile che le acque prelevate appartengono alla sola falda superficiale ai sensi dell'articolo

16, commi 1 e 2.

Al fine di determinare i parametri idrodinamici della falda e di giungere all'ottimizzazione delle caratteristiche tecniche delle opere di presa, sono state realizzate due prove a tre gradini di portata ed due prove di risalita.

Dall'analisi dei parametri geologici e idrogeologici, e sulla base dei riscontri desunti dalle prove di portata, risulta che le opere di captazione in oggetto sono compatibili con il contesto idrogeologico naturale.

SI RICHIEDE IL RINNOVO DELLA CONCESSIONE DI EMUNGIMENTO PER USO CIVILE DEL CODICE UTENZA AL11109 i cui fabbisogni idrici risultano di 5000mc/anno, così suddivisi:

ALP01671 sottocategoria IGIENICO SANITARIO IRRIGAZIONE AREE VERDI, 220gg/anno su un turno di 8 ore/giorno in modo discontinuo perché legato al solo carico delle cassette dei wc, e continuativamente una volta al giorno (durata 1 ora) nei soli mesi estivi per l'irrigazione delle aree verdi

- **fabbisogno idrico 4950mc/anno**
- **0,78 litri/secondo portata massima**
- **0,15 litri/secondo portata media/annua**

ALP01672 sottocategoria ANTINCENDIO, utilizzo solo in caso di emergenza e per prove Vigili del Fuoco

- **fabbisogno idrico valutabile solo per le prove impianto 10mc * 5 volte/anno = 50mc/anno (durata prove circa due ore)**
- **1,38 litri/secondo portata massima**
- **0,0015 litri/secondo portata media/annua**

I parametri chimico analitici analizzati risultano INFERORI al valore limite accettabile nelle acque sotterranee previsto dal D.Lgs 152 del 03 Aprile 2006 Parte IV Allegato 5 al Titolo V tab2. I dati ottenuti entreranno quindi a far parte del quadro qualitativo-ambientale di riferimento delle condizioni e delle caratteristiche fisico chimiche del contesto naturale e artificiale indagato alla data stessa dell'esecuzione dei prelievi.

CASALE MONFERRATO, 30.09.2022

TECNICI INCARICATI

GEOLOGO Roberto Furlan

