Firmato digitalmente da:
GILOTTI ANGELO
Firmato il 15/05/2024 17:01
Seriale Certificato: 2714585
Valido dal 06/09/2023 al 06/09/2026
InfoCamere Qualified Electronic Signature CA

PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO AGROVOLTAICO DENOMINATO

"LIMONE"

SITO NEL COMUNE DI
RAMACCA (CT); MINEO (CT); AIDONE (EN)
SP37 – SP103 – SP182

RELAZIONE PROVE DI PERMEABILITÀ IN POZZETTO CILINDRICO

.....

COMMITTENTE:

NEREIDI S.R.L.

Corso Buenos Aires,54, 20124, Milano (MI)

IL TECNICO

Angelo Gilotti

CODICE MITEPUAREL032I1 REVISIONE: 00 DATA ELABORATO: 15/05/2024	

Sommario

Descrizione delle prove..... 3

0.1. Modalità delle prove 5

Ubicazione delle prove..... 7

Risultati..... 11

Conclusioni 13

Descrizione delle prove

Le prove in pozzetto consentono di determinare 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 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 10-15 volte la dimensione della frazione granulometrica significativa. Se ad esempio la prova viene eseguita in ghiaie con dimensione dei granuli di circa 2 cm, la larghezza del pozzetto non deve essere inferiore a 20-30 cm.

Se il terreno è sabbioso o comunque con componente sabbiosa dominante, la dimensione del pozzetto è sempre superiore a 15 volte la dimensione dei granuli di sabbia. Basandosi sulla documentazione disponibile in Internet e in bibliografia, in questi casi si può suggerire comunque un lato del pozzetto di almeno 30-40 cm.

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:

$$H \geqslant 7 \cdot h$$

Nel caso di prove a carico variabile il vincolo diviene:

$$\frac{h_1 + h_2}{2} = h_m; \qquad H \geqslant 7 \cdot h_m$$

Sempre secondo le raccomandazioni AGI [779] devono essere valide anche le condizioni:

$$h_m > \frac{d}{4}$$

per le prove a carico variabile e

$$h > \frac{d}{4}$$

per le prove a carico costante.

Prima di eseguire la prova il terreno deve essere preventivamente saturato mediante immissione d'acqua e si deve stabilire un regime di flusso permanente. Per

ottenere questo risultato [780] suggerisce di immettere acqua nello scavo per almeno 24 ore prima dell'inizio dell'esecuzione della prova.

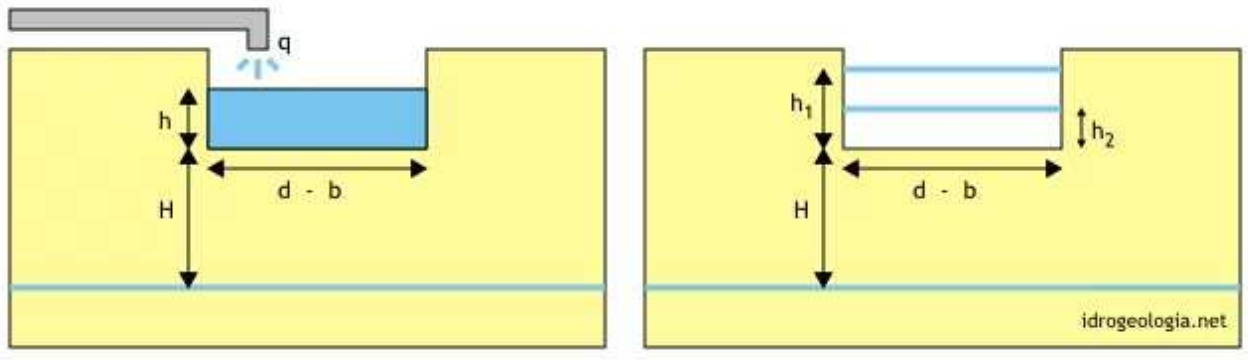


Figura 1 -A sinistra: prova di permeabilità in pozzetto a carico costante; a destra: prova di permeabilità in pozzetto a carico variabile.

Nella prova a carico costante si misura la portata q necessaria per mantenere nel pozzetto un livello dell'acqua uguale ad 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.

1. *Formule per risalire al coefficiente di permeabilità*

La prova viene interpretata utilizzando le seguenti formule, tratte dalle raccomandazioni per le indagini Geotecniche dell'Associazione Geotecnica Italiana pubblicate nel 1977:

Prova a carico costante in pozzetto quadrato:

$$k = \frac{q}{b^2} \cdot \frac{1}{\frac{27 \cdot h}{b} + 3}$$

Prova a carico costante in pozzetto cilindrico:

$$k = \frac{q}{d \cdot h} \cdot \frac{1}{\pi}$$

Prova a carico variabile in pozzetto quadrato:

$$k = \frac{h_1 - h_2}{t_2 - t_1} \cdot \frac{1 + \left(\frac{2 \cdot h_m}{b}\right)}{\left(\frac{27 \cdot h_m}{b}\right) + 3}$$

Prova a carico variabile in pozzetto cilindrico:

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

Significato delle variabili:

b: lato del pozzetto a base quadrata;

d: diametro del pozzetto circolare;

q: portata assorbita nel corso della prova a carico costante;

h_m: altezza media dell'acqua nel pozzetto durante la prova a carico variabile;

h: altezza dell'acqua nel pozzetto, misurata dalla base del pozzetto, durante la prova a carico costante;

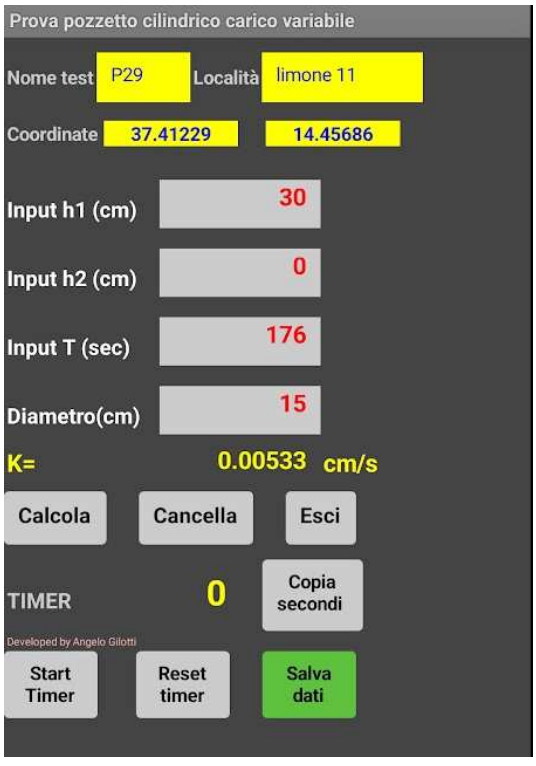
h_1 e h_2: altezze dell'acqua nel pozzetto, misurate dalla base del pozzetto, all'inizio e alla fine della prova a carico variabile;

t_2-t_1: durata della prova a carico variabile.

Nelle formule tutte le distanze sono espresse in metri, i tempi in secondi e le portate in m3/sec. Il valore risultante della permeabilità è espresso quindi in metri/sec.

0.1. Modalità delle prove

Sono state eseguite 36 prove di permeabilità in pozzetto cilindrico a carico variabile nella zona destinata a ricevere i volumi di acqua da infiltrare.



Il calcolo del coefficiente di permeabilità è stato eseguito direttamente sul campo utilizzando un'applicazione android sviluppata per l'esecuzione di queste prove (a fianco una schermata). Si riportano qui di seguito alcuni screenshot delle singole prove riportanti i dati della prova e il risultato del coefficiente di permeabilità.

Le prove, essendo distribuite su un vasto areale, hanno fornito risultati distribuiti in un range abbastanza ampio che si colloca tra la seconda e la terza classe di permeabilità in figura 8.

Nella pagina seguente sono riportate le foto di alcune delle prove eseguite.

CLASSE	PERMEABILITÀ RELATIVA	PERMEABILITÀ ASSOLUTA
I	Terreni a permeabilità alta	$1 \div 10^{-1}$ cm/sec
II	Terreni a permeabilità media	$10^{-1} \div 10^{-3}$ cm/sec
III	Terreni a permeabilità media- bassa	$10^{-3} \div 10^{-5}$ cm/sec
IV	Terreni a permeabilità bassa	$10^{-5} \div 10^{-7}$ cm/sec
V	Terreni impermeabili	$10^{-7} \div 10^{-9}$ cm/sec

Figura 2 – Classe di permeabilità K

Ubicazione delle prove

Nelle seguenti immagini sono riportate le ubicazioni delle prove eseguite all'interno dei diversi lotti dell'impianto "Limone". In Figura 3 viene riportata l'area su cui sono state distribuite tutte le prove eseguite; successivamente sono riportati i singoli lotti con evidenziate le posizioni e la denominazione delle singole prove.

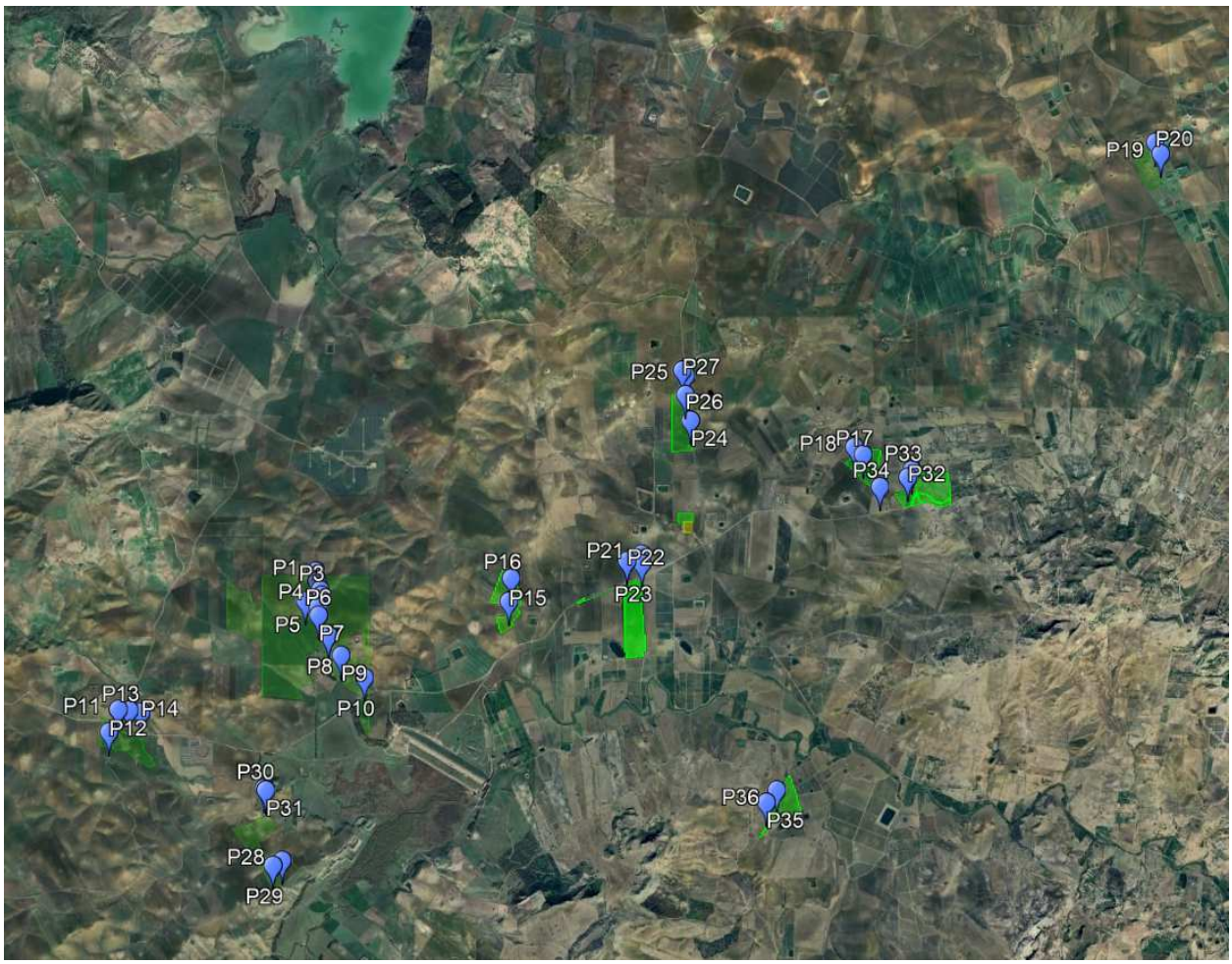
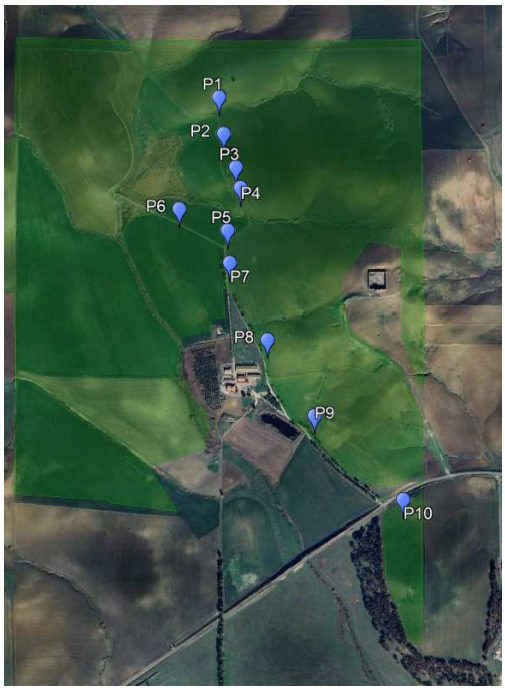
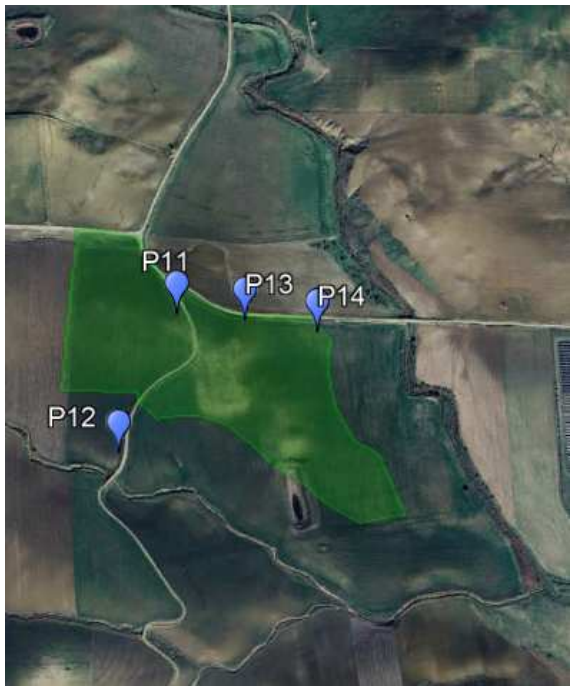


Figura 3 - Distribuzione delle prove di permeabilità nelle diverse aree impianto.



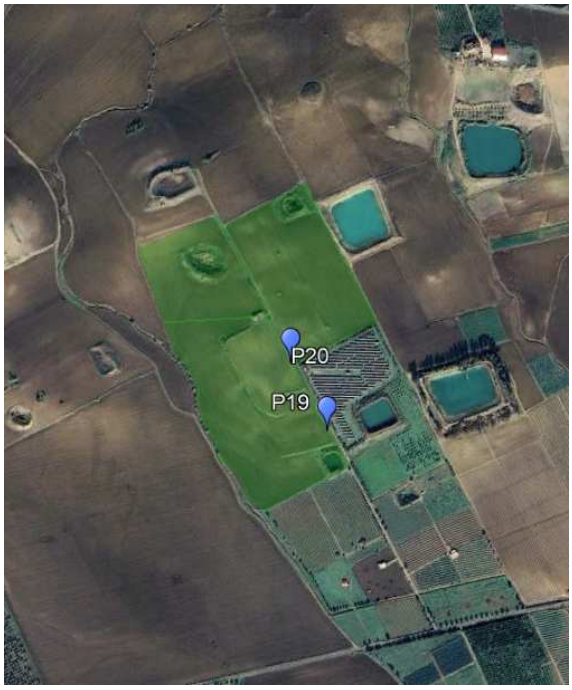
Limone 10



Limone 3

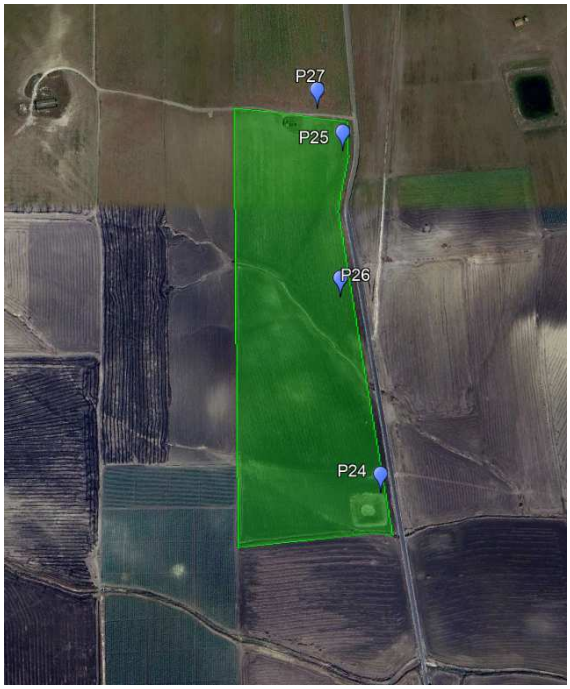
Limone 1

Limone 4

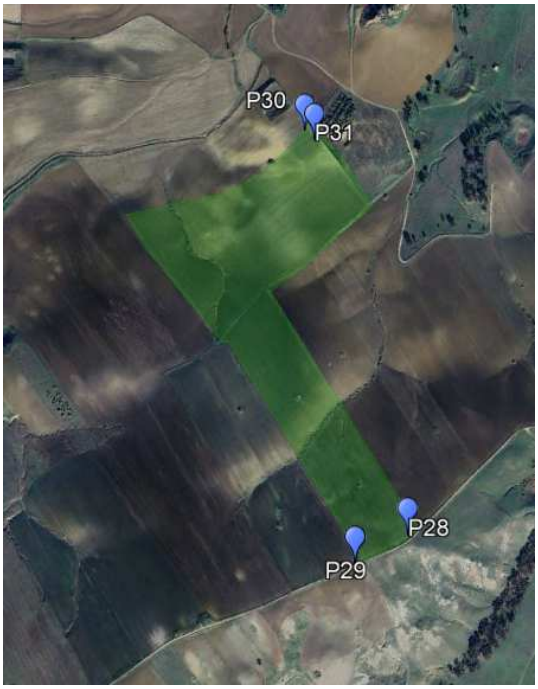


Limone 5

Limone 9

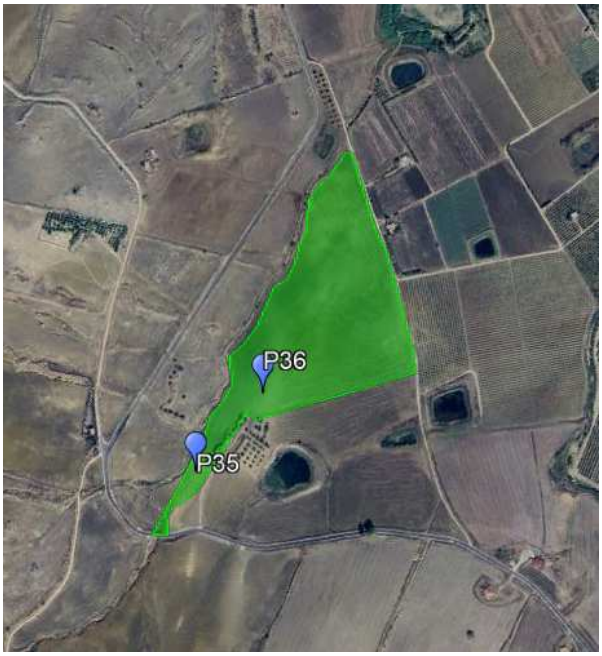


Limone 7



Limone 11

Limone 12



Limone 6

Risultati

Nella seguente tabella sono presenti, i dati tecnici delle prove, i risultati e le coordinate decimali riferibili alle singole ubicazioni delle prove. I pozzetti sono tutti cilindrici con un diametro dello scavo pari a 15 cm.

Numero	Campo	Latitudine	Longitudine	h1	h2	n abbas-	tempo (s)	K cilindrico (cm/s)	media k cil. (cm/s)
1	Limone 10	37,38324	14,56248	15	0	0,15	302	3,104E-03	1,317E-03
2	Limone 10	37,38220	14,56265	15	0	0,15	1052	8,912E-04	
3	Limone 10	37,38127	14,56307	15	0	0,15	1250	7,500E-04	
4	Limone 10	37,38071	14,56324	40	13	8	148	3,227E-03	
5	Limone 10	37,37953	14,56279	12	0	0,12	524	1,789E-03	
6	Limone 10	37,38013	14,56110	15	0	0,15	606	1,547E-03	
7	Limone 10	37,37863	14,56286	35	10	0,25	704	7,398E-04	
8	Limone 10	37,37650	14,56417	8	0	0,08	1225	7,653E-04	
9	Limone 10	37,37439	14,56581	34	22	0,12	1192	1,685E-04	
10	Limone 10	37,37206	14,56891	15	8	0,07	1531	1,864E-04	
11	Limone 3	37,38874	14,53639	20	14	0,06	184	8,991E-04	4,341E-04
12	Limone 3	37,36636	14,53515	25	20	0,05	353	2,951E-04	
13	Limone 3	37,36863	14,53784	24	13	0,11	674	4,135E-04	
14	Limone 3	37,36843	14,53939	30	26	0,04	520	1,288E-04	
15	Limone 1	37,38004	14,58802	22	20	0,02	486	9,186E-05	9,252E-05
16	Limone 1	37,38248	14,58832	22	21	0,01	234	9,317E-05	
17	Limone 4	37,39549	14,63502	13	0	0,13	414	2,264E-03	1,907E-03
18	Limone 4	37,39629	14,63386	10	0	0,1	605	1,550E-03	
19	Limone 5	37,42729	14,67484	23	10	0,13	552	6,691E-04	6,691E-04
20	Limone 5	37,42847	14,67407	25	0	0,25	36	2,604E-02	
21	Limone 9	37,38502	14,60561	23	15	0,08	556	3,550E-04	3,550E-04
22	Limone 9	37,38431	14,60370	30	0	0,3	5	1,875E-01	
23	Limone 9	37,38404	14,60568	29	24	0,05	518	1,707E-04	
24	Limone 7	37,40180	14,61140	20	0	0,2	129	7,267E-03	1,152E-02
25	Limone 7	37,40181	14,61143	20	0	0,2	666	1,408E-03	
26	Limone 7	37,39910	14,61214	20	0	0,2	705	1,330E-03	
27	Limone 7	37,40438	14,61101	15		0,15	13	3,606E-02	
28	Limone 11	37,35286	14,55805	21	19	0,02	548	8,554E-05	3,217E-03
29	Limone 11	37,35234	14,55683	10	0	0,1	131	7,156E-03	
30	Limone 11	37,36040	14,55564	30	0	0,3	176	5,327E-03	
31	Limone 11	37,36022	14,55872	15	10	0,05	629	2,981E-04	
32	Limone 12	37,39310	14,64086	16	13	0,03	607	1,598E-04	

33	Limone 12	37,39387	14,64140	20	10	0,1	385	8,117E-04	5,238E-04
34	Limone 12	37,39210	14,63721	9	4	0,05	601	6,000E-04	
35	Limone 6	37,35887	14,62212	30	17	0,13	601	4,315E-04	5,763E-04
36	Limone 6	37,36017	14,62352	19	7	0,12	600	7,212E-04	

Conclusioni

I terreni studiati sono distribuiti in un areale abbastanza vasto (circa 13 km). Tale distribuzione evidenzia delle caratteristiche di permeabilità che si collocano in un range di valori compreso tra $1{,}15 \times 10^{-2}$ (Limone 7) e $9{,}25 \times 10^{-5}$ (Limone 1). In particolare, le aree riguardanti Limone 4, 7, 10 e 11 sono all'interno della classe di permeabilità II che comprende terreni a permeabilità media, mentre Limone 1, 3, 5, 6, 9, 12 rientrano nella classe di permeabilità III che colloca i terreni in una zona di permeabilità medio-bassa.