

Arch. Enrico Salvalai

Via Panoramica 27, Zone (Bs)
mail: enrico.salvalai@gmail.com
enrico.salvalai@archiworldpec.it
C.F. SLV NRC 77E20 E333J
P.IVA 02520020989

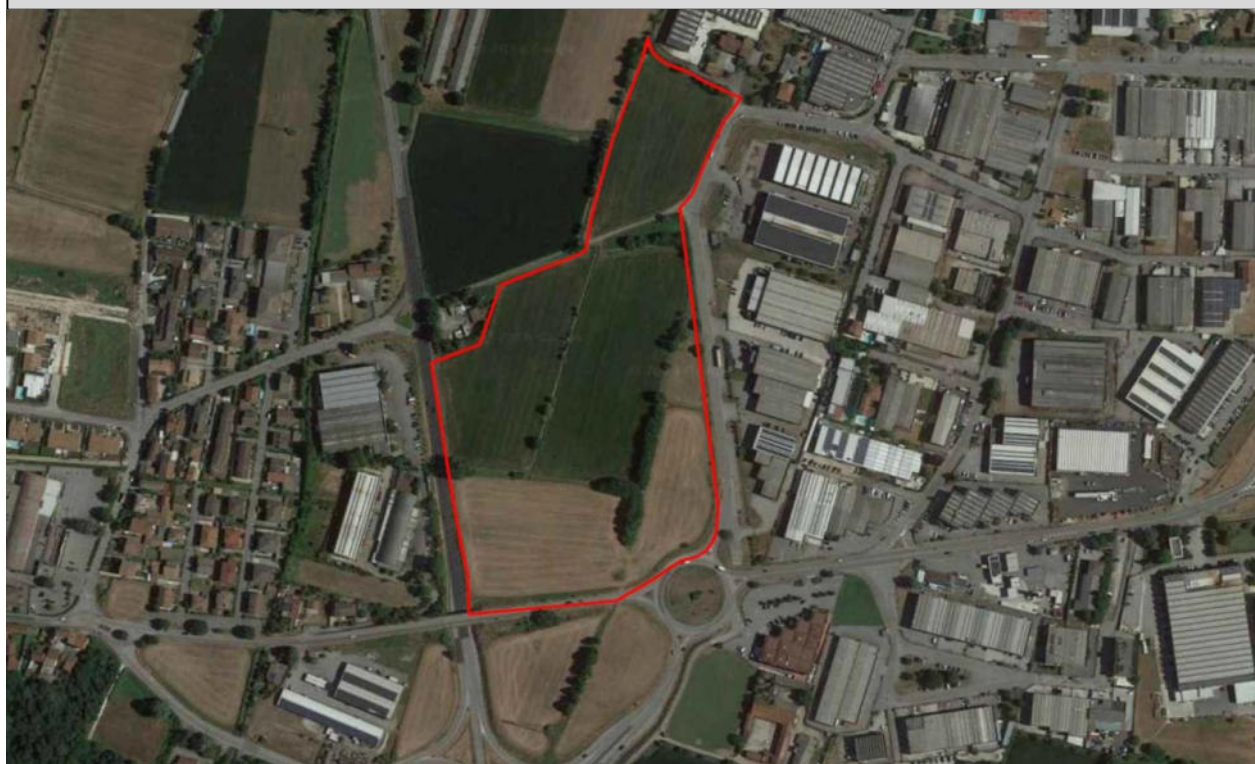


COMUNE DI MANERBIO

PIANO ATTUATIVO CONFORME AL PGT
COMPARTO A.d.T. 4

art. 14 c.1 della L.R. 12/2005

B 1.12 - Verifica preliminare invarianza idraulica ai sensi dell'articolo 69.2,
Disposizioni particolari



Committente:

LO.GI.MAN. S.R.L. a socio unico con sede in Crema (CR), Via Della Fiera n. 12 capitale euro 1.000.000,00 iscritta nel Registro delle Imprese di Cremona, Mantova, Pavia e Codice Fiscale 01332100195, N. REA CR, 162193, Partita IVA 01332100195
Dott. Luigi Brega

Zone, Aprile 2026



Il tecnico:

Arch. Enrico Salvalai

Documento informatico firmato digitalmente ai sensi del D.Lgs 82/2005 s.m.i. e norme collegate

Arch. Enrico Salvalai

Via Panoramica, 27 - 25050 Zone (Bs)
Cell. +39.347 7172565
E-mail enrico.salvalai@gmail.com



Le acque meteoriche intercettate dalla copertura dovranno essere recapitate in appositi bacini di accumulo temporaneo evitando il convogliamento diretto in fognatura e/o la dispersione casuale nelle zone limitrofe come da relazione geologica qui allegata

In sintesi si riportano i dimensionamenti di massima per singolo lotto che dovranno essere verificati con i titoli edificatori esecutivi

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA LOTTO A

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	640.00	m ²
Verifiche invaso			
		Valore Progetto	
Altezza utile invaso	H	2.40	m
Volume utile invaso	W	1536.00	m ³
Tempo di svuotamento	T_{sv}	15.3	ore
Portata massima scaricata	Q	26.39	

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA LOTTO B

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	480.00	m ²
Verifiche invaso			
		Valore Progetto	
Altezza utile invaso	H	2.40	m
Volume utile invaso	W	1152.00	m ³
Tempo di svuotamento	T_{sv}	15.4	ore
Portata massima scaricata	Q	19.94	

VERIFICA SISTEMA D'INVARIANZA LOTTO C

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	A_{inv}	160.00	m ²
Verifiche invaso			
		Valore Progetto	
Altezza utile invaso	H	2.40	m
Volume utile invaso	W	384.00	m ³
Tempo di svuotamento	T_{sv}	12.6	ore
Portata massima scaricata	Q	8.23	

Per la definizione grafica si rimanda alla tavola A.13

Arch. Enrico Salvalai

Via Panoramica, 27 - 25050 Zone (Bs)

Cell. +39.347 7172565

E-mail enrico.salvalai@gmail.com

REGIONE LOMBARDIA

PROVINCIA DI BRESCIA

COMUNE DI MANERBIO



SMALTIMENTO ACQUE METEORICHE

RELAZIONE



Elaborato

PIANO ATTUATIVO CONFORMA AL PGT AMBITO DI TRASFORMAZIONE 4 DESTINAZIONE PRODUTTIVA

L.R. 12/2005 – L.R. 04/2016 – R.R. 7 del 23.11.2017 – R.R. 8 del 19.04.2019

Committente



Lo. Gi. Man srl

Estensore



A. & P. sas

Informazioni documento

Operazione	Soggetto	Data
Redatto	A & P sas – Dr. ssa Gallo Samanta	28.01.2026
Approvato	A & P sas – Dr. Aletti Corrado	28.01.2026
File	smaltimento meteoriche.docx	
Commessa	2025.05.170	

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	1 di 12
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

INDICE

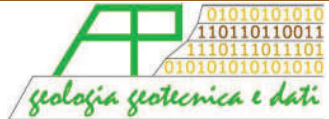
1. Introduzione	3
2. Inquadramento geografico	5
3. Inquadramento idrogeologico e piezometrico	6
3.1. Distanza da pozzi idropotabili	8
3.2. Calcolo del coefficiente di permeabilità	8
3.2.1. Interpretazione della Prova di permeabilità	10
4. Modalità di scarico meteoriche	12

1. INTRODUZIONE

La nuova Legge regionale sulla difesa del suolo, sulla prevenzione e mitigazione del rischio idrogeologico e sulla gestione dei corsi d'acqua (l.r. n. 4 del 15 marzo 2016) ha come scopo principale l'attenuazione del livello di rischio idrogeologico al fine della tutela dei cittadini e delle attività economiche, attraverso iniziative capaci di mettere in sicurezza il territorio. La legge specifica e disciplina le attività di competenza di Regione Lombardia riguardanti la difesa del suolo, la gestione dei corsi d'acqua e del demanio idrico nel territorio regionale. Inoltre, stabilisce gli strumenti utili a realizzare tali attività per raggiungere gli obiettivi legati alla difesa del suolo, alla gestione del demanio idrico fluviale e al riassetto idraulico e idrogeologico. I principali temi che la legge affronta sono:

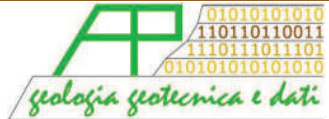
- gestione coordinata del reticolo idrico minore, di competenza comunale, e dei reticoli principale e consortile
- rispetto dell'invarianza idraulica, dell'invarianza idrogeologica e del drenaggio urbano sostenibile
- attività di polizia idraulica nel demanio idrico fluviale
- manutenzione continuata e diffusa del territorio, dei corsi d'acqua, delle opere di difesa del suolo, delle strutture e dei sistemi agroforestali di difesa del suolo
- ripristino delle condizioni di maggiore naturalità dei corsi d'acqua, recupero delle aree di pertinenza idraulica e riqualificazione fluviale
- riordino delle competenze sulla navigazione interna delle acque
- nuove competenze in tema di difesa del suolo per i Consorzi di bonifica e irrigazione.

Nel caso in studio, il tema d'interesse riguarda l'invarianza idraulica e idrologica che in sintesi consiste nella limitazione dei deflussi delle acque verso il reticolo idrico in caso di realizzazione di nuovi edifici civili e industriali, di parcheggi e strade e di interventi di riqualificazione. Nello specifico l'articolo di riferimento è il n.7 che introduce il concetto ed apporta modifiche al testo della legge regionale n.12/2005 (Legge per il Governo del Territorio). Al comma 5, l'articolo fa riferimento al Regolamento contenete i metodi e i criteri

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	3 di 12
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

per il rispetto dell'invarianza idraulica ed idrogeologica. Il Regolamento è stato pubblicato sul Bollettino Ufficiale della Regione Lombardia il 28 novembre 2017 e quindi pienamente operativo dal 28 maggio 2018. Con la delibera della Giunta Regionale n.IX/128 del 21/05/2018 l'applicazione è stata prorogata di ulteriori 6 mesi per tutti gli interventi ad esclusione delle nuove costruzioni/opere. Questa tematica è infatti dibattuta da diversi anni, ed ha preso forza dopo la direttiva del Parlamento europeo del Consiglio 23 ottobre 2000, n. 2000/60/CE in materia di acque e dal decreto legislativo 23 febbraio 2010, n. 49 che ne rappresenta l'attuazione. La legge regionale 4/2016 disegna un ulteriore passo nella direzione della riduzione del rischio idraulico. Oltre alla legge sopracitata si è fatto riferimento alla legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche), alla legge regionale 11 marzo 2005, n. 12 (Legge per il governo del territorio), al PTUA 2016.

L'emanazione della D.G.R. X/1314 del 25/02/2019 recante "DISPOSIZIONI SULL'APPLICAZIONE DEI PRINCIPI DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA. MODIFICHE AL REGOLAMENTO REGIONALE 23 NOVEMBRE 2017, N. 7 (REGOLAMENTO RECANTE CRITERI E METODI PER IL RISPETTO DEL PRINCIPIO DELL'INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA AI SENSI DELL'ARTICOLO 58 BIS DELLA LEGGE REGIONALE 11 MARZO 2005, N. 12" ha proposto l'introduzione di importanti modifiche al Regolamento Regionale n.7, in particolare per quanto concerne la classificazione dei comuni e le eventuali riduzioni dei requisiti minimi nei casi di dispersione sul suolo o nel sottosuolo. La D.G.R. di cui sopra è stata recepita dal Regolamento Regionale 8 approvato dal Consiglio Regionale il 19.04.2019. Ulteriori modifiche sono state apportate dal Regolamento Regionale 03/2025. Di seguito saranno descritte le modalità di trattamento delle acque meteoriche all'interno dei lotti del piano attuativo.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	4 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area è localizzata nel settore centro orientale del territorio comunale di Manerbio, lungo il margine W di Strada per Porzano, così come rappresentato in Figura 1. In Figura 2 è rappresentata una possibile configurazione delle future costruzioni che saranno comunque definite in fase di progettazione esecutiva.

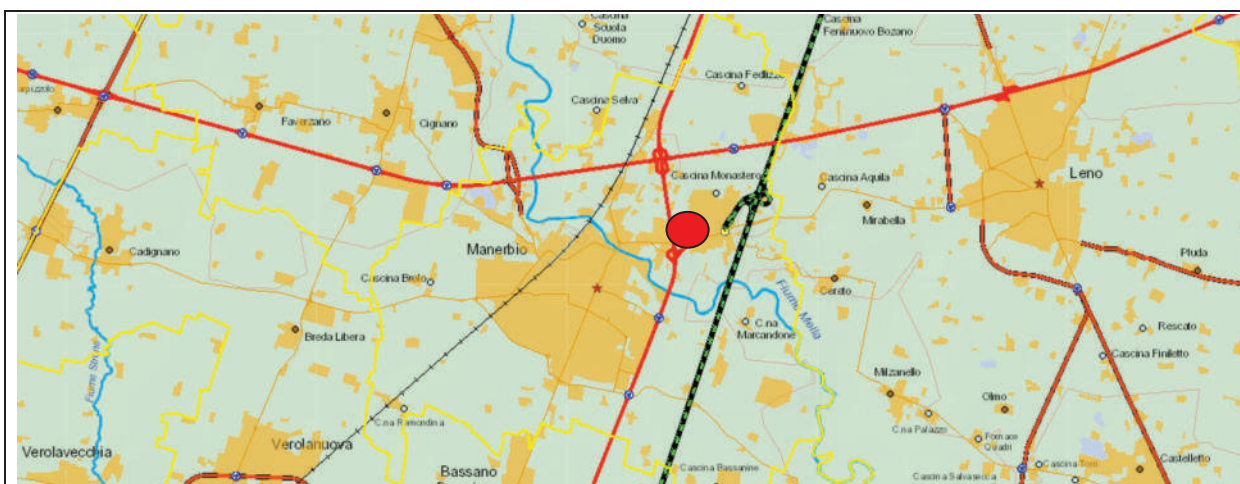


Figura 1 – Ubicazione dell'area in studio

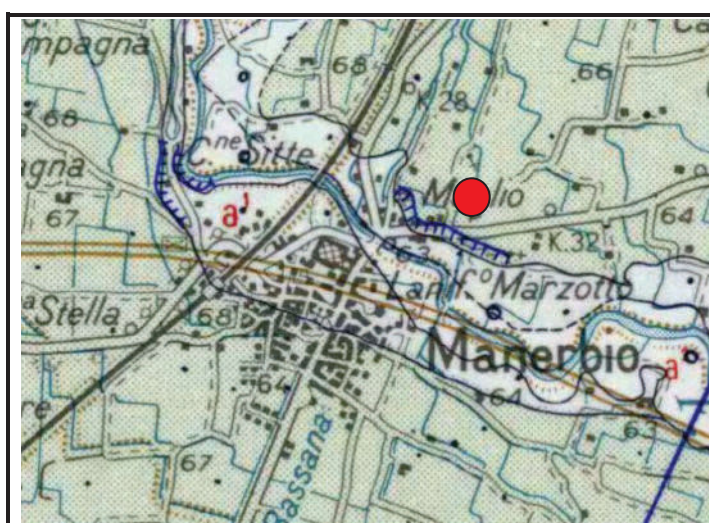


Figura 2 – Area interessata dal progetto di invarianza idraulica e idrologica

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	5 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E PIEZOMETRICO

L'assetto geologico dell'area d'intervento è stato determinato durante il Quaternario continentale dagli intensi eventi deposizionali che hanno portato a colmamento il bacino Padano. In particolare, ci si riferisce al Pleistocene e all'Olocene, in cui la nota climatica dominante fu rappresentata da un ripetuto alternarsi di climi caldi e freddi, con una netta tendenza al progressivo raffreddamento, reso evidente con l'avvento delle glaciazioni. I depositi che caratterizzano l'abitato comunale di Manerbio sono legati alle dinamiche caratteristiche dell'ambiente fluvioglaciale e fluviale riferibili come età al Wurm e costituenti il **"livello fondamentale della pianura"** (f^w_g). La fase fluviale würmiana ha originato l'ultimo esteso colmamento della pianura nel Pleistocene. La successiva fase erosiva, iniziata nell'Olocene, è responsabile della zona ribassata delimitata da scarpate entro cui oggi scorre il fiume Mella, che attraversa il territorio comunale lungo il limite nord. La valle del Mella è caratterizzata da una porzione più esterna costituita dai terrazzi alluvionali antichi costituiti dalle alluvioni antiche (a^1) e una porzione più interna caratterizzata dalla piana alluvionale attuale del fiume, costituita dalle alluvioni recenti (a^2). L'area in esame si colloca al di sopra del livello fondamentale della pianura costituito dalle alluvioni fluvioglaciali e fluviali (f^w_g - cfr. Figura 3).



Legenda:

- f^w_g Alluvioni Fluvio-glaciali e fluviali
 a^1 Alluvioni antiche

Figura 3 – Stralcio della Carta Geologica d'Italia foglio Brescia

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	6 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

La litologia superficiale risulta costituita da terreni essenzialmente sabbiosi e sabbioso ghiaiosi, talora associati a frazioni fini limoso argillose, alternati senza l'evidenza di un limite preciso. L'area risulta subpianeggiante e si colloca a quote variabili da circa 66 a 64 m.s.m. con cadente topografica verso SSW e gradiente nell'ordine dello 0.3 %. L'idrografia al contorno è rappresentata dal Fiume Mella, che scorre a circa 400 m in direzione SSW ed a quote inferiori di oltre 10.00 metri, e dalla rete irrigua e scolante a tratti tombinata. Dal punto di vista idraulico l'area risulta esterna alle fasce fluviali del Piano PAI e risulta esterna alle zone allagabili perimetrate dal PGRA 2022. Visto l'attuale assetto geoclimatico non sono stati rilevati forme o processi geomorfologici attivi e si esclude l'esondabilità del sito. Per ricostruire la stratigrafia dei depositi, in sito è stata effettuata una prova penetrometrica statica con penetrometro da 20 tonnellate (CPT) ed una prova penetrometrica dinamica superpesante (DPSH) spinte sino ad una profondità massima di circa 7.00 m da p.c.. Al di sotto di un primo livello di copertura costituito da suolo dello spessore di circa 0.40 m, si rinvencono depositi prevalentemente limosi e limoso sabbiosi sino a circa 1.80/2.00 m da p.c.. Da questa profondità e sino a circa 4.60 m da p.c. sono presenti depositi sabbiosi a granulometria grossolana ben addensati. Segue nuovamente, da circa 4.60 a 5.60 m da p.c., un livello limoso e limoso sabbioso e quindi, da 5.60 a 7.00 m da p.c. nuovamente depositi sabbiosi grossolani addensati.

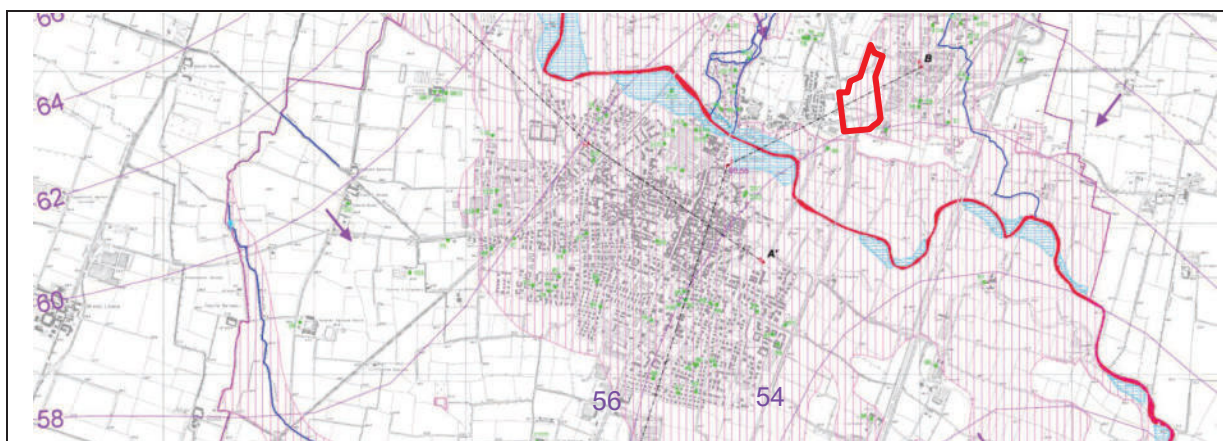


Figura 4 – Carta idrogeologica (da PGT)

La falda è stata rilevata durante la campagna geognostica del Maggio 2025 a circa 6.40

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	7 di 12
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

m da p.c.. Questo dato è coerente con i contenuti della componente geologica del PGT del Comune di Manerbio dove per l'area in esame si evidenzia una soggiacenza variabile da circa 7 a 9 m, infatti il sito si colloca poco a N dell'isopieza 56 (Figura 4). Considerata l'esiguità delle misurazioni e la mancanza di una serie storica di dati non è possibile fornire un valore attendibile dell'intervallo di oscillazione della falda freatica.

3.1. Distanza da pozzi idropotabili

Nelle immediate vicinanze non sono presenti pozzi della rete acquedottistica come rappresentato in Figura 5. Il raggio della zona di rispetto del pozzo è pari a 200 metri come indicato nella normativa di riferimento: D.P.R. n° 236 del 24 maggio 1988, recepito dalla Regione Lombardia nella deliberazione di Giunta Regionale n° 6/15137 dell'1 agosto 1996 e richiamato dalle disposizioni contenute nel D.LGS. 152/99 e successive modifiche e integrazioni (D.LGS. 258/00). Nella zona di rispetto (200 metri con criterio geometrico) valgono le prescrizioni contenute nel comma 5 art. 5 del D.LGS. 258/00. L'area in studio è esterna alla fascia di rispetto dei pozzi idropotabili in quanto il più prossimo è posto ad oltre 290 ad E del sito in studio.



Figura 5 – Stralcio carta dei vincoli da PGT

3.2. Calcolo del coefficiente di permeabilità

In sito sono state effettuate n. 2 prove di permeabilità a carico variabile in foro. Le prove

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	8 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

in foro/pozzetto consentono di determinare in modo molto semplice la permeabilità di un terreno superficiale al di sopra del livello della falda idrica. Operativamente si realizza uno scavo, lo si riempie d'acqua e si valuta la portata necessaria per mantenere un livello costante (prove a carico costante) o si valuta l'abbassamento dell'acqua all'interno dello scavo (prove a carico variabile). Il foro o pozzetto di prova può essere di forma quadrata o circolare e le dimensioni possono essere scelte basandosi sugli strumenti di scavo disponibili. In linea di principio comunque le dimensioni devono aumentare all'aumentare delle dimensioni dei granuli del terreno. In particolare il lato del quadrato (nel caso di pozzetti a base quadrata) o il diametro del cerchio (per pozzetti circolari) deve essere superiore a 5/10 volte la dimensione della frazione granulometrica significativa. La profondità del pozzetto è a discrezione dell'operatore. Occorre comunque evitare di avvicinarsi eccessivamente alla superficie di falda perché, secondo le raccomandazioni AGI, deve risultare (Figura 6):

$$H \geq 7 \cdot h$$

Nella prova a carico variabile si porta il livello dell'acqua alla quota h_1 e poi si misura in quanto tempo l'acqua scende al livello h_2 . Nel caso in esame, considerata la natura prevalentemente ghiaiosa dei depositi, è stato realizzato un foro, mediante penetrometro, da 50 mm di diametro spinto ad una profondità massima di circa 2.70 metri da p.c.. Vista la profondità non è stato possibile realizzare un pozzetto con pareti libere, ma è stato inserito il tubo per ridurre gli eventuali errori dovuti al franamento delle pareti dello scavo nel corso della prova.

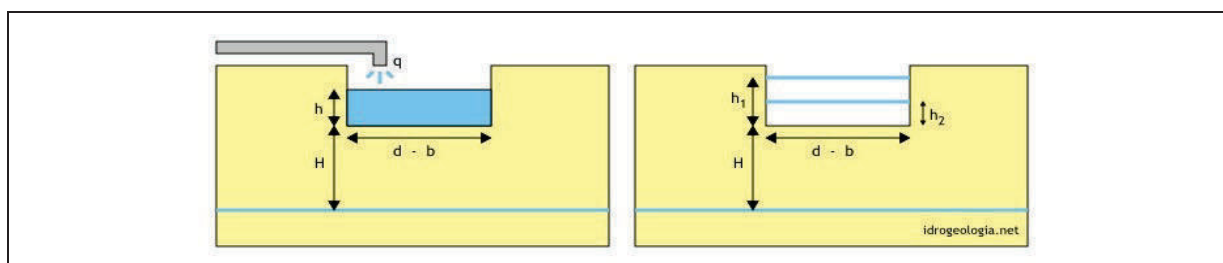


Figura 6 – Schema per prove di permeabilità a carico costante e variabile

Il tubo è stato poi riempito di acqua, avendo cura di effettuare la saturazione dei depositi sottostanti, e in seguito sono stati misurati i tempi di abbassamento del livello all'interno del

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	9 di 12
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

tubo. La misura è stata eseguita con un sensore di pressione dotato di datalogger della HOBOWARE con precisione pari allo 0.1% su un range di lettura di 13 ft (circa 4.0 metri). La lettura di pressione è di tipo assoluto, comprensiva della pressione atmosferica. Vista la brevità del periodo di misura si ritiene influente la eventuale variazione della pressione atmosferica che comunque viene rilevata a fine ed inizio prova. Sono state eseguite n. 2 prove prolungate per una durata di 105 secondi la prima e 118 secondi la seconda ovvero sino all'esaurimento del battente. Il grafico dell'abbassamento rilevato in campagna è riportato in Figura 7.

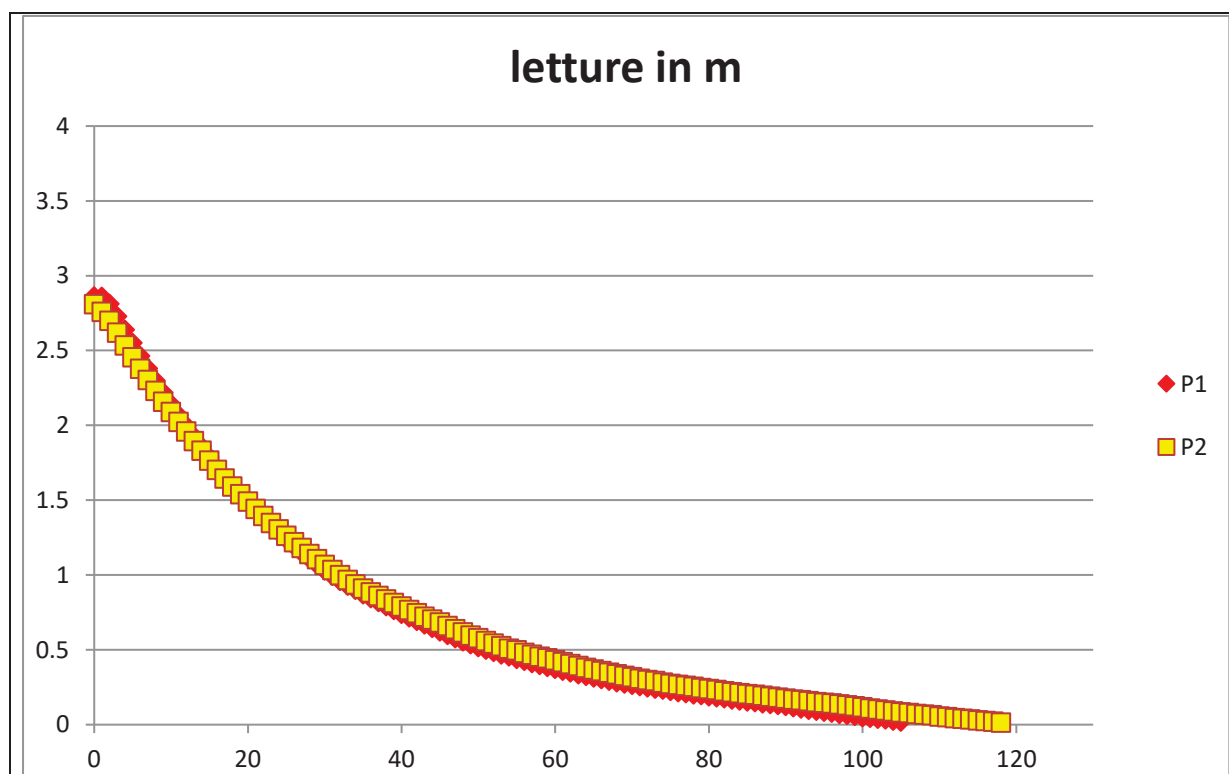


Figura 7 – Andamento abbassamenti

3.2.1. Interpretazione della Prova di permeabilità

La formula tipica riportata nelle raccomandazioni AGI per il calcolo della permeabilità k è la seguente:

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	10 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			

$$k = \frac{d}{32} \cdot \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1}{h_m}$$

dove:

h_m = altezza media dell'acqua nel pozzetto ($h_m > d/4$);

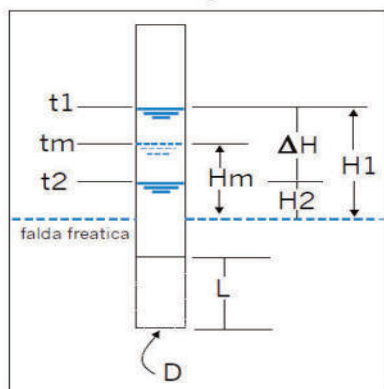
$h_1 - h_2$ = abbassamento;

$t_2 - t_1$ = intervallo di tempo;

d diametro pozzetto.

Tuttavia la formula e le modalità di prova sopra riportate prevedono la realizzazione di uno scavo con pareti permeabili. Nel caso in studio il foro è stato realizzato mediante penetrometro. È stata poi realizzata una tasca di dispersione nel tratto finale del foro di altezza pari a 300 mm riempita con ghiaietto. In questo caso pertanto la dispersione avviene sia lateralmente, nel tratto filtrante della tasca, che dal fondo del foro. Per questo motivo appare più opportuno utilizzare le classiche formule impiegate per le prove in foro di sondaggio (prova Lefranc) con lunghezza della tasca (L) pari a 300 mm:

Schema della prova Lefranc



Per le prove a carico costante la conducibilità idraulica è:

$$K = Q / CH$$

Q = portata a regime (cm^3/sec)

H = carico idraulico a regime (cm)

C = coefficiente di forma (cm), in funzione della tasca inferiore di diametro D e lunghezza L

Per prove a carico idraulico variabile la conducibilità idraulica è:

$$K = \Delta H / C \, dt \, H_m$$

A = area di base della tasca filtrante

$dH = H_1 - H_2$ = differenza di carico idraulico

$dt = t_2 - t_1$ = intervallo di tempo corrispondente a dH

H_m = carico idraulico corrispondente al tempo medio $(t_1 + t_2) / 2$

C = coefficiente di forma

Nel caso di foro aperto inferiore:

$$C = 2.85 D$$

Il coefficiente di forma è stato calcolato mediante gli abachi di riferimento, ed è risultato pari a 0.75. La permeabilità calcolata con la formula sopra riportata restituisce il seguente valore:

$$Pk1 = 6.8 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$$

$$Pk2 = 5.6 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$$

Il valore di permeabilità medio Pk_{med} risulta pari a $6.2 \times 10^{-5} \text{ m/sec}$.

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	11 di 12
A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900				

4. MODALITÀ DI SCARICO METEORICHE

Le aree oggetto del piano attuativo presentano condizioni favorevoli allo smaltimento delle acque meteoriche mediante infiltrazione nel primo sottosuolo:

1. assenza di vincoli idrogeologici
2. assenza di vincoli derivanti dalla presenza di captazioni idropotabili
3. buona permeabilità del sottosuolo
4. soggiacenza falda compatibile con lo smaltimento nel sottosuolo.

Se richiesti (secondo la tipologia di attività che si insedierà nei lotti) saranno implementati sistemi di trattamento delle acque prima della dispersione.

Le modalità di dispersione saranno sviluppate secondo le tecnologie ritenute più efficienti ed efficaci in base alle disponibilità degli spazi e alle volumetrie richieste. Gli impianti di dispersione garantiranno i necessari volumi di laminazione derivanti dai calcoli idrologici proposti dalla normativa vigente (R.R. 07/2017 e smi). Secondo le metodologie attivate, detti volumi potranno essere recuperati all'interno delle opere di dispersione o in appositi bacini.

Dr. Geol. Corrado Aletti

Documento firmato digitalmente

Seniga 28.01.2026

	Elaborato	Data	Rev.	Pag.
	Relazione	Gennaio 2026	1	12 di 12
	A. & P. sas di Dr. Corrado Aletti – GEOLOGO O.G.L. n.900			