

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA SULLE CARATTERISTICHE DEL PRIMO ACQUIFERO SOTTERRANEO INTERCETTATO DAI PIEZOMETRI FACENTI PARTE DELLA RETE DI MONITORAGGIO DELLA DISCARICA AIMAG SPA DI MEDOLLA

Il seguente studio sulle caratteristiche idrogeologiche del primo acquifero sotterraneo intercettato dai piezometri della rete di monitoraggio della discarica di Medolla in Via Campana, definisce la permeabilità e trasmissività, porosità efficace e velocità effettiva mediante analisi di prove di pompaggio già eseguite nel pozzo-piezometro P3 in data 18/04/2023, ed è prodotto in risposta al quesito ARPAE:

"A completamento della caratterizzazione della litologia superficiale e profonda analizzata nell'elaborato n. 4 RELAZIONE GEOLOGICA capitoli 11 e 12, si richiede di definire i valori di permeabilità anche per il livello acquifero intercettato dai piezometri e di stimare la velocità di transito delle acque sotterranee nella porzione dello stesso sotteso al sito."

PREMESSA

I piezometri facenti parte della rete di monitoraggio della Discarica di Rifiuti non pericolosi di Via Campana in Comune di Medolla controllano e intercettano la prima falda sotterranea presente nel sito che si riscontra al partire dalla quota minima di - 40 metri dal p.c.

CARATTERISTICHE E PROFONDITA' PIEZOMETRI RETE DI MONITORAGGIO.

PIEZOMETRO 1 (lato sud) FILTRO (m p.c.): 50-55

PIEZOMETRO 2bis (bagni) FILTRO (m p.c.): 41-47

PIEZOMETRO 3 (lato ovest) FILTRO (m p.c.): 45-50

PIEZOMETRO 5 (lato nord) FILTRO (m p.c.): 53-56

PIEZOMETRO 6 (lato est) FILTRO (m p.c.): 55-60



Fig.1. : Ubicazione piezometri rete di monitoraggio Discarica di Medolla Via Campana

1. DESCRIZIONE ACQUIFERI SOTTERRANEI NELLA ZONA DI INTERESSE

L'assetto idrogeologico dell'area è schematizzato nella sezione geologica riportata in figura 2, tratta dal volume "Riserve idriche sotterranee della Regione Emilia-Romagna" (1998).

La sezione mostra la presenza sulla verticale dei tre gruppi acquiferi:

Il **Gruppo Acquifero A** è attualmente sfruttato in modo intensivo, il **Gruppo Acquifero B** è sfruttato solo localmente, il **Gruppo Acquifero C**, isolato rispetto alla superficie per gran parte della sua estensione, è raramente sfruttato.

Ciascun gruppo acquifero a sua volta viene suddiviso in diversi complessi acquiferi e acquitardi, secondo un modello di suddivisione gerarchico per ranghi via via più piccoli sulla base della dimensione e dell'estensione areale dei corpi idrogeologici che li compongono.

Sulla base di alcune loro caratteristiche geometriche, gli acquiferi nel sottosuolo della zona della discarica di Medolla sono:

- **acquiferi multistrato**, dove i corpi di sabbie si separano gli uni dagli altri per la presenza di intercalazioni di terreni più fini (limi e argille) e costituiscono quindi diversi acquiferi verticalmente sovrapposti.

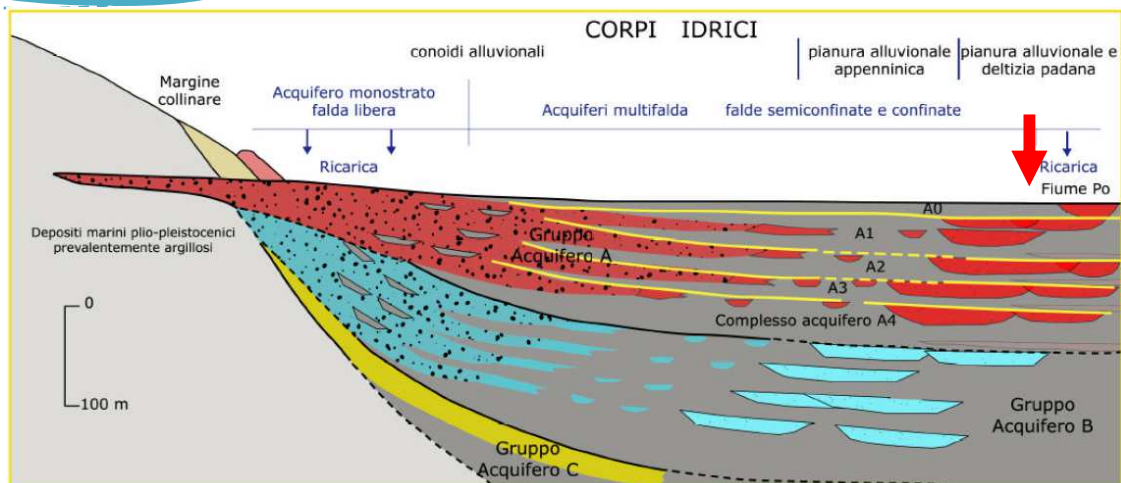


Fig.2. : Distribuzione schematica dei corpi idrici e delle unità idrostratigrafiche nel sottosuolo della pianura emiliano-romagnola (la freccia indica la situazione del sito di studio).

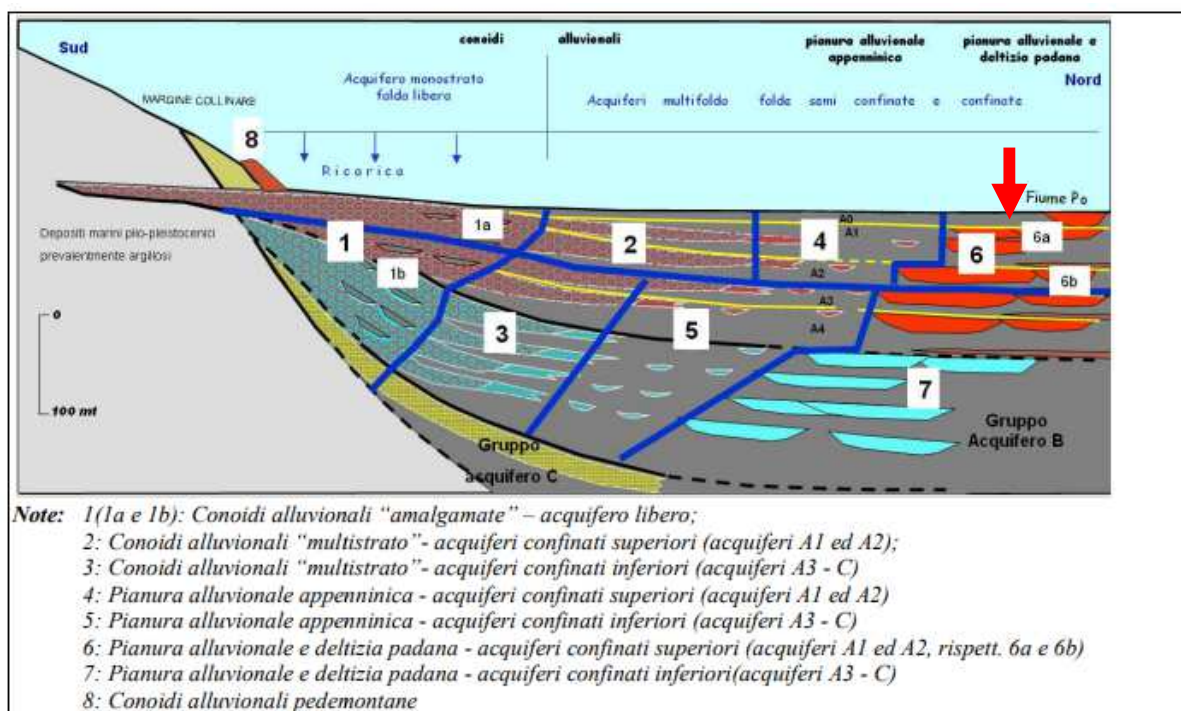


Fig.3. : Sezione geologica schematica di sottosuolo della pianura emiliana romagnola con indicazione degli acquiferi e corpi idrici individuati ai sensi delle direttive 2000/60/CE (la freccia indica la situazione del sito di studio).

I piezometri della rete di monitoraggio della discarica di Medolla intercettano il GRUPPO ACQUIFERO A1.

Si tratta del primo acquifero presente nel sito, che inizia alla profondità minima di 41 e massima di 55 metri ed è costituito da sabbie da fini a medie; è un acquifero multistrato, confinato al tetto dalla presenza di depositi impermeabili o poco permeabili (gli acquitardi).

L'acquitrando superficiale, (complesso Acquifero denominato A0) è una Unità complessivamente impermeabile costituita da terreni coesivi argillosi e limo-argillosi caratterizzati da una circolazione idrica lenta e poco significativa causa della bassa permeabilità dei depositi ospitanti.

Tale orizzonte freatico assume pertanto le caratteristiche di acquitrando e non di acquifero ed è prevalentemente alimentato dalle infiltrazioni meteoriche dalla superficie, che risultano massime nelle zone agricole e minime nelle aree urbanizzate dove sono presenti coperture impermeabili.

L'acquifero vero e proprio del sito, intercettato dai piezometri di interesse fa parte degli acquiferi della Pianura Alluvionale e Deltizia Padana; Cod. Corpo Idrico (come da Piano di Gestione Acque) 0630ER-DQ2-PPCS: *Pianura Alluvionale Padana - acquiferi confinati superiori (acquiferi A1 ed A2).*

Le caratteristiche di dettaglio dei complessi idrogeologici del gruppo acquifero A possono essere sintetizzate in Tabella di seguito tratta dal P.T.A.

	Caratteristiche geologiche	Caratteristiche quantitative	Caratteristiche qualitative
PIANURA ALLUVIONALE E DELTIZIA PADANA	Livelli di sabbie di spessore decametrico ed estensione plurichilometrica, localmente amalgamati, generalmente alternati a depositi fini.	Scarsa circolazione idrica Rapporto idrico da fiume a falda visibile in relazione al Po Compartimentazione del sistema acquifero Falda confinata	Contaminazioni occasionali di origine puntuale Nitrati generalmente assenti Presenza di contaminanti di origine naturale (ferro, manganese, ammoniaca)

Per l'acquifero di interesse, gli apporti sono in gran parte dovuti al fiume Po, con il quale sono in diretta comunicazione. Trascurabili sono le infiltrazioni superficiali, che raggiungono un'efficacia del 25% solamente in corrispondenza dei "dossi sabbiosi" (Pellegrini e Zavatti, 1980).

Gli acquiferi del Complesso Acquifero A sono abbondanti, con valori di soggiacenza prossimi al piano campagna.

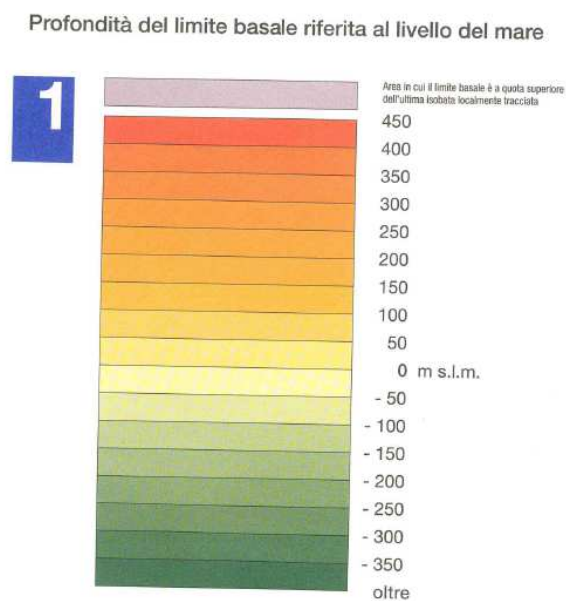
Il livello di soggiacenza media rilevato nel periodo dal 2014 al 2019 dai rilievi ARPAE R.E.R del primo acquifero confinato superiore è sui – 5.0 m dal p.c. La stessa soggiacenza (variabile da – 5.0 a – 6.50 metri dal p.c.) è stata rilevata in diverse misurazioni eseguite nei pozzi-piezometri della discarica dal 1998 al 2026.

La direzione di flusso della falda è generalmente orientata da SSO verso NNE, in analogia con l'andamento topografico generale della pianura padana.



Fig.4. : Soggiacenza media periodo 2014-2019 nel sito di ubicazione della discarica (2014-2019)

Da uno stralcio della Carta della profondità del limite basale del Gruppo acquifero A Tavola 1 della pubblicazione “Riserve Idriche della Regione Emilia Romagna” (R.E.R. – ENI,1998) con indicata l’ubicazione della discarica, **si evidenzia la profondità del limite basale compreso fra – 100 e - 150 metri (circa 120 metri).**



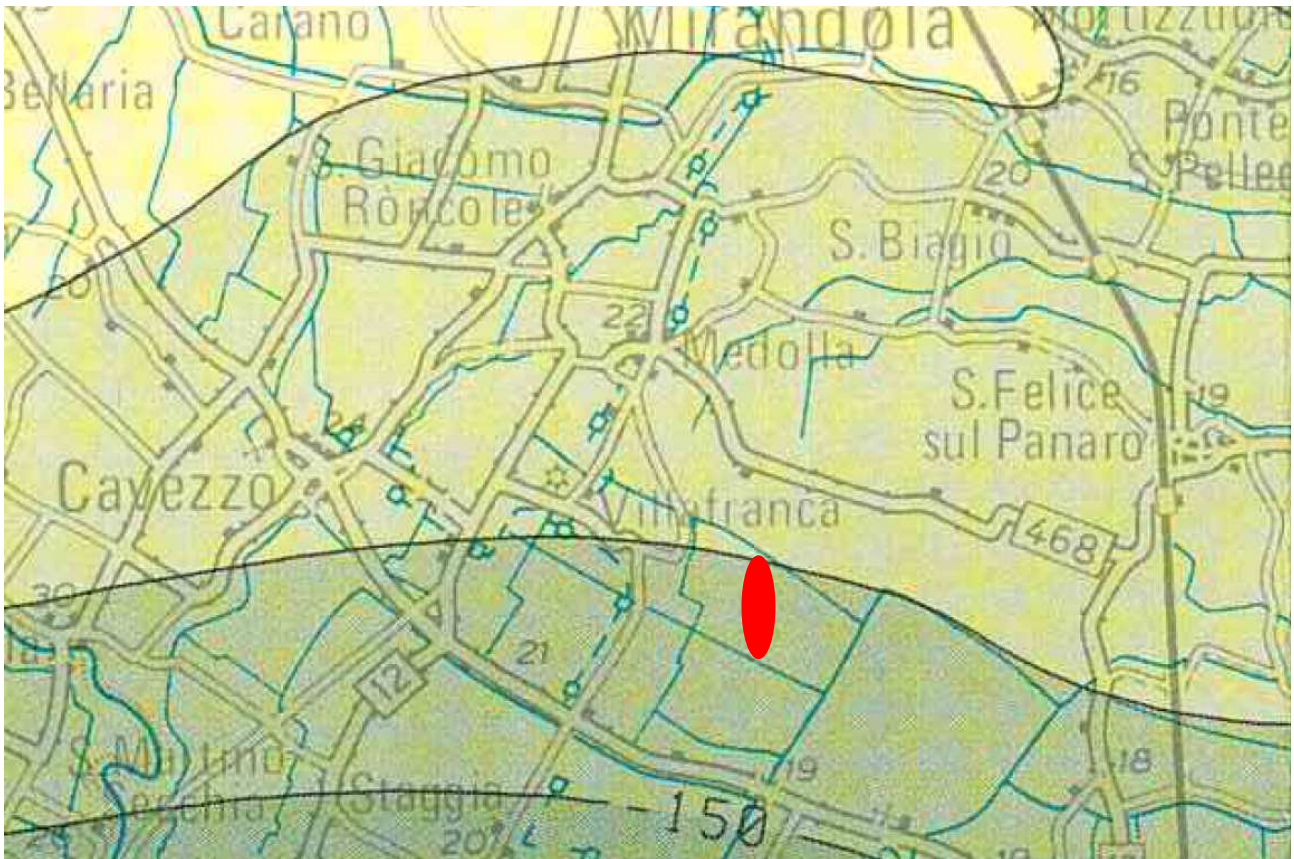


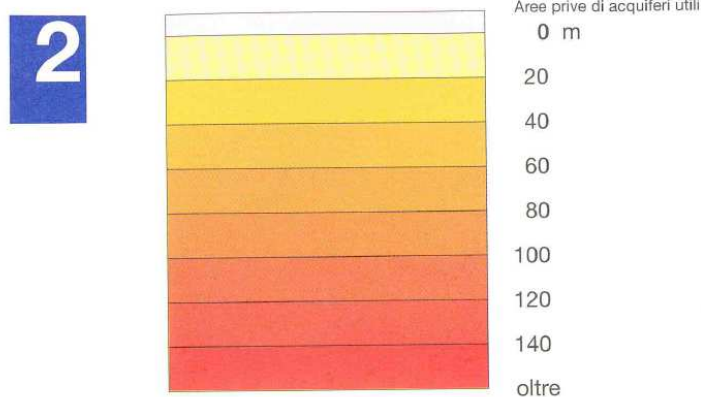
Fig.5. :Stralcio della Carta della profondità del limite basale del Gruppo acquifero A Tavola 1 della pubblicazione “Riserve Idriche della Regione Emilia Romagna”(1998)

Da uno stralcio della Tavola 2 “Spessore Cumulativo dei Depositi Porosi-Permeabili” sempre del gruppo acquifero A dalla pubblicazione “Riserve Idriche della Regione Emilia Romagna” (R.E.R. – ENI,1998) con indicata l’ubicazione della discarica, si evince che lo spessore cumulativo del’acquifero è tra 40 e 60 metri. L’acquifero intercettato dai piezometri ha uno spessore di oltre 40 metri ed è costituito da sabbie da fini a medie , quindi estremamente abbondante.

GRUPPO ACQUIFERO "A"

- spessore cumulativo dei depositi porosi-permeabili (acquifero utile)
- aree di ricarica diretta potenziale (Gruppi Acquiferi "A" e "B")

Spessore cumulativo (in m) dei livelli porosi-permeabili



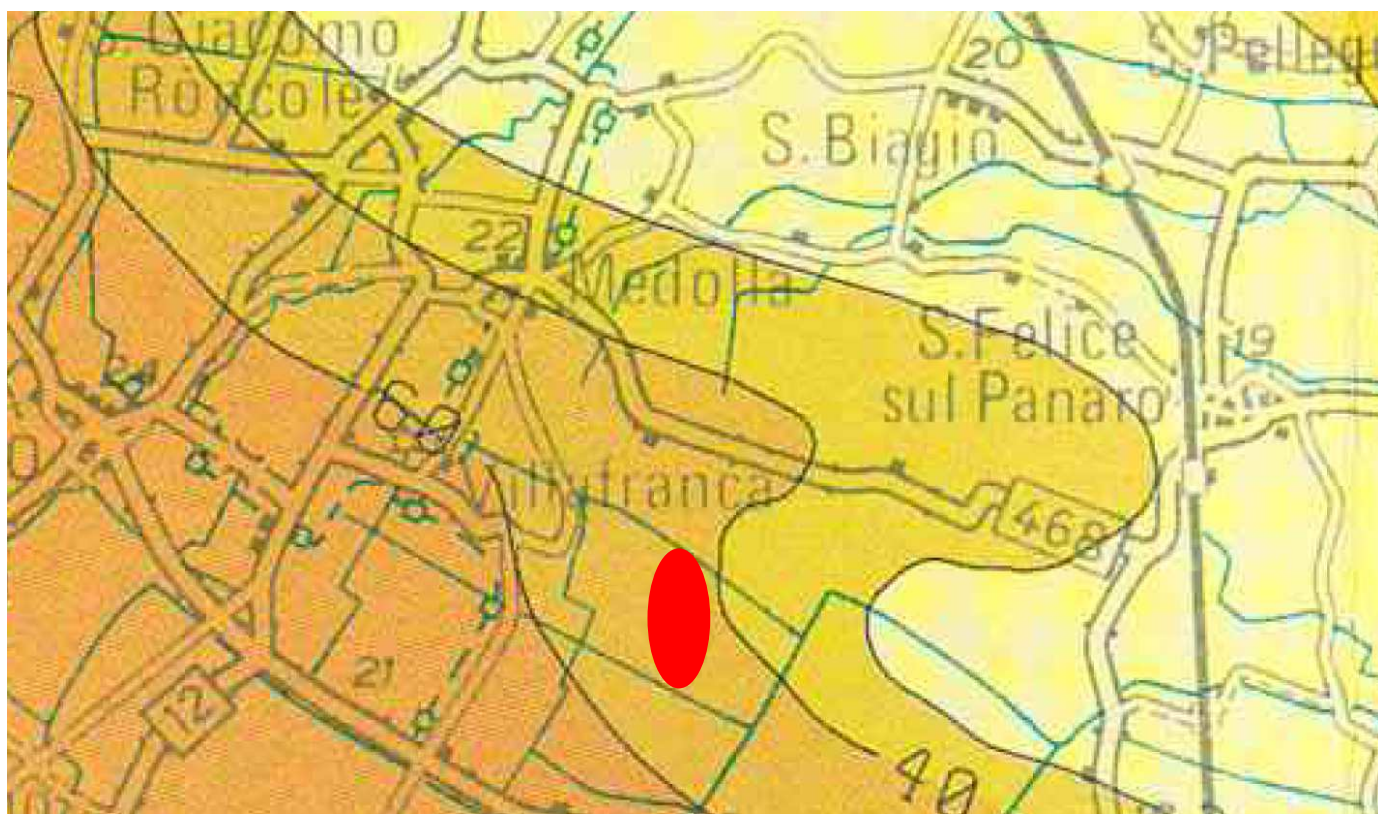


Fig.6. : Stralcio della Tavola 2 "Spessore Cumulativo dei Depositi Porosi-Permeabili" sempre del gruppo acquifero A dalla pubblicazione "Riserve Idriche della Regione Emilia Romagna" (R.E.R. – ENI,1998)

2. PROVE DI POMPAGGIO PER DEFINIRE I PARAMETRI DI PERMEABILITA' - TRASMISSIVITA' – POROSITA' EFFICACE E VELOCITA' EFFETTIVA DELL' ACQUIFERO

In data 18/04/2023, è stata eseguita in corrispondenza del pozzo-piezometro n. 3, attrezzato con pompa da 1.5 Kw una prova di portata di emungimento a gradini di portata crescente in abbassamento al fine di definire se l'acquifero analizzato è in grado di soddisfare in maniera continuativa e in base ai turni di irrigazione le esigenze idriche richieste da un nuovo impianto di irrigazione realizzato per irrigare nuove piantumazioni e aree boschive facenti parte di un nuovo progetto di realizzazione di aree verdi all'interno della discarica.

Le stessa prova di portata è stata rielaborata al fine di definire i parametri idrodinamici dell'acquifero intercettato dai piezometri della rete di monitoraggio, quali K (permeabilità) e Pe (porosità efficace) e trasmissività (T).

La prova di pompaggio è stata eseguita a due gradini di portata crescente (1 l/s - 1.70 l/s) in regime di equilibrio. Per ogni gradino di portata si è misurato l'abbassamento relativo fino al raggiungimento di un livello stabile (livello dinamico) a partire da quello iniziale di quiete (livello statico).

Una volta stabilizzato il livello dinamico al primo gradino di portata pari a 1l/s , si è proceduto al pompaggio con il secondo gradino pari a 1.7 l/s senza attendere la risalita del livello , e si è mantenuta la portata di 1.7 l/s fino alla nuova stabilizzazione.

DATI TECNICI POZZO PIEZOMETRO P3

PROFONDITA': 50 metri

FILTRO: 5 metri da 45 a 50 metri

DIAMETRO: 4 " = 110 mm (interno) – 125 mm (esterno)

POMPA INSERITA DA 1.5 Kw posizionata a 20 metri.

ANNO DI PERFORAZIONE 2001



Fig.7. : Pozzo-piezometro P3 su cui è stata eseguita la prova di portata in data 18/04/2023

I valori ottenuti dai calcoli e dai diagrammi riportati di seguito sono i seguenti:

TRASMISSIVITA' (T):

T1 = 0,0004 m²/sec.

T2 = 0,00042 m²/sec.

per un valore medio di T = 0,0004 m²/sec = 4 x 10⁻⁴ m²/s

POROSITA' EFFICACE (Pe) :

Pe1 = 15.12 %

Pe2 = 30.48 %

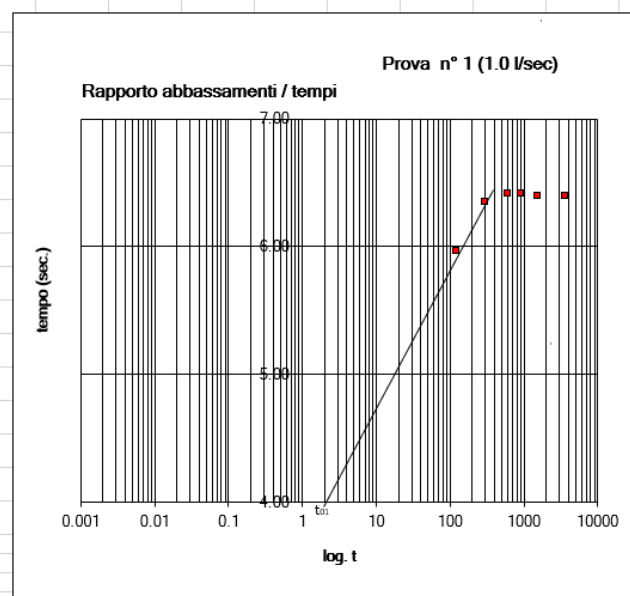
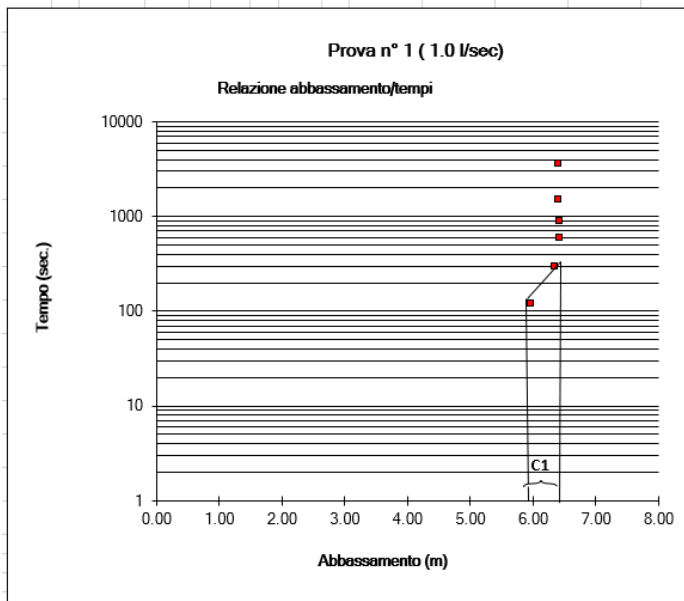
Pe efficace media = 23 %

Considerando che il filtro ha spessore 5 metri (anche se lo spessore dell'acquifero è molto maggiore) la permeabilità K dell'acquifero intercettato dai piezometri è

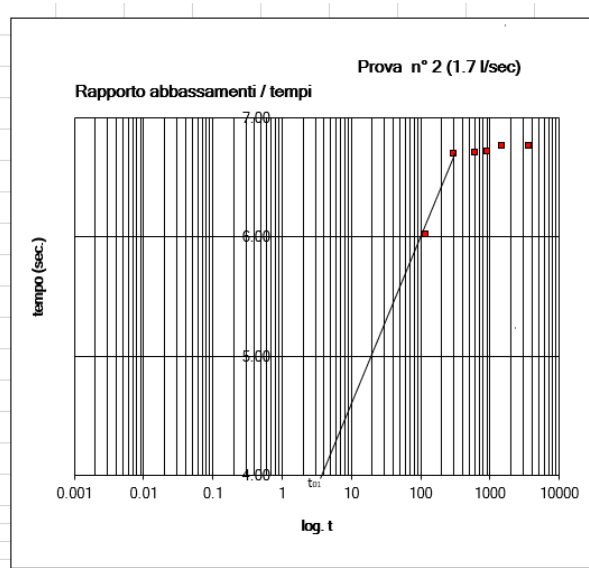
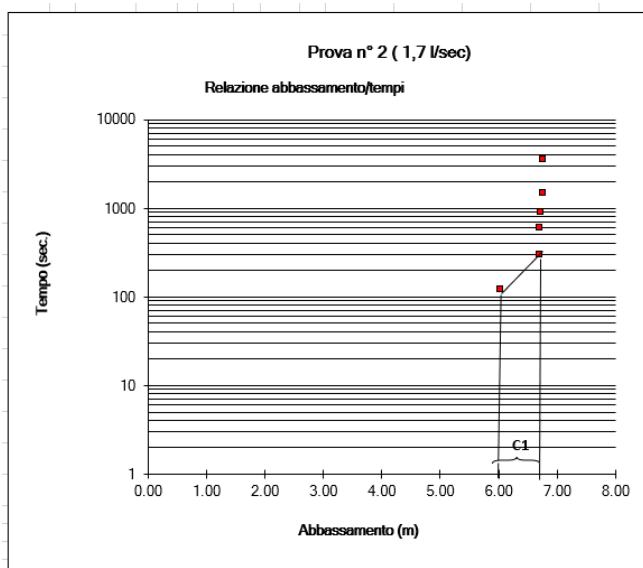
K = 8 x 10⁻⁵ m/s .

Si riportano i diagrammi abbassamenti – tempo e i calcoli eseguiti

tempi (sec.)	abbassamento (m)
120	5.97
300	6.35
600	6.42
900	6.42
1500	6.40
3600	6.40



tempi (sec.)	abbassamento (m)
120	6.02
300	6.70
600	6.71
900	6.72
1500	6.76
3600	6.76



Prova n° 1							
Portata Q1 =	1 lt/sec	→	0.001 m ³ /sec.				
T1 = (0.183 · Q1) / C1 =	0.0004	m ² /sec.		dove			
				C1= S2-S1=	0.45	m	
pe1 = 2.25 · T1 · to1 / r ² =	15.12	%	dove:				
(pe1= porosità efficace)				to1 = 2	sec.		
				r = 0.11	m.		

Prova n° 2							
Portata Q2 =	1.7 lt/sec	→	0.0017 m ³ /sec.				
T2 = (0.183 · Q2) / C2 =	0.00042	m ² /sec.		dove			
				C2= S2-S1=	0.74	m	
pe2 = 2.25 · T2 · to2 / r ² =	30.488	%	dove				
(pe2= porosità efficace)				to2 = 3.900	sec.		
				r = 0.11	m.		

Le trasmissività definite sono medio e le permeabilità medie e quindi l'acqua si muove con una velocità media nel gruppo acquifero di analisi costituito da sedimenti sabbiosi a granulometria da fine a media a porosità efficace media.

Lo spessore dell'acquifero analizzato è alto (minimo 40 metri) e di conseguenza il valore del coefficiente di immagazzinamento è alto.

Se si vuole calcolare la velocità effettiva o velocità di filtrazione reale/lineare media del flusso idrico dell'acquifero analizzato la formula è la seguente:

$$v_s = \frac{q}{n_e} = \frac{K \cdot i}{n_e}$$

Dove:

- **v_s** : Velocità effettiva (o di scorrimento/seepage velocity) [L/T] (es. m/s, m/giorno).
- **q** : Velocità di Darcy (o di filtrazione/flusso volumetrico) [L/T].
- **K** : Conducibilità idraulica [L/T].
- **i** : Gradiente idraulico (adimensionale: $\Delta h/L$).

Considerando che la discarica si sviluppa su una zona completamente pianeggiante e la variazione della superficie piezometrica del sito è massimo 1.50 metri, il gradiente idraulico è di 0.0027.

La velocità di filtrazione o velocità effettiva che indica la velocità di movimento di un eventuale contaminante nel sottosuolo è per il sito di ubicazione della discarica:

$$v_s = 9.39 \times 10^{-7} \text{ m/s}$$

Si consideri comunque che l'acquifero sotterraneo analizzato è il primo acquifero presente nel sito della discarica di Medolla e si riscontra in sedimenti sabbiosi che iniziano a una profondità minima di 40 metri dal p.c.

Dott.Geol.Rita Ballista

Firmato digitalmente da: RITA
BALLISTA

Data: 06/05/2026 08:33:43

Firmato digitalmente da: RITA
BALLISTA

Data: 06/05/2026 08:41:59

