

INTERVENTI DI RETROFITTING CON SOLUZIONI DI DRENAGGIO  
URBANO SOSTENIBILE NEL VIALE DELLA FIERA DI VENTURINA (LI)

**CUP: G59J21015580006**

**RELAZIONE GEOLOGICA**

**I Progettisti**

**IRIDRA S.r.l.**

Via La Marmora, 51 50121 FIRENZE  
055470729 - fax 0555475593  
info@iridra.com - www.iridra.com



I Progettisti

Ing. Nicola Martinuzzi  
Ing. Anacleto Rizzo  
Arch. Barbara Bonadies  
Paes. Riccardo Cilia

Staff collaboratori:

Ing. Chiara Zurli  
Geom. Ivano Filippini

Direttore Tecnico:  
Dr. Fabio Masi

**R.U.P.**

Ing. Riccardo Benifei

DATA

Marzo 2024

ELABORATO

**E1\_09**

Consorzio Associato:



# Consorzio 5 Toscana Costa

C.F. 01779220498 - [www.cbtoscanacosta.it](http://www.cbtoscanacosta.it)

---

---

Consorzio Associato:



Via degli Speciali n. 17 loc. Venturina Terme  
57021 CAMPIGLIA M.ma (LI)  
Telefono: +39 0565 85761 - Fax: +39 0565 857690  
[cb5@pec.cbtoscanacosta.it](mailto:cb5@pec.cbtoscanacosta.it) [protocollo@cbtoscanacosta.it](mailto:protocollo@cbtoscanacosta.it)

## INDICE

<b>1.</b>	<b>RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.1.</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>1.2.</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>4</b>
<b>1.3.</b>	<b>INDAGINI GEOLOGICO AMBIENTALI.....</b>	<b>11</b>
<b>1.3.1.</b>	<b>STRATIGRAFIA TERRENI.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.2.</b>	<b>PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC E DETERMINAZIONE COEFFICIENTI PERMEABILITA'.....</b>	<b>12</b>
<b>1.3.3.</b>	<b>CAMPIONAMENTI AMBIENTALI .....</b>	<b>14</b>
<b>1.4.</b>	<b>CONCLUSIONE.....</b>	<b>15</b>

## 1. RELAZIONE GEOLOGICA

### 1.1. PREMESSA

La presente relazione riepiloga i risultati delle indagini ambientali e geognostiche effettuate a supporto del progetto di fattibilità tecnico economica (PFTE) “Interventi di retrofitting con soluzioni di drenaggio sostenibile nel Viale della Fiera di Venturina Terme – Comune di Campiglia Marittima (LI)”, redatto ai sensi del D.Lgs n. 36/2023 dalla società di professionisti IRIDRA SRL di Firenze nell’ambito del “Progetto Transfrontaliero Res Eau rete strategica per la riduzione del rischio alluvione attraverso l’utilizzo di infrastrutture verdi e la creazione di comunità consapevole resilienti al cambiamento climatico” – CUP G59J21015580006.

Lo scopo di tale progetto è quello di trovare la soluzione tecnica più adeguata alla riqualificazione di un’area situata lungo il Viale della Fiera in località Venturina Terme nel Comune di Campiglia Marittima (LI), per garantire il drenaggio delle acque di pioggia (Vedi Figura 1). In particolare, è stato scelto di proporre soluzioni non convenzionali appartenenti alle famiglie dei “Sistemi di Drenaggio Urbano Sostenibile – SuDS” o “Soluzioni Basate sulla Natura – NBS”.

I sistemi di drenaggio urbano sostenibile sono sistemi multifunzionali che permettono la gestione in superficie delle acque di pioggia, evitando di sovraccaricare la rete fognaria esistente e gli impianti di depurazione, riducendo fenomeni di inondazioni locali. Trattandosi, spesso, di interventi multi-obiettivo, sono in grado di fornire molteplici servizi ecosistemici e di contribuire al miglioramento del paesaggio. Inoltre, favoriscono la riduzione dell’inquinamento dell’aria, dell’acqua e delle isole di calore, fornendo un supporto alla biodiversità (per ulteriori dettagli si rimanda alla relazione tecnica).

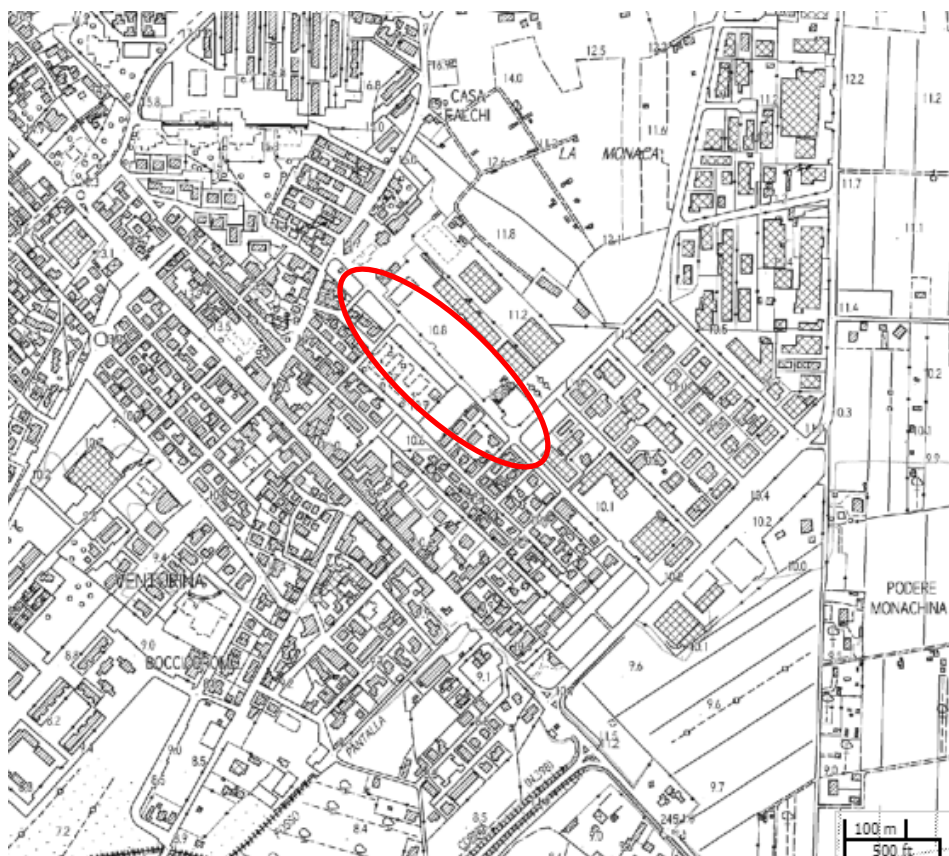
Tale progetto prevede la realizzazione di n.22 aree di bioritenzione lungo il Viale della Fiera, posizionate lungo i marciapiedi. Queste aree avranno una larghezza e profondità di un metro e lunghezze variabili in funzione della presenza delle caditoie lungo la strada. Inoltre è prevista la realizzazione di un parcheggio con pavimentazione permeabile, progettato per infiltrare nel terreno le acque meteoriche che cadono sul parcheggio stesso e su una porzione della strada antistante.

Per la realizzazione di tale lavorazione si prevede uno scavo non superiore ad un metro di profondità dal p.c.

Con **Determina Dirigenziale n°12 del 25 Gennaio 2024** (CIG BOOE0F0178) e su indicazione della società Iridra Srl, incaricata alla redazione del PFTE, sono state affidate delle indagini geologico-ambientali alla Società Bierregi Srl di Lucca.

In particolare, è stato realizzato n.1 sondaggio ambientale all'interno del quale è stato prelevato un campione di terreno da analizzare e dove sono state realizzate due prove di permeabilità Lefranc in fondo foro. Lo scopo di tale indagine è quello di verificare in tale area la presenza o meno di una eventuale contaminazione della matrice suolo, come previsto da D.Lgs. n.152/2006 e in conformità con il DPR n.120/2017, ricostruire la stratigrafia dei terreni e determinare la loro permeabilità.

Il certificato originale delle analisi del campione di terreno prelevato all'interno del sondaggio è stato emesso dal laboratorio accreditato Biochemie Lab Srl di Campi Bisenzio (FI) e i risultati sono riportati in Allegato 1 alla presente relazione. L'elaborazione delle prove Lefranc e della stratigrafia dei terreni è stata redatta dai tecnici abilitati della società Bierregi srl di Lucca.



*Figura 1 Ubicazione area oggetto di intervento. Scala Grafica.*

## 1.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

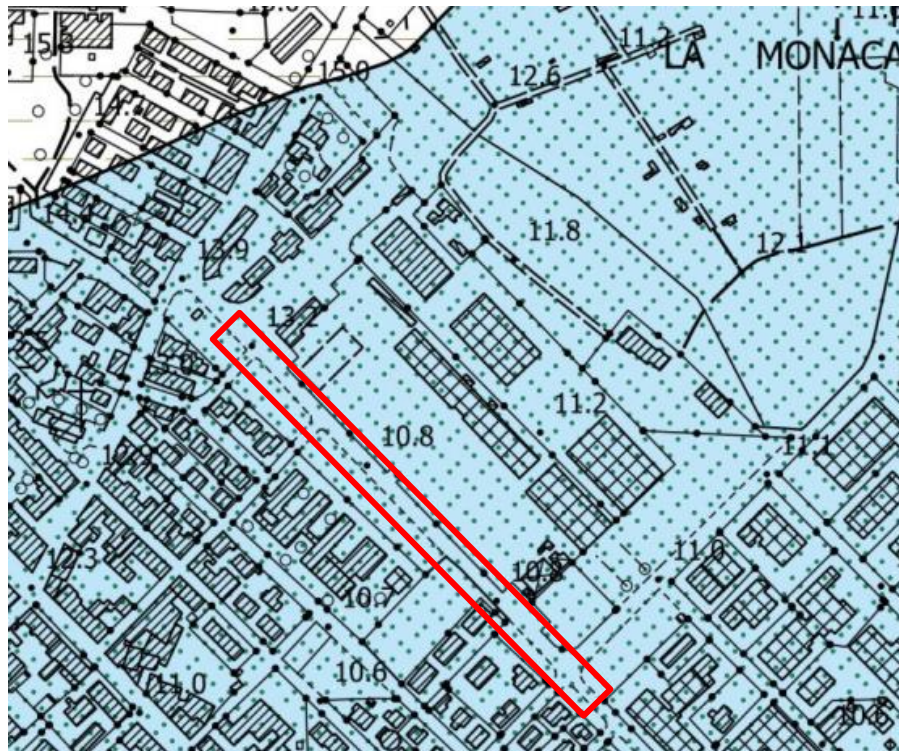
A scala comunale il territorio di Campiglia Marittima si colloca nel contesto della Toscana Centrale e Costiera, caratterizzato dalla presenza di Unità Neogeniche Toscane impostate su un sistema tettonico complesso, in cui le Unità Liguri e Subliguri sormontano la Falda Toscana.

Nello specifico il sito in esame (vedi fig. 2) si trova nell'abitato di Venturina e fa parte dell'ampia pianura compresa tra il Promontorio di Piombino ed i rilievi più interni e rappresenta il punto di congiunzione tra la valle fluviale del Fiume Cornia e la zona palustre della campagna piombinese, bonificata nel corso del XIX secolo; tutt'oggi sono presenti aree umide ed altre in cui la regimazione idraulica è affidata a sistemi di sollevamento meccanico, poste a quote prossime al livello medio marino.

In particolare, il rilevamento condotto, ha evidenziato come nell'intera area oggetto di intervento affiorano i depositi di origine alluvionale recenti.

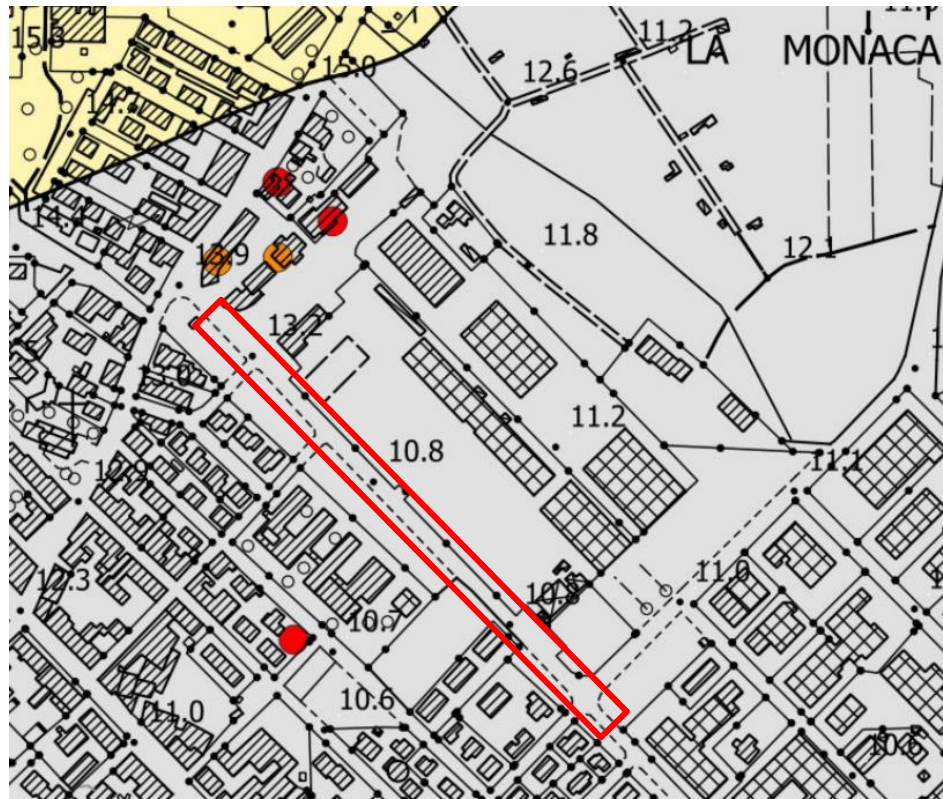
Si tratta di depositi prevalentemente a granulometria fine, limoso-argillosi con sporadici livelli sabbiosi.





**Figura 2** Estratto Carta geologica del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale intercomunale, Indagini geologiche. (Non in Scala)

Dalla **Carta geologica** del Piano Strutturale Intercomunale del comune di Campiglia Marittima, risulta che, per quanto riguarda i depositi superficiali, l'area di intervento è costituita da depositi alluvionali inattivi composti da sabbie (Vedi Figura 2).



UNITA' LITOLOGICO-TECNICA E

-  E2 - Depositi di versante (Aa) - Depositi eluvio colluviali (b2A) - Depositi di debris flow (b4a) - Depositi antropici (h1/h2/h3/h5)
-  E3 - Depositi di spiaggia attuale (g2a) - Depositi eolici (Da) - Depositi lacustri, lagunari, palustri e di colmata (ea - e1a)

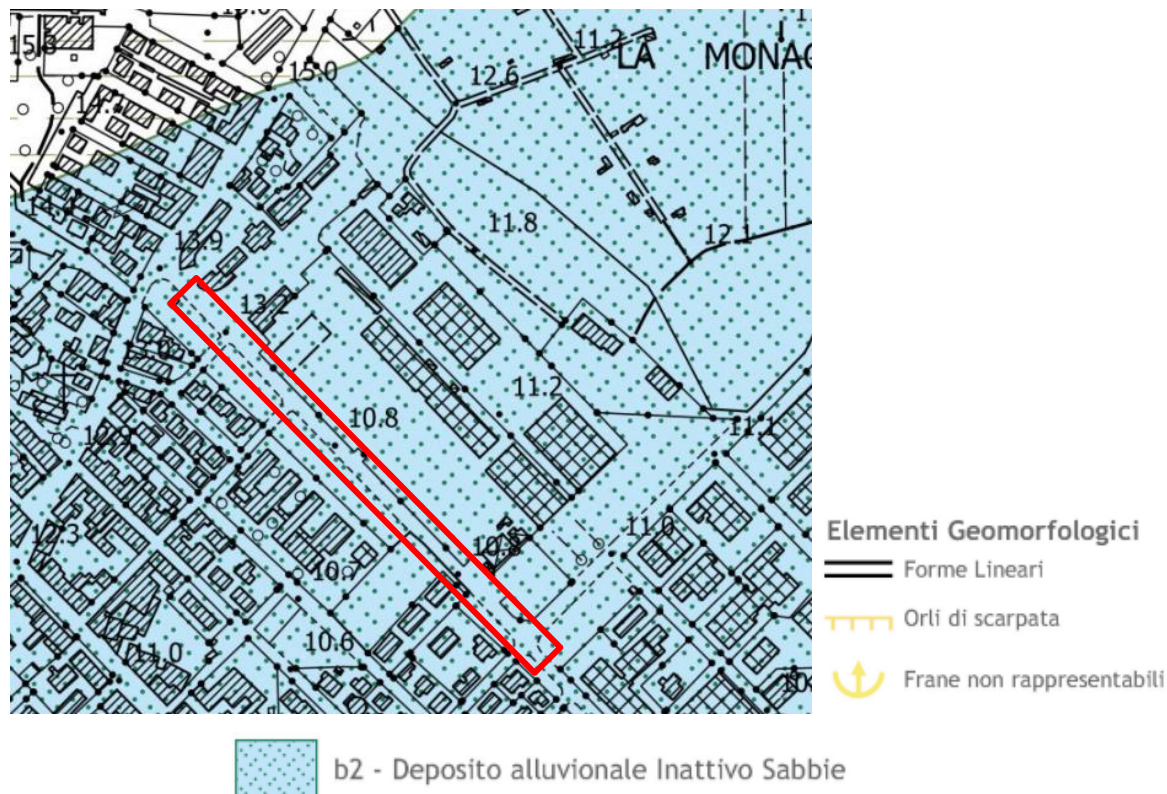
UNITA' LITOLOGICO-TECNICA F

-  F2 - Depositi alluvionali recenti ed attuali (b)

**Figura 3.** Estratto Carta litotecnica e dei dati di base del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale intercomunale, Indagini geologiche (Non in Scala)

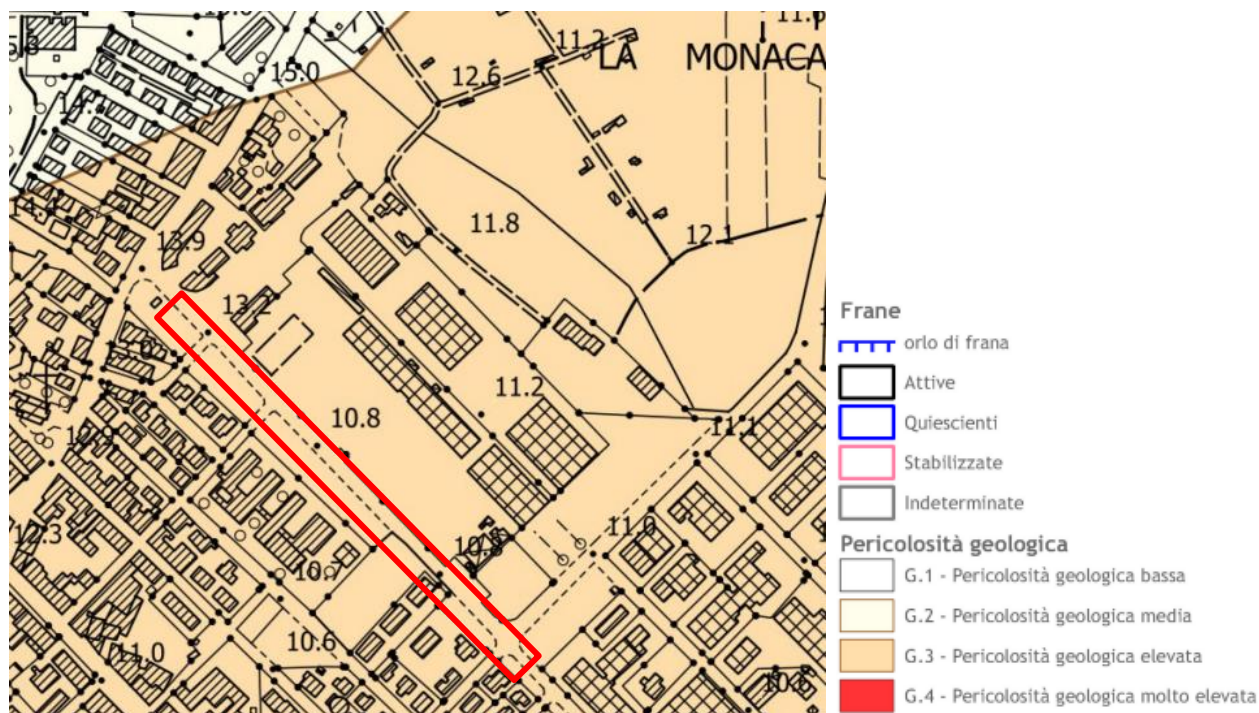
La **Carta litotecnica e dei dati di base** del Piano Strutturale Intercomunale del comune di Campiglia Marittima (Vedi Figura 3) mostra i punti dove sono stati effettuati i sondaggi e le unità litologico-tecniche del territorio. L'area di interesse ricade nell'unità litologica F2 costituita da depositi alluvionali recenti e attuali.





**Figura 4** Estratto Carta geomorfologica del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale intercomunale, Indagini geologiche (Non in Scala)

Dall'estratto della **Carta geomorfologica** del Piano Strutturale Intercomunale del comune di Campiglia Marittima (Vedi Figura 4), nell'area analizzata non risultano presenti elementi geomorfologici né fenomeni franosi.



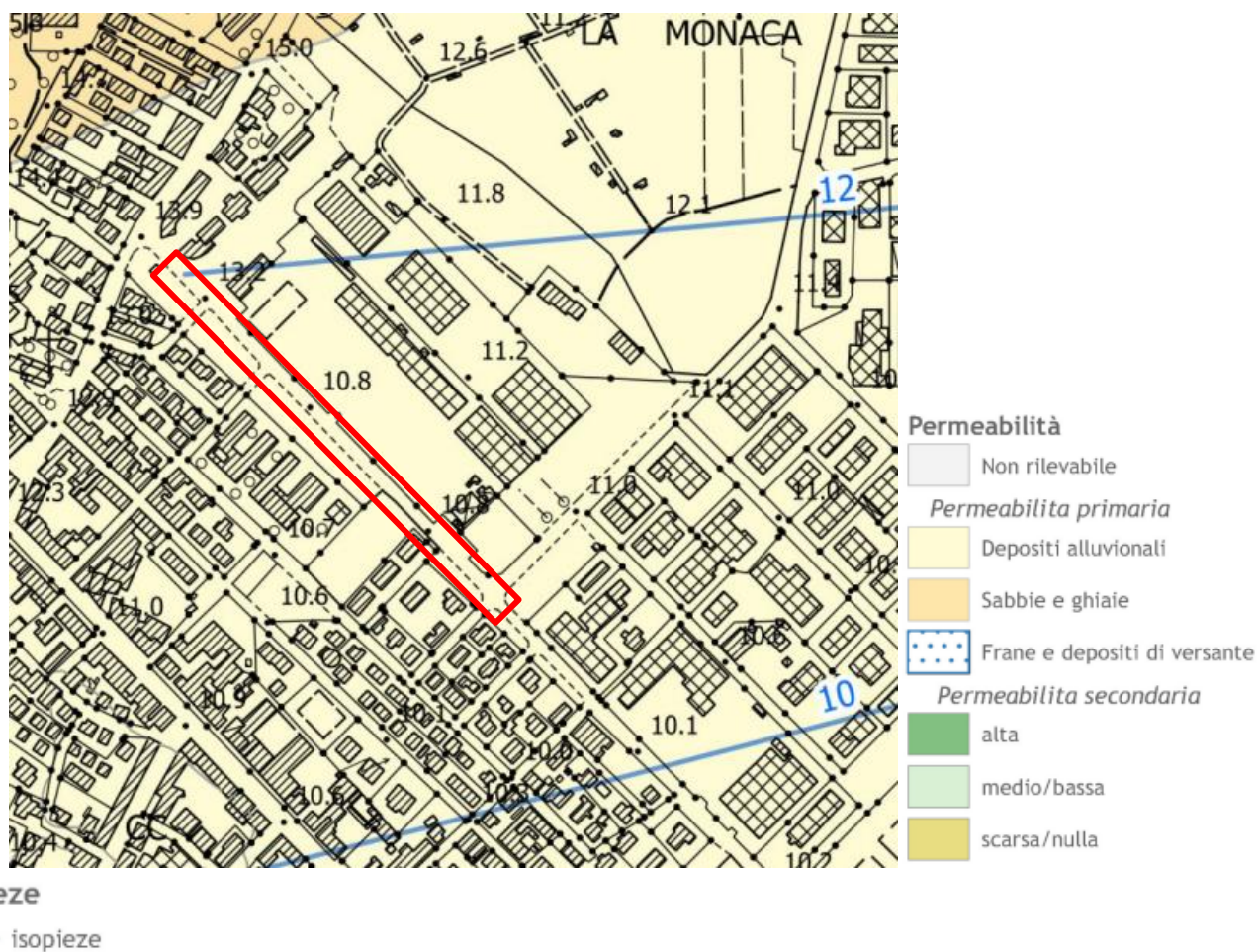
*Figura 5 Estratto Carta delle aree a pericolosità geologica del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale intercomunale, Indagini geologiche. (Non in Scala)*

Secondo la **Carta delle aree a pericolosità geologica** del Piano Strutturale Intercomunale del comune di Campiglia Marittima (Vedi Figura 5), nell'area oggetto di analisi non sono individuati fenomeni franosi, ma appartiene alla classe di pericolosità geologica elevata - G3

**Pericolosità geologica elevata (G.3)**

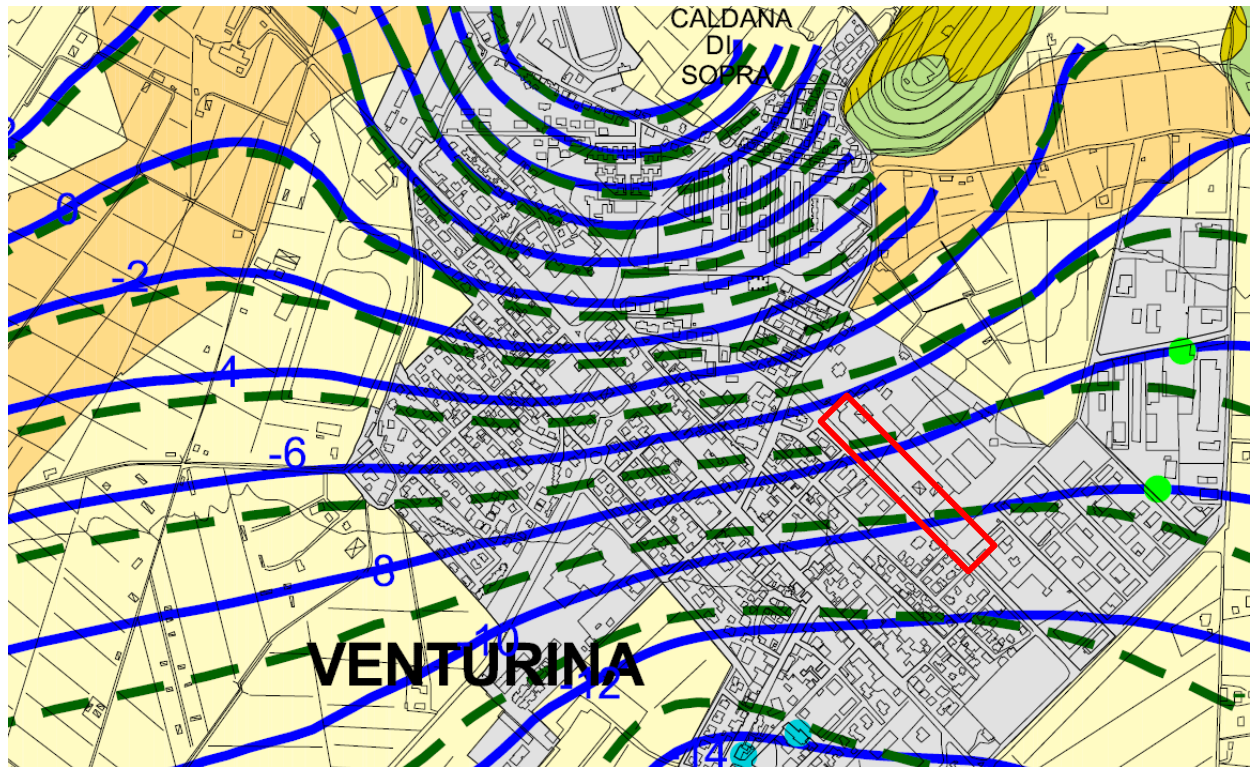
Aree in cui sono presenti fenomeni quiescenti; aree con potenziale instabilità connessa alla giacitura, all'acclività, alla litologia, alla presenza di acque superficiali e sotterranee, nonché a processi di degrado di carattere antropico; aree interessate da intensi fenomeni erosivi e da subsidenza; aree caratterizzate da terreni con scadenti caratteristiche geotecniche; corpi detritici su versanti con pendenze superiori al 25%;












**Figura 6** Estratto Carta idrogeologica del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale intercomunale, Indagini geologiche. (Non in Scala)



Secondo la **Carta idrogeologica** del Piano Strutturale intercomunale del comune di Campiglia Marittima (Vedi Figura 6), l'area di intervento presenta permeabilità primaria (per porosità) e un grado di permeabilità variabile dovuto ai depositi alluvionali contenenti livelli di ghiaie sede di falde idriche a buona trasmissività.






**CLASSI DI PERMEABILITA'**

-  Depositi di origine alluvionale a permeabilità variabile, contenenti livelli di ghiaie sede di falde idriche a buona trasmissività
-  Detriti
-  Permeabilità alta
-  Permeabilità medio/bassa
-  Permeabilità scarsa/nulla
-  Sabbie con ghiaie, conglomerati, arenarie e calcareniti alternati a livelli di argille a permeabilità variabile, molto alta in alcuni livelli sabbioso-ghiaiosi
-  Aree urbane e industriali consolidate o dismesse dove la permeabilità naturale è stata profondamente alterata



**POZZI**

-  Idropotabile
-  Industriale

**SORGENTI**

-  Idropotabile
-  Altro uso
-  Termale

**ISOPIEZE**

-  Isopieze di magra
-  Isopieze di morbida

*Figura 7 Estratto Carta della permeabilità del comune di Campiglia Marittima (LI) – Piano Strutturale d'area, Quadro conoscitivo. (Non in Scala)*

Secondo la **Carta della Permeabilità** del Quadro conoscitivo del Piano Strutturale d'Area della Val di Cornia (Vedi Figura 7), la zona di interesse appartiene alle aree urbane e industriali consolidate o



dismesse dove la permeabilità naturale è stata profondamente alterata. Le zone non urbanizzate limitrofe invece presentano permeabilità variabile dovuta ai depositi di origine alluvionale, come riportato precedentemente. Dagli estratti delle tavole sotto riportati, si può stimare che nell'area di interesse la falda acquifera si trovi ad una profondità compresa tra -5 m e -7 m da piano campagna ma dai sondaggi è risultato che la falda si attese nello strato più sabbioso a circa -3,00m dal p.c..

### 1.3. INDAGINI GEOLOGICO AMBIENTALI

È stata realizzata una campagna di indagini geoambientali attraverso l'utilizzo di una macchina perforatrice idraulica dotata di carotiere ambientale, al fine di verificare la permeabilità media dei terreni indagati, le loro caratteristiche chimico-ambientali ai fini del DPR n.120/2017 e la loro relativa stratigrafia.

In particolare, è stato realizzato n.1 sondaggio spinto fino a -5,00m dal p.c. all'interno dell'area fieristica (Vedi Fig.8) nella particella identificata come Particella n.49 Foglio 61 Codice Catastale B509.



*Figura 8 Ubicazione Sondaggi. Scala Grafica.*



### 1.3.1. STRATIGRAFIA TERRENI

Le carote dei terreni estratte sono state fotografate, opportunamente catalogate e posizionate all'interno di apposite cassette catalogatrici portacarote. La stratigrafia è stata desunta in maniera indicativa e qualitativa da una attenta ispezione visiva in sede di sopralluogo (Vedi Allegato 1).

Di seguito viene riportata la relativa interpretazione:

#### *SONDAGGIO S1 - FIERA*

- Da 0,00 a 0,60 metri Terreno di riporto;
- Da 0,60 a 1,40 metri Argille limose di colore grigio chiaro;
- Da 1,40 a 2,80 metri Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore marrone;
- Da 2,80 a 5,00 metri Limi sabbiosi di colore marrone;

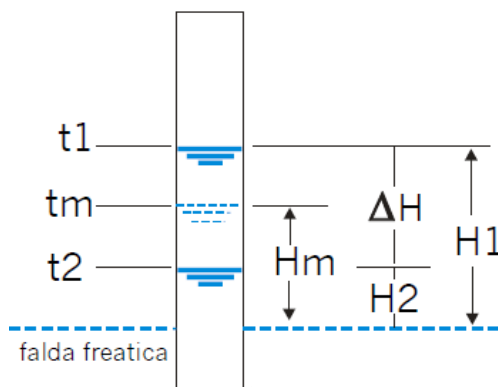
### 1.3.2. PROVE DI PERMEABILITA' LEFRANC E DETERMINAZIONE COEFFICIENTI PERMEABILITA'

Questo tipo di prova viene effettuata in fori di sondaggio per la determinazione del coefficiente di permeabilità di un terreno, e può essere eseguita in due differenti modalità: a carico costante ed a carico variabile. In ambedue i metodi la normativa di riferimento sono le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" dell'AGI (1977).

La prova a carico variabile per abbassamento consiste nell'immettere acqua sino ad una quota nota (testa tubo), misurando per tempi prestabiliti l'abbassamento per almeno 60 minuti o sino al raggiungimento del livello di base.

In dettaglio sono state realizzate, all'interno del sondaggio, n.2 prove di permeabilità in fondo foro: una prova alla quota -1,00m dal p.c. e una alla quota -3,00m dal p.c. come espressamente richiesto da Iridra Srl ed è stato ricavato per ogni prova un relativo coefficiente di permeabilità verticale medio.

Per la valutazione del coefficiente di permeabilità verticale a carico variabile è stata utilizzata la seguente formula empirica secondo AGI 1977:



$$K = \frac{A}{C_L (t_2 - t_1)} \times \ln \frac{h_1}{h_2}$$

dove:

K= coefficiente di permeabilità verticale (m/s)

A= area di base del foro (mq)

$h_m$  = altezza media dell'acqua nel foro (m);

$h_2 - h_1$  = altezza dell'acqua ai tempi  $t_2$  e  $t_1$  (m);

$t_2 - t_1$  = tempi corrispondenti a  $h_2$  e  $h_1$  (s)

$C_L$  = coefficiente di forma

A seguire si riporta schematicamente un quadro riassuntivo delle specifiche delle prove Lefranc eseguite (Vedi Tabella 1):

Sondaggio n°	Prova n°	Data di esecuzione	Profondità (m)	Modalità di esecuzione	Permeabilità $K_m$ (m/s)
S1-FIERA	LFRC 1	05/02/2024	1,00	carico variabile	$3,12 \times 10^{-7}$
S1-FIERA	LFRC 2	05/02/2024	3,00	carico variabile	$1,47 \times 10^{-6}$

**Tabella 1**  $K_m$  Permeabilità media

Tutte le informazioni raccolte durante l'esecuzione delle prove sopra descritte sono contenute nel relativo allegato (Allegato 2).

### 1.3.3.CAMPIONAMENTI AMBIENTALI

Per determinare l'eventuale presenza di eventuali fenomeni di contaminazione ai sensi del D.Lgs. n.152/2006 e in conformità con il DPR n.120/2017, sono stati prelevati n.2 campioni di terreno con l'ausilio di una opportuna macchina perforatrice dotata di carotiere ambientale.

Il numero dei campioni e la loro relativa ubicazione sono stati determinati sulla base dell'estensione dell'intervento.

Per ogni sondaggio è stato prelevato un campione alla quota -1,00m a partire dal piano campagna.

Di seguito si riporta in forma tabellare l'elenco dei campioni prelevati e sottoposti ad analisi chimiche e la loro georeferenziazione. (Vedi Tabella 2)

Denominazione Campione	Numero Campione Laboratorio	Località	Latitudine	Longitudine
VENTURINA S1 – C1	N° 2402937.001	Viale della Fiera – Venturina (LI)	43° 1'46.99"N	10°36'17.44"

*Tabella 2 Georeferenziazione campione.*

Il campione ambientale di terreno è stato prelevato in data 05/02/2024 con l'ausilio di una opportuna macchina perforatrice dotata di carotiere ambientale dai tecnici dell'impresa incaricata Bierregi Srl; successivamente il tecnico, mediante l'utilizzo di appositi accessori, ha vagliato il terreno eliminando radici ed impurità (vaglio da 20 mm).

Il materiale così selezionato è stato sottoposto alla "quartatura" come previsto da normativa vigente UNI 10802 e immediatamente riposto in appositi barattoli di vetro chiusi ermeticamente, opportunamente

numerati e catalogati ed infine trasportati direttamente al laboratorio per le analisi previste il giorno stesso da un loro tecnico di laboratorio.

Tale metodologia di campionamento è stata realizzata in conformità al metodo campionamento M.U. 196/2 2004.

Tali analisi hanno preso avvio il giorno 07/02/2024 attraverso l'emissione del rapporto di prova n. 2402937.001 da parte del laboratorio (Allegato 3).

In Allegato 1 è riportato integralmente il certificato originale delle analisi condotte dal Laboratorio accreditato Biochimie Lab srl di Campi Bisenzio (FI).

Come previsto dalla normativa i campioni analizzati sono stati sottoposti alle analisi chimiche del set minimale degli elementi indicato nella Tabella 4.1 dell'Allegato 4 del DPR n.120/2017.

Da un esame dei risultati si evince che i valori ottenuti degli elementi analizzati non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) ammissibili e risultano conformi ai valori di soglia riportati in Tabella 1 Colonna B, Parte IV – titolo V – allegato 5 del D.Lgs 152/06.

In particolare, tutti i valori ottenuti non superano neppure la colonna A della Tabella 1 sopraccitata ad eccezione soltanto dell'**Arsenico** che arriva a 41,9 mg/kg e dello **Zinco** che arriva a 201 mg/kg. Tali valori comunque rientrano all'interno dell'intervallo dei valori compresi tra la colonna A e B della Tabella 1, Parte IV – titolo V – allegato 5 del D.Lgs 152/06.

Come previsto e specificato dalla normativa sono stati presi in riferimento i valori di soglia riportati in Tabella 1 Colonna B, Parte IV – titolo V – allegato 5 del D.Lgs 152/06, in quanto la particella catastale nella quale è stata realizzata l'indagine ambientale è sita all'interno dell'area fieristica e tale sito può essere assimilato ad un "Sito ad uso Commerciale e Industriale".

In ogni caso i terreni scavati nell'area di intervento, visti gli esegui volumi, saranno conferiti in discarica.

#### 1.4. CONCLUSIONE

E' stato realizzato un sondaggio ambientale per ricavare la relativa stratigrafia dei terreni entro i primi 5m dal p.c. e realizzate due prove di permeabilità Lefranc in fondo foro all'interno del sondaggio.

I valori di coefficiente di permeabilità  $K_m$  ricavati da tali prove variano tra valori compresi tra  $10^{-6}$  e  $10^{-7}$  m/s e risultano compatibili con la tipologia di interventi in progetto.

E' stato inoltre analizzato n.1 campione di terreno in funzione del progetto previsto, in modo da gestire le terre prodotte durante le eventuali operazioni di scavo ai sensi del Decreto del Presidente della Repubblica, n. 120 del 13 giugno 2017 "Regolamento recante la disciplina semplificata della gestione delle terre e rocce da scavo".

I risultati dei valori ottenuti degli elementi analizzati non superano le Concentrazioni Soglia di Contaminazione (CSC) ammissibili e risultano conformi ai valori di soglia riportati in Tabella 1 Colonna B, Parte IV – titolo V – allegato 5 del D.Lgs 152/06.

Visto l'esiguo volume di terreni escavati, questi saranno smaltiti attraverso il loro conferimento in discarica autorizzata.

Febbraio 2024

Dott. Geol. Marco Casini



ALLEGATO 1

Resoconto Attività e Rapporto Fotografico

**COMMITTENTE:** Consorzio di Bonifica 5 Toscana Costa

**OGGETTO:** *Progetto transfrontaliero res eau rete strategica per la riduzione del rischio alluvione attraverso l'utilizzo di infrastrutture verdi e la creazione di comunità consapevoli e resilienti al cambiamento climatico*

**PROGETTO:** *Interventi di retrofitting con soluzioni di drenaggio urbano sostenibile nel Viale della Fiera di Venturina Terme (LI)*

**VENTURINA - SONDAGGIO S1 Fiera**  
(Perforazione eseguita mediante carotiere ambientale)



**Figura 1:** Venturina - Postazione sondaggio S1 Fiera



**Figura 2:** Sondaggio S1 Fiera Venturina - Cassa 1 da 0.00 a 5.00 metri

**Stratigrafia:**

- Da 0,00 a 0,60 metri terreno di riporto;
- Da 0,60 a 1,40 metri Argille limose di colore grigio chiaro
- Da 1,40 a 2,80 metri Limi argillosi debolmente sabbiosi di colore marrone
- Da 1,50 a 5,00 metri Limi sabbiosi di colore marrone

**Prove eseguite in foro:**

- Prova Lefranc eseguita a -1,00 metri (sezione di base – permeabilità verticale)
- Prova Lefranc eseguita a -3,00 metri (sezione di base – permeabilità verticale)

**Prelievo di campioni in barattolo per analisi chimiche:**

- S1C1 da 0,80 a 1,00 metro

**BIERREGI SRL**

**BIERREGI s.r.l.**  
IL RESPONSABILE TECNICO  
Dott. Geol. *Francesco Rossi*

ALLEGATO 2

Elaborazioni Prove Lefranc

## PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC (MODALITA' - carico variabile)

**SONDAGGIO S1**  
**Prova Lefranc n° 1**

**Committente:** Consorzio 5 Toscana Costa

**Commessa:** 24 021

**Cantiere:** Viale della Fiera - Venturina Terme (LI)

**Tratto di prova:** da 0.50 a 1.00 metri

**Data di esecuzione:** 5-feb-2024

d - diametro del foro

127 mm

a - Altezza testa tubo sopra il p.c.

0.50 m

Pw - Livello statico della falda dal p.c.

m

P - Profondità del foro

1.50 m

R - Profondità del rivestimento

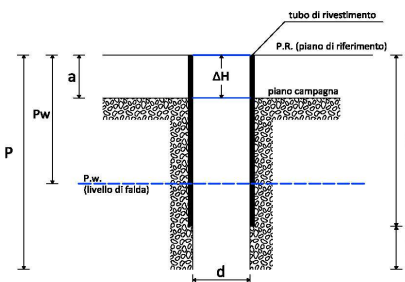
1.00 m

L - Lunghezza tratto filtrante

0.50 m

Altezza colonna d'acqua

1.50 m



### Formula per il calcolo della permeabilità

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

k = coefficiente di permeabilità (m/s)

A = Area di base del foro (mq)

h1-h2 = altezza dell'acqua ai tempi t1 e t2  
rispetto alla falda o al fondo foro

t1-t2 = tempi corrispondenti ad h1 e h2

CL - coefficiente di forma

valori suggeriti:

L >> d CL = L [m]

0.5

L ≤ d CL = 2πd+L [m]

Tempi (sec)	Tempi (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda (m)	Abbass. (m)	K (m/s)	t1 (sec)	t2 (sec)
0	0	1.500	0.000	4.63E-05	0	30
30	0.5	1.420	0.080	0.00E+00	30	60
60	1	1.420	0.080	2.98E-06	60	120
120	2	1.410	0.090	3.01E-06	120	180
180	3	1.400	0.100	0.00E+00	180	300
300	5	1.400	0.100	6.05E-07	300	600
600	10	1.390	0.110	6.10E-07	600	900
900	15	1.380	0.120	6.14E-07	900	1200
1200	20	1.370	0.130	0.00E+00	1200	1800
1800	30	1.370	0.130	3.09E-07	1800	2400
2400	40	1.360	0.140	3.12E-07	2400	3000
3000	50	1.350	0.150	3.14E-07	3000	3600
3600	60	1.340	0.160		3600	

Grafico Altezza-Tempo

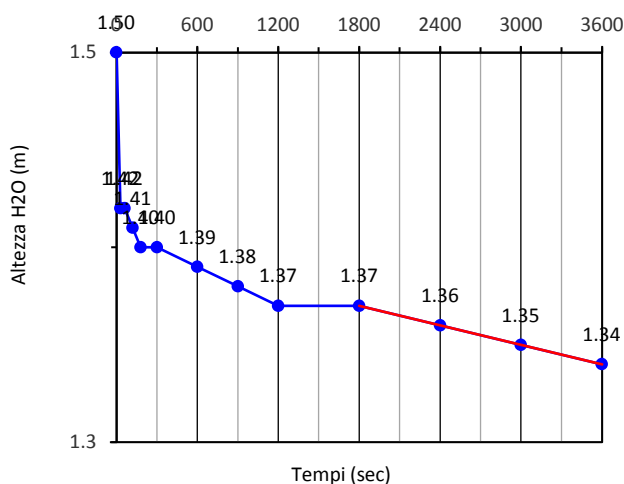
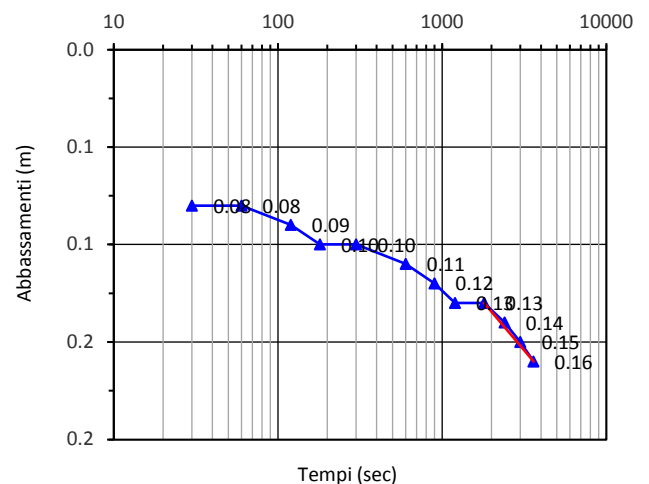


Grafico Abbassamenti-Tempo



**k (m/s) 3.12E-07**

si prende in considerazione il tratto della curva tra i

1800 e 3600 s

Litologia del tratto di prova: *Argilla*



## PROVA DI PERMEABILITA' LEFRANC (MODALITA' - carico variabile)

**SONDAGGIO S1**  
**Prova Lefranc n° 2**

**Committente:** Consorzio 5 Toscana Costa

**Commessa:** 24 021

**Cantiere:** Viale della Fiera - Venturina Terme (LI)

**Tratto di prova:** da 3.00 a 3.50 metri

**Data di esecuzione:** 5-feb-2024

d - diametro del foro

127 mm

a - Altezza testa tubo sopra il p.c.

0.50 m

Pw - Livello statico della falda dal p.c.

m

P - Profondità del foro

4.00 m

R - Profondità del rivestimento

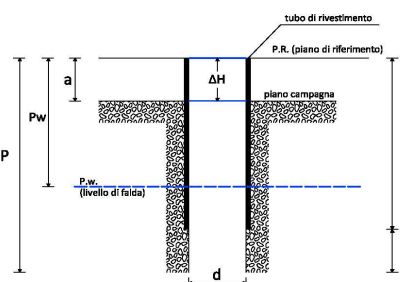
3.50 m

L - Lunghezza tratto filtrante

0.50 m

Altezza colonna d'acqua

4.00 m



### Formula per il calcolo della permeabilità

$$k = \frac{A}{C_L(t_2 - t_1)} \cdot \ln \frac{h_1}{h_2}$$

k = coefficiente di permeabilità (m/s)

A = Area di base del foro (mq)

h1-h2 = altezza dell'acqua ai tempi t1 e t2  
rispetto alla falda o al fondo foro

t1-t2 = tempi corrispondenti ad h1 e h2

CL - coefficiente di forma

valori suggeriti:

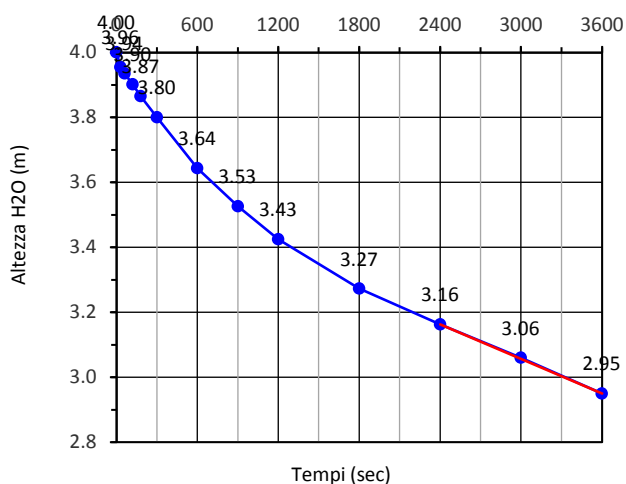
L >> d CL = L [m]

0.5

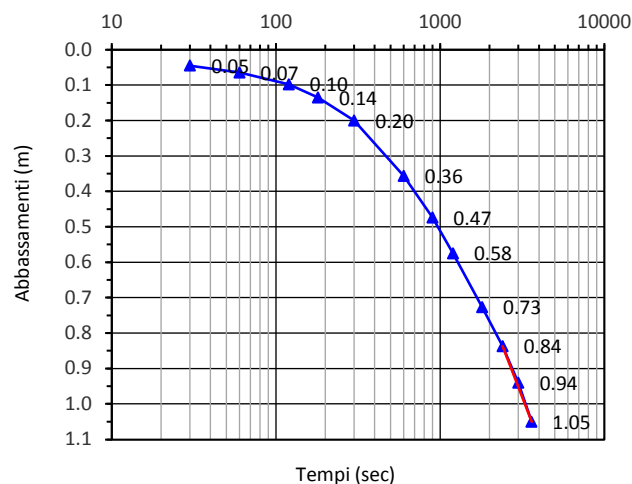
L ≤ d CL = 2πd+L [m]

Tempi (sec)	Tempi (min)	Altezza H <sub>2</sub> O rispetto alla falda (m)	Abbass. (m)	K (m/s)	t1 (sec)	t2 (sec)
0	0	4.000	0.000	9.55E-06	0	30
30	0.5	3.955	0.045	4.28E-06	30	60
60	1	3.935	0.065	3.56E-06	60	120
120	2	3.902	0.098	4.02E-06	120	180
180	3	3.865	0.135	3.58E-06	180	300
300	5	3.800	0.200	3.54E-06	300	600
600	10	3.644	0.356	2.78E-06	600	900
900	15	3.526	0.474	2.45E-06	900	1200
1200	20	3.425	0.575	1.92E-06	1200	1800
1800	30	3.273	0.727	1.44E-06	1800	2400
2400	40	3.163	0.837	1.40E-06	2400	3000
3000	50	3.060	0.940	1.55E-06	3000	3600
3600	60	2.950	1.050		3600	

**Grafico Altezza-Tempo**



**Grafico Abbassamenti-Tempo**



**k (m/s) 1.47E-06**

si prende in considerazione il tratto della curva tra i

2400 e 3600 s

Litologia del tratto di prova: **Sabbia**

ALLEGATO 3

Risultati Analisi Chimiche

**RAPPORTO DI PROVA N°: 2402937.001 DEL 23/02/2024**

**CAMPIONE N°: 2402937.001**

Spett.

**Consorzio di Bonifica n° 5 Toscana Costa**

Via degli Speciali 17

57021 Campiglia Marittima (LI)

**DATI RELATIVI AL CAMPIONE**

Trasporto effettuato da: cliente

Data Ricezione: 07/02/2024 - Ora Ricezione: 15:30:00

Data accettazione: 07/02/2024

**DATI FORNITI DAL CLIENTE**

Dati identificativi: Terreno

Prelievo eseguito presso: Cantiere Venturina Terme (LI)

Punto di prelievo: Venturina S1-C1

Campionamento a cura di: cliente

Note campionamento: Profondità prelievo: 0,5-1,0 m

Data prelievo: 05/02/2024

**RISULTATI ANALITICI**

*Data inizio analisi: 07/02/2024*

Parametro Metodo	UM	Risultato	Incertezza	L1	L2	Note
Residuo a 105°C DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met II.2	%	<b>88.6</b>	±8.9			
Scheletro tra 2 cm e 2 mm DM 13/09/1999 SO n 185 GU n 248 21/10/1999 Met II.1	%	<b>4.5</b>	±0.9			
* Amianto CNR IRSA Q 64 vol 3 1996 App III Fase A+ DM 06/09/1994 GU n° 220 20/09/1994 All 1A	mg/kg	<b>&lt; 1000</b>		1000	1000	
Arsenico EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>41.9</b>	±10.9	20	50	
Cadmio EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>&lt; 0.1</b>		2	15	
Cobalto EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>10.4</b>	±2.5	20	250	
Cromo EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>61.7</b>	±16.0	150	800	
Cromo VI EPA 3060A 1996 + EPA 7199 1996	mg/kg	<b>&lt; 0.2</b>		2	15	
Mercurio EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>0.188</b>	±0.051	1	5	
Nichel EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>57.7</b>	±14.6	120	500	
Piombo EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>46.9</b>	±11.7	100	1000	
Rame EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>30.5</b>	±7.4	120	600	
Vanadio EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>24.9</b>	±6.2	90	250	
Zinco EPA 3050B 1996+ EPA 6020B 2014	mg/kg	<b>201</b>	±50	150	1500	

**SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 2402937.001 DEL 23/02/2024**

**RISULTATI ANALITICI**

Parametro Metodo	UM	Risultato	Incertezza	L1	L2	Note
Benzene EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.01		0.1	2	
Etilbenzene EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.05		0.5	50	
Stirene EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.05		0.5	50	
Toluene EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.05		0.5	50	
Xileni EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.05		0.5	50	
Sommatoria Organici Aromatici (secondo D. Lgs. 152/06) EPA 5021A 2014 + EPA 8015C 2007	mg/kg	< 0.05		1	100	
Benzo(a)antracene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.5	10	
Benzo(a)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Benzo(b)fluorantene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.5	10	
Benzo(k)fluorantene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.5	10	
Benzo(g,h,i)perilene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Crisene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		5	50	
Dibenzo(a,e)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Dibenzo(a,l)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Dibenzo(a,i)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Dibenzo(a,h)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Dibenzo(a,h)antracene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	10	
Indeno(1,2,3-c,d)pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		0.1	5	
Pirene EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		5	50	
Sommatoria IPA (D.Lgs. 152/06 All.5 Tab.1) EPA 3550C 2007 + EPA 8270E 2018	mg/kg	< 0.01		10	100	
Idrocarburi C>12 (C12-C40) ISO 16703:2004	mg/kg	41	±5	50	750	

**Data fine analisi: 23/02/2024**

**SEGUE RAPPORTO DI PROVA N° 2402937.001 DEL 23/02/2024**

D.Lgs. 152/2006 - Parte Quarta, Titolo V, All.5 - Tab. 1;

L1: Limiti per siti con destinazione ad uso verde pubblico, privato e residenziale; L2: Limite per sito con destinazione ad uso commerciale e industriale

**Giudizio: Non essendo prevista dal D. Lgs. 152/2006 - Parte Quarta, Titolo V, All.5 una regola decisionale da utilizzare per il giudizio di conformità, un campione viene considerato NON CONFORME quando il risultato ottenuto, se necessario arrotondato al numero di cifre decimali con cui è definito il limite di legge, è maggiore del limite massimo permesso senza considerare il contributo dell'incertezza estesa associata alla misura, il livello di rischio di formulare una valutazione di conformità non corretta è pari al 50% ( $R > LM$ , dove: R = risultato, LM = limite massimo permesso).**

**Per i parametri analizzati Arsenico e Zinco, il campione risulta NON conforme ai limiti della Tab 1, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo Colonna A – Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.**

**Per i parametri analizzati il campione risulta conforme ai limiti della Tab 1, Parte Quarta, Titolo V, Allegato 5 del D.Lgs. 152/2006 Concentrazione soglia di contaminazione nel suolo e nel sottosuolo Colonna B– Siti ad uso Commerciale e Industriale.**

**Legenda Note Parametri**

(\*): Prova non accreditata da ACCREDIA

Se non diversamente specificato, le sommatorie sono calcolate mediante il criterio del lower bound (L.B.).

L'incertezza è espressa nelle unità di misura del parametro a cui si riferiscono. Il fattore di copertura è pari a  $k=2$  con un intervallo di probabilità del 95%. Per le prove microbiologiche su matrici acquose, per le prove ecotossicologiche e per le prove con tecnica MPN l'incertezza di misura è espressa come intervallo di fiducia al 95% di probabilità. Per le prove microbiologiche su matrici della catena alimentare, inoltre, l'incertezza di misura estesa riportata è stata stimata in conformità alla ISO 19036 ed è basata su un'incertezza tipo moltiplicata per un fattore di copertura di  $k=2$ , fornendo un livello di confidenza approssimativamente del 95%. L'incertezza tipo composta è stata assunta come uguale allo scarto tipo della riproducibilità intralaboratorio.

Nel caso di metodi che prevedono fasi di preconcentrazione o purificazione, ove non espressamente indicato, il recupero è da intendersi compreso all'interno dei limiti di accettabilità specifici previsti dal metodo di prova o dalla normativa vigente. Se non espressamente indicato, il recupero non è stato utilizzato nei calcoli.

Note: Le analisi chimiche sono determinate riferendosi alla totalità dei materiali secchi, comprensivi anche dello scheletro.

Laboratorio QUALIFICATO per le analisi sull'amianto partecipando e superando positivamente i programmi di intercalibrazione/qualificazione organizzati da ISPESL e Ministero della Salute.

I risultati analitici si riferiscono esclusivamente al campione sottoposto a prova. Quando il campionamento non è eseguito da personale Biochemie Lab Srl, i risultati si riferiscono al campione così come ricevuto.

Il Laboratorio declina ogni responsabilità relativa alle informazioni fornite dal cliente riportate nel presente Rapporto di Prova.

La riproduzione parziale del presente rapporto di prova non è consentita senza autorizzazione scritta del laboratorio.

Il sostituto responsabile del Laboratorio  
**Dr. Chim. Lorenzo Pontorno**  
Ordine dei Chimici della Toscana Sez.A n.1971



Documento con firma digitale avanzata secondo la normativa vigente

FINE DEL RAPPORTO DI PROVA N° 2402937.001