



***Enibioch4in Quadruvium S.r.l.***  
***Impianto di digestione anaerobica***  
***sito in Surbo***

## ***DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica***

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	18/06/2024	Prima emissione	Dott. E. Martini	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura
01	15/11/2024	Revisione	Dott.A.Morelli	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>4</b>
<b>2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>5</b>
<b>4. PIANO DI TUTELA ACQUE.....</b>	<b>11</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
<b>6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>14</b>
<b>7. PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO PREGRESSE.....</b>	<b>18</b>
<b>8. PROVE DI PERMEABILITÀ SITO SPECIFICHE (CAMPAGNA DI INDAGINI OTTOBRE 2024).....</b>	<b>18</b>
8.1. sondaggi a carotaggio continuo con prove di permeabilità in foro.....	21
8.2. pozzetti esplorativi con prove di permeabilità lefranc a carico variabile.	34
8.3. sintesi dei risultati delle indagini eseguite .....	42
<b>9. VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO.....</b>	<b>45</b>
<b>10. CONCLUSIONI.....</b>	<b>47</b>
<b>ALLEGATO 1: LOG STRATIGRAFICI INDAGINI PREGRESSE (FEBBRAIO 2012) .....</b>	<b>49</b>
<b>ALLEGATO 2: PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO DI SONDAGGIO E IN POZZETTI ESPLORATIVI (OTTOBRE 2024) .....</b>	<b>54</b>

### Figure

Figura 1 – Inquadramento territoriale.....	5
Figura 2 – Dettaglio area di indagine.....	6
Figura 3 – Inquadramento territoriale su CTR.....	7
Figura 4 – Inquadramento catastale.....	8
Figura 5 – PRG Comune di Surbo .....	9
Figura 6 – Stralcio cartografico relativo al P.A.I. - Rischio idrogeologico (fonte: <a href="http://www.pcn.minambiente.it">http://www.pcn.minambiente.it</a> ) .....	10
Figura 7 – Siti rete Natura 2000 .....	10
Figura 8 – PTA Surbo .....	11
Figura 9 – Inquadramento sito su Foglio 204 della carta geologica d'Italia e relativa legenda .....	13
Figura 10 – Delimitazione acquifero carsico.....	15
Figura 11 – Schematizzazione dell'intrusione marina in Salento. (da COTECCHIA et alii, .....	16
Figura 12 – Carta delle isoipse.....	16
Figura 13 – Pozzo 208081.....	17
Figura 14 – Ubicazione indagini eseguite – ottobre 2024.....	20

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

Figura 15 – Stratigrafia sondaggio SG1 .....	21
Figura 16 – Cassette catalogatrici sondaggio SG1 .....	22
Figura 17 – Prova Lefranc 1 a carico variabile – SG1 .....	22
Figura 18 – Prova Lefranc 2 a carico costante – SG1 .....	23
Figura 19 – Prova Lugeon – SG1.....	24
Figura 20 – Stratigrafia sondaggio SG2 .....	25
Figura 21 – Cassette catalogatrici sondaggio SG2 .....	26
Figura 22 – Prova Lefranc 1 a carico variabile – SG2 .....	26
Figura 23 – Prova Lefranc 2 a carico costante – SG2 .....	27
Figura 24 – Stratigrafia sondaggio SG3 .....	28
Figura 25 – Cassette catalogatrici sondaggio SG3 .....	29
Figura 26 – Prova Lefranc 1 a carico costante – SG3 .....	29
Figura 27 – Prova Lefranc 2 a carico variabile – SG3 .....	30
Figura 28 – Stratigrafia sondaggio SG4 .....	31
Figura 29 – Cassette catalogatrici sondaggio SG4 .....	32
Figura 30 – Prova Lefranc 1 a carico costante – SG4 .....	32
Figura 31 – Prova Lefranc 2 a carico variabile – SG4 .....	33
Figura 32 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD1.....	34
Figura 33 – Fotografie pozzetto esplorativo TD1 .....	35
Figura 34 – Prova di permeabilità pozzetto TD1 .....	35
Figura 35 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD2.....	36
Figura 36 – Fotografie pozzetto esplorativo TD2 .....	37
Figura 37 – Prova di permeabilità pozzetto TD2.....	37
Figura 38 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD3.....	38
Figura 39 – Fotografie pozzetto esplorativo TD3 .....	39
Figura 40 – Prova di permeabilità pozzetto TD3.....	39
Figura 41 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD4.....	40
Figura 42 – Fotografie pozzetto esplorativo TD4 .....	41
Figura 43 – Prova di permeabilità pozzetto TD4.....	41
Figura 44 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica k nei terreni di copertura .....	44
Figura 45 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica k nelle calcareniti bioclastiche .....	44
Figura 46 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica k nei calcari .....	45
Figura 47 – Valutazione vulnerabilità acquifero e relativa legenda (fonte: "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis) .....	46

### Tabella

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

Tabella 1 – Sintesi valori di conducibilità idraulica k .....	43
---	----

### Allegati

Allegato 1 – Log stratigrafici indagini pregresse (febbraio 2012)

Allegato 2 – Prove di permeabilità in foro di sondaggio e in pozzetti esplorativi (ottobre 2024)



*Il presente documento è stato sviluppato da ambiente s.p.a. in base alle informazioni disponibili fornite dalla Committenza.*

## 1. INTRODUZIONE

Ambiente S.p.A. ("ambiente"), su incarico e per conto di Enibioch4in Quadruvium S.r.l., ha redatto il presente documento "*Relazione idrogeologica*", per l'impianto di digestione anaerobica di biomasse ubicato a Surbo ("Sito"), in provincia di Lecce, nell'ambito del procedimento di AUA per la riconversione dello stesso a biometano.

Tale studio è finalizzato alla descrizione della capacità di assorbimento di scarico su suolo e alla valutazione della vulnerabilità dell'acquifero, integrando la documentazione autorizzativa trasmessa, così come richiesto dalla Provincia di Lecce con nota prot. n.2732/24 del 22/01/24.

Nel mese di ottobre 2024 è stata condotta una campagna di indagini dirette per la valutazione della conducibilità idraulica, con sondaggi geognostici, prove di permeabilità in foro e prove in pozzetto esplorativo.

Il documento è articolato nelle seguenti sezioni:

- inquadramento normativo e documentazione di riferimento;
- inquadramento territoriale;
- piano di tutela acque
- inquadramento geologico;
- inquadramento idrogeologico;
- prove di permeabilità pregresse (febbraio 2012);
- prove di permeabilità in Sito (campagna di indagini ottobre 2024);
- valutazione della vulnerabilità dell'acquifero.

## 2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Si elenca di seguito la normativa presa a riferimento per la redazione del presente studio:

- Decreto Legislativo n. 152 del 3 aprile 2006, Norme in materia ambientale (pubblicato nella Gazzetta Ufficiale n. 88 del 14 aprile 2006 – Supplemento Ordinario n. 96) e ss.mm.ii;
- Regolamento Regionale 9 dicembre 2013, n. 26 "Disciplina delle acque meteoriche di dilavamento e di prima pioggia" (attuazione dell'art. 113 del Dl.gs. n. 152/06 e ss.mm. ed ii.);
- Aggiornamento 2015-2021 del Piano di tutela delle acque (PTA) di cui alla deliberazione della Giunta regionale 7 novembre 2022, n. 1521;
- Norme Tecniche di Attuazione del PTA - Aggiornamento 2015-2021.

Si elenca di seguito documentazione di riferimento per le attività descritte nel presente documento:

- "Relazione tecnica modifica rete di collettamento acque meteoriche di dilavamento", redatta dall' Ing. Niceta Montinaro;
- "Relazione idrogeologica sui terreni (f°7 part.IIIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas", redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano;
- "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis.

### 3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'impianto a biogas di proprietà di EnibioCH4in Quadruvium Soc. Agr. Srl è situato nella zona settentrionale del Comune di Surbo (LE), a 2,5 km dal centro abitato, lungo la SP236.

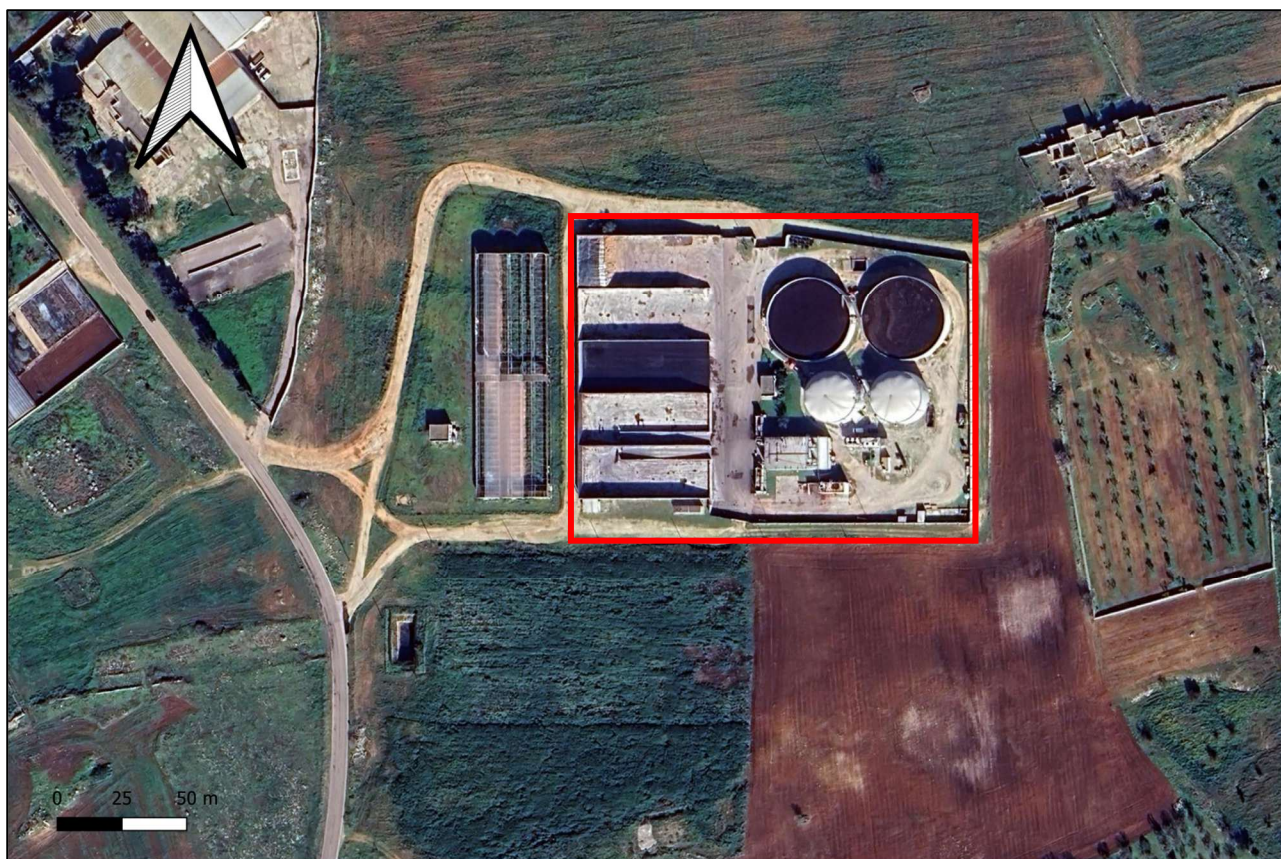
Le coordinate geografiche del baricentro dell'impianto possono essere ricondotte a:

- 40°25'28.08" N
- 18° 7'19.55" E

Il territorio interessato dall'impianto oggetto di riconversione è caratterizzato da una morfologia sub-pianeggiante, con quote che oscillano intorno ai 31.5 m s.l.m..



Figura 1 – Inquadramento territoriale



*Figura 2 – Dettaglio area di indagine*

Il Sito in esame ricade nelle Carte Tecniche Regionali n. 496143 e 496144, consultabili sul SIT della Regione Puglia.



## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

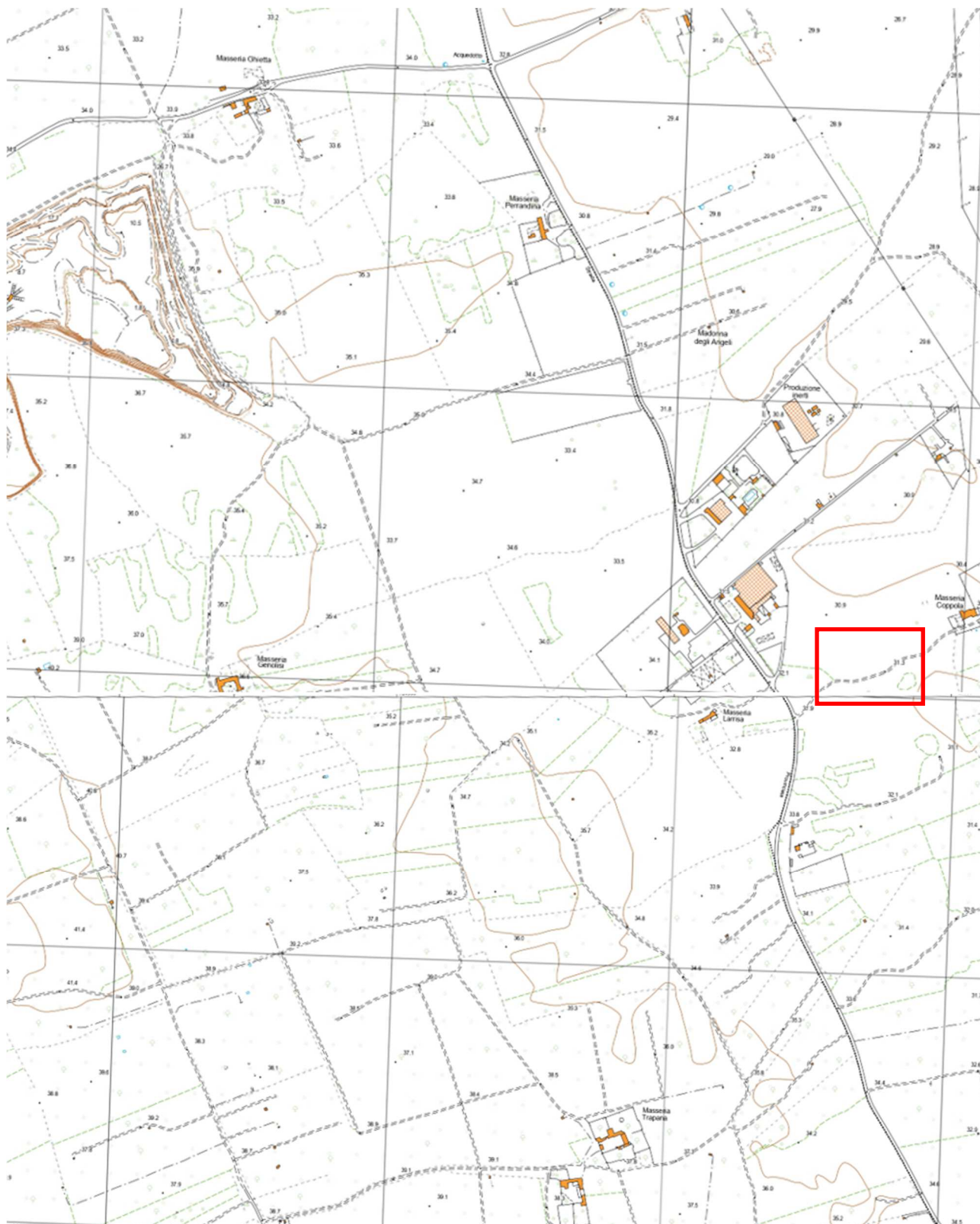
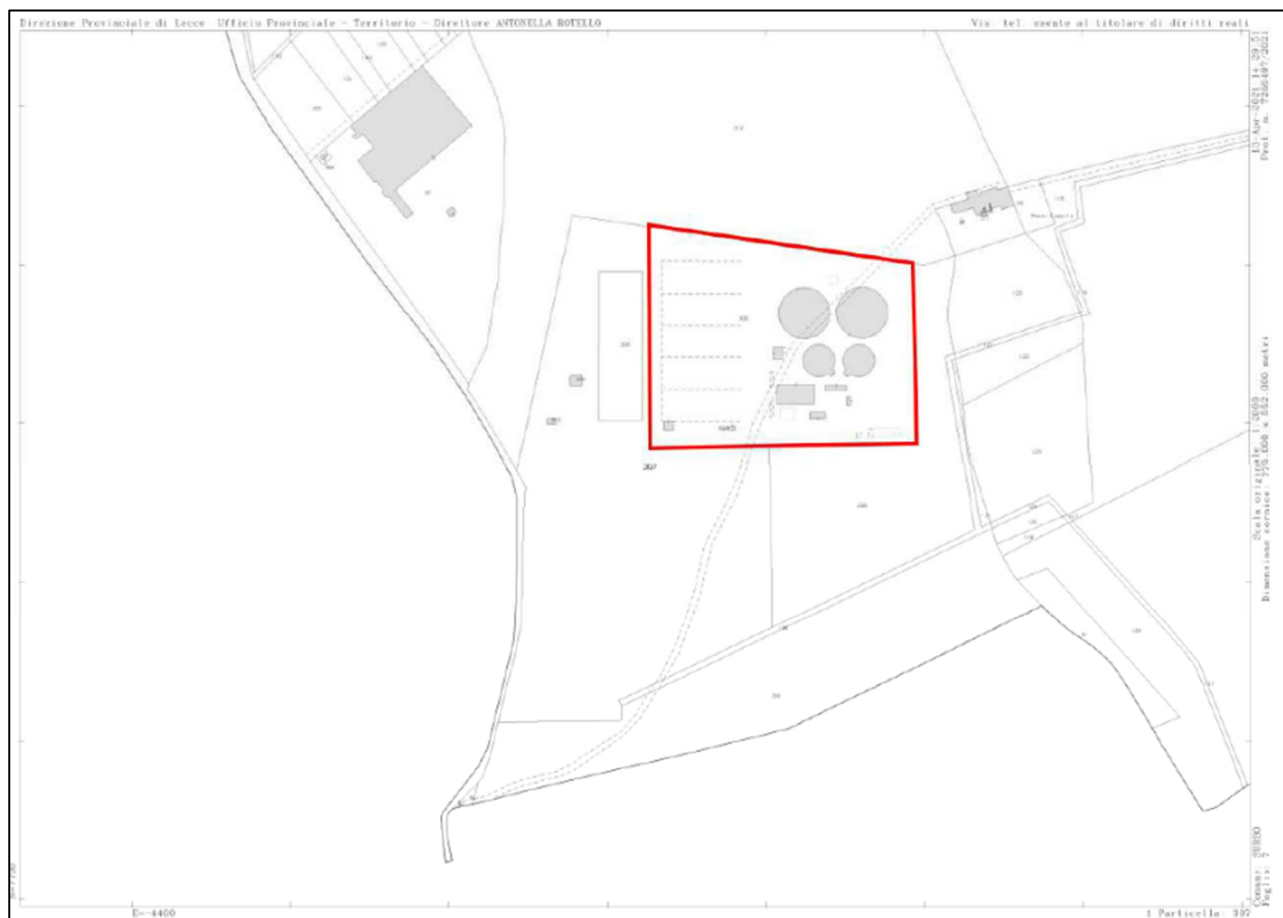


Figura 3 – Inquadramento territoriale su CTR

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

L'impianto si estende sul Foglio 7 Mappale 306 del Comune di Surbo (LE), come riportato nella figura successiva. Gli interventi di riconversione a biometano saranno realizzati all'interno dell'attuale sedime impiantistico.



*Figura 4 – Inquadramento catastale*

Si evidenzia, come, i terreni contigui al Mappale 306 (F. 7, M. 307-308-309-310), dove sorge una serra per la coltivazione di ortaggi, sono di proprietà di una società terza, Fri-el Orus Soc Agr Srl, avente PIVA 04353700752.

Dalla cartografia allegata allo Strumento Urbanistico vigente per il comune di Surbo, i terreni interessati al progetto ricadono in un contesto agricolo.



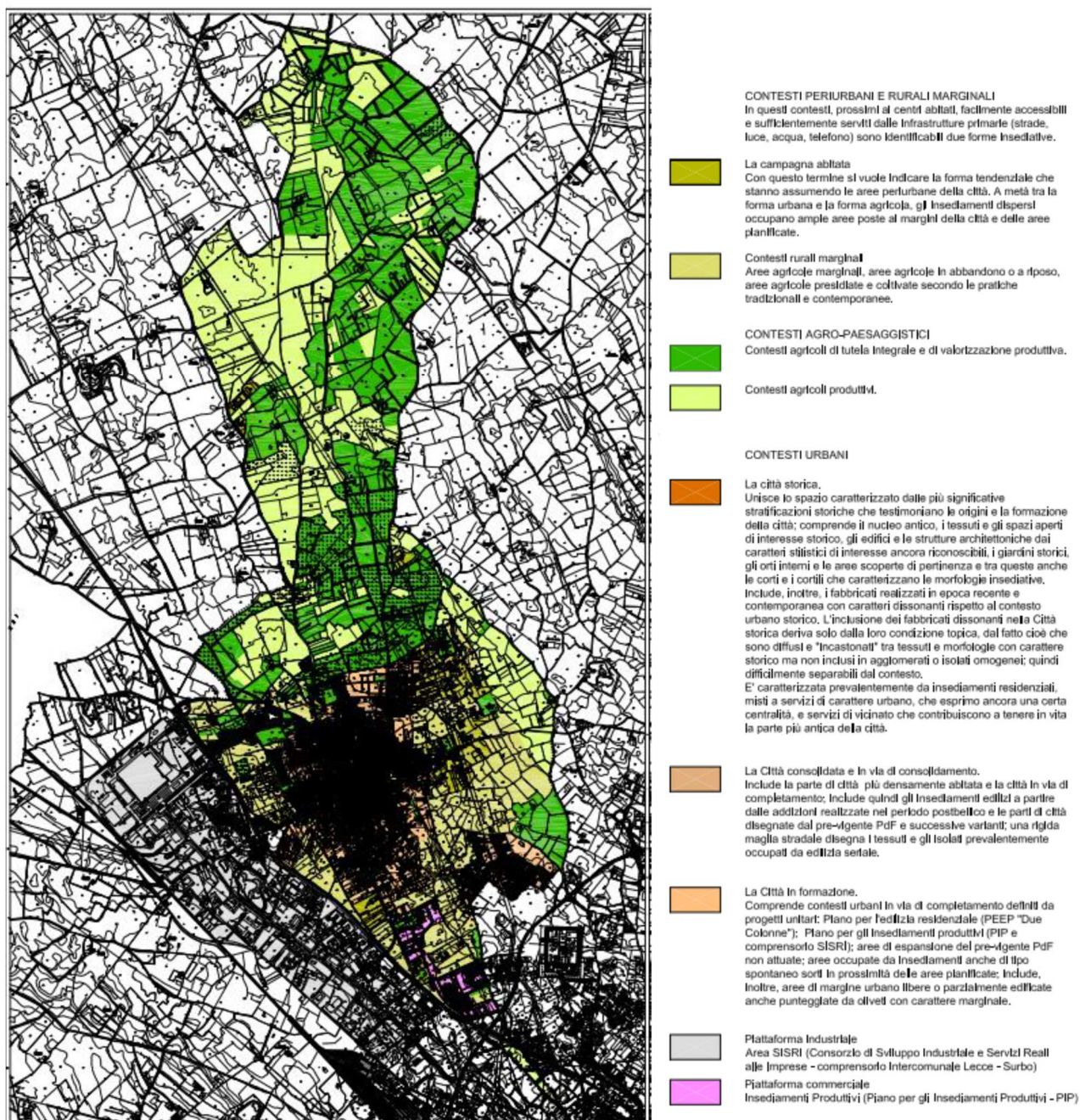


Figura 5 - PRG Comune di Surbo

Come è possibile osservare nella figura seguente, l'impianto non ricade né in aree classificate a rischio alluvione, né in aree classificate a rischio frane.



## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

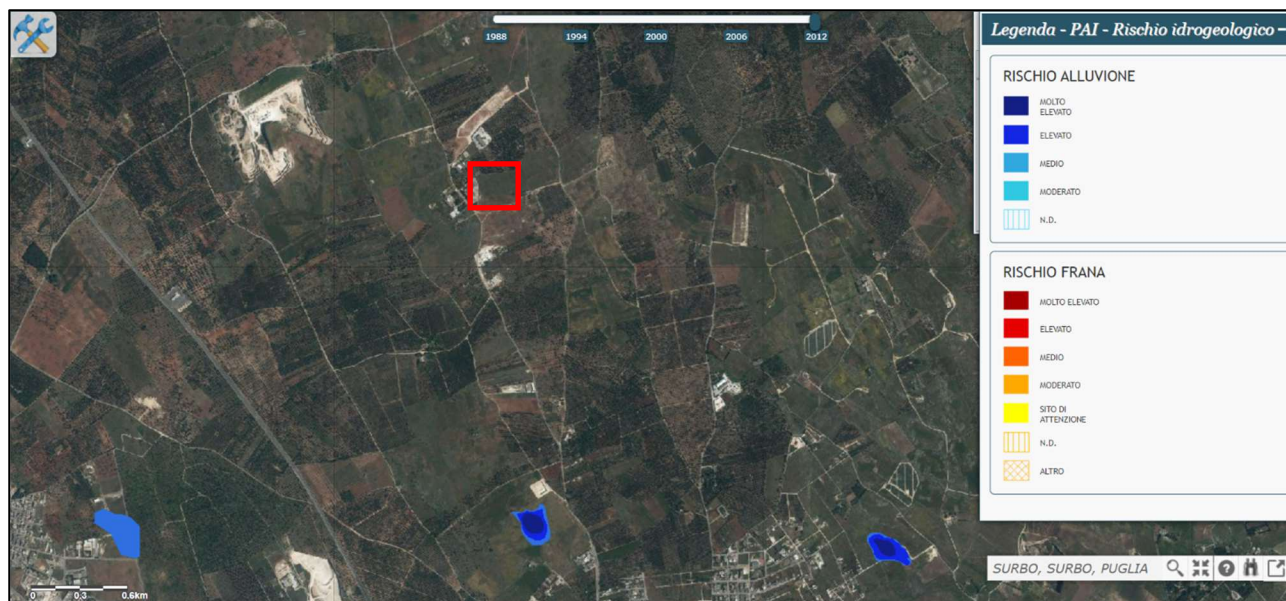


Figura 6 – Stralcio cartografico relativo al P.A.I. - Rischio idrogeologico (fonte: <http://www.pcn.minambiente.it>)

L'impianto in esame, come osservabile nella figura seguente, non ricade all'interno dei siti della Puglia di interesse naturalistico di importanza comunitaria (S.I.C. e Z.P.S.).

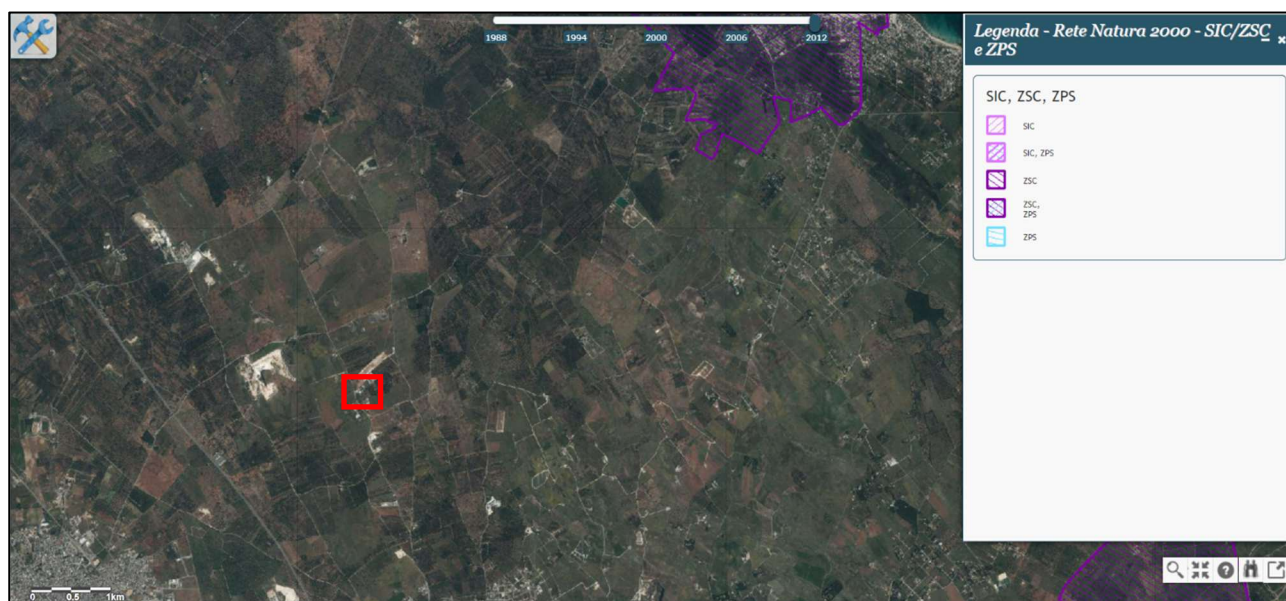


Figura 7 – Siti rete Natura 2000



#### 4. PIANO DI TUTELA ACQUE

Con DGR 19/06/2007 n. 883 la Regione Puglia ha provveduto ad adottare il Progetto di Piano di tutela delle Acque (PTA), strumento tecnico e programmatico attraverso cui realizzare gli obiettivi di tutela quali-quantitativa del sistema idrico così come previsto dall'art. 121 del D. Lgs. 152/06, successivamente approvato con Deliberazione di Consiglio Regionale n.230 del 20/10/2009.

Il Piano di Tutela delle acque si configura come uno strumento di base per la tutela e la corretta gestione della risorsa idrica. Dato lo stato di sovra sfruttamento dei corpi idrici sotterranei (ad uso dei comparti potabile, irriguo ed industriale) il piano ha previsto una serie di misure atte ad arrestare il degrado quali-quantitativo della falda, in particolare nelle aree di alta valenza idrogeologica ed in quelle sottoposte a stress per eccesso di prelievo.

Con l'adozione del Progetto di Piano entravano in vigore le "prime misure di salvaguardia" relative ad aspetti per i quali appariva urgente e indispensabile anticipare l'applicazione delle misure di tutela che lo stesso strumento definitivo di pianificazione e programmazione regionale contiene. Esse hanno assunto carattere immediatamente vincolante per le amministrazioni, per gli Enti, nonché per i soggetti privati. Tale determinazione si era resa necessaria in quanto le risultanze delle attività conoscitive messe in campo avevano fatto emergere la sussistenza di una serie di criticità sul territorio regionale, soprattutto con riferimento alle risorse idriche sotterranee, soggette a fenomeni di depauperamento, a salinizzazione, a pressione antropica in senso lato. Il piano prevede misure che comprendono da un lato azioni di vincolistica diretta su specifiche zone del territorio, dall'altro interventi sia di tipo strutturale (per il sistema idrico, fognario e depurativo), sia di tipo indiretto (quali ad esempio l'incentivazione di tecniche di gestione agricola, la sensibilizzazione al risparmio idrico, riduzione delle perdite nel settore potabile, irriguo ed industriale, ecc).

Come è possibile osservare nella figura seguente, presa dal portale SIT della Regione Puglia, l'impianto ricade in "aree di tutela quali-quantitativa".

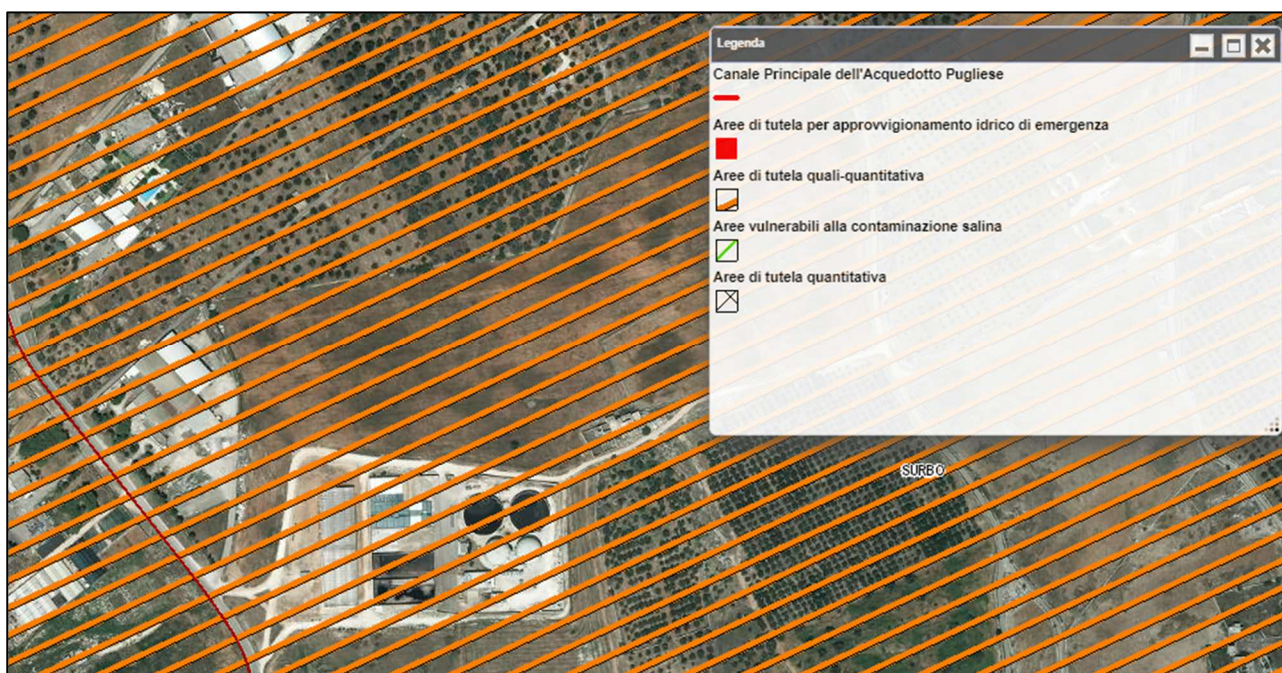


Figura 8 – PTA Surbo

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

Come è possibile osservare nelle Norme Tecniche di Attuazione, l'art. 54 "Tutela Quanti Quantitativa" cita testualmente:

*1. Nelle aree a tutela quali-quantitativa riportate nell'Allegato C6 del Piano di Tutela delle Acque, per limitare la progressione del fenomeno di contaminazione salina dell'acquifero e preservare gli equilibri della risorsa sotterranea, fatto salvo quanto previsto dal precedente art.47 comma 3, lettere a) e b), nonché dall'art.53 comma 3, in sede di rilascio di nuove autorizzazioni alla ricerca e/o concessioni e rinnovi devono essere verificate da parte dell'autorità competente:*

*a) le quote di attestazione dei pozzi al di sotto del livello mare, con il vincolo che le stesse non risultino:*

*i. per l'acquifero delle Murge, superiori a 25 volte il valore del carico piezometrico espresso in quota assoluta (riferita al l.m.m.);*

*ii. per l'acquifero del Salento, superiori a 20 volte il valore del carico piezometrico espresso in quota assoluta (riferita al l.m.m.).*

*A tali vincoli si potrà derogare nelle aree in cui la circolazione idrica si esplica in condizioni confinate al di sotto del livello mare. Di tale circostanza dovrà essere data testimonianza nella relazione idrogeologica a corredo della richiesta di autorizzazione.*

*b) Le depressioni dinamiche del carico piezometrico assoluto, con l'avvertenza che le stesse non risultino:*

*i. per l'acquifero carsico delle Murge, superiore al 60% del valore dello stesso carico;*

*ii. per l'acquifero carsico del Salento, superiore al 30% del valore dello stesso carico.*

*c) Le caratteristiche qualitative delle acque che devono risultare compatibili con la struttura e tessitura dei terreni nonché delle colture da irrigare. In particolare, i valori del contenuto salino (Residuo fisso a 180°C) e la concentrazione dello ione cloro (espresso in mg/l di Cl<sup>-</sup>), delle acque emunte, devono risultare inferiori rispettivamente a 1 g/l o 500 mg/l per gli acquiferi carsici della Murgia e del Salento.*

*2. Le misure sopra riportate devono intendersi vigenti all'interno delle aree individuate nell'Allegato C6 del Piano di Tutela delle Acque. Poiché tali aree sono state individuate sulla base di elaborazioni condotte a scala regionale, le aree finitime la linea delimitante le stesse, per un'estensione di 500 m all'interno ed all'esterno delle medesime, sono da intendersi zone di transizione (buffer zone), necessitanti di una verifica di dettaglio alla scala delle idrodinamiche competenti il dominio idrogeologico interconnesso, entro le quali (buffer zone) la vigenza delle misure sopra riportate deve essere verificata sulla base degli enunciati studi idrotematici di dettaglio, che ne caratterizzino l'appartenenza al contesto quali-quantitativo in qualificazione, come meglio specificato al successivo articolo 56.*

Data la tipologia di intervento e di prescrizioni imposte dal PTA e illustrate in precedenza, si può affermare che le opere in progetto, ovvero la riconversione a biometano dell'impianto, risulta COMPATIBILE e COERENTE con le misure previste dal PTA.

## 5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Il sito ricade all'interno del Foglio n. 204 "Lecce" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100 000. Dal punto di vista geologico il substrato presente è di facies marina (Pliocene), ovvero è caratterizzato dalla presenza di calcareniti, calcari detritici in banchi e calcari sub cristallini, più compatti ben stratificati.



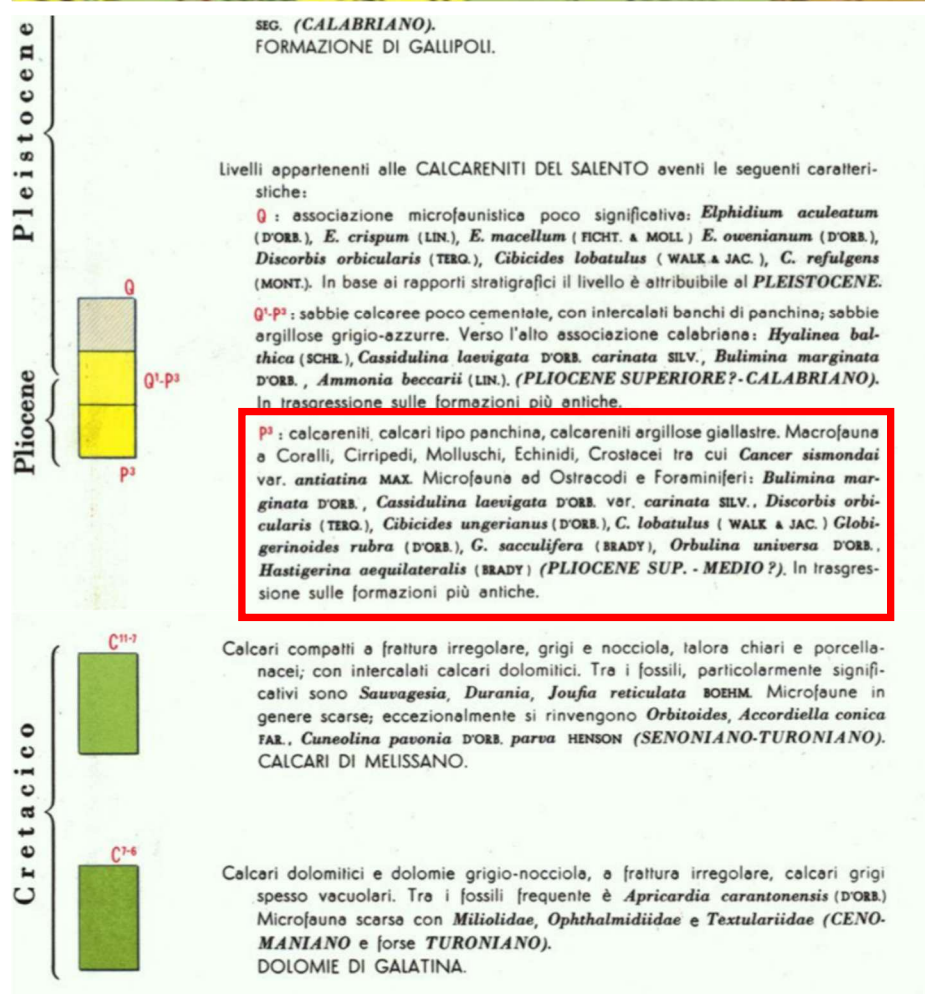
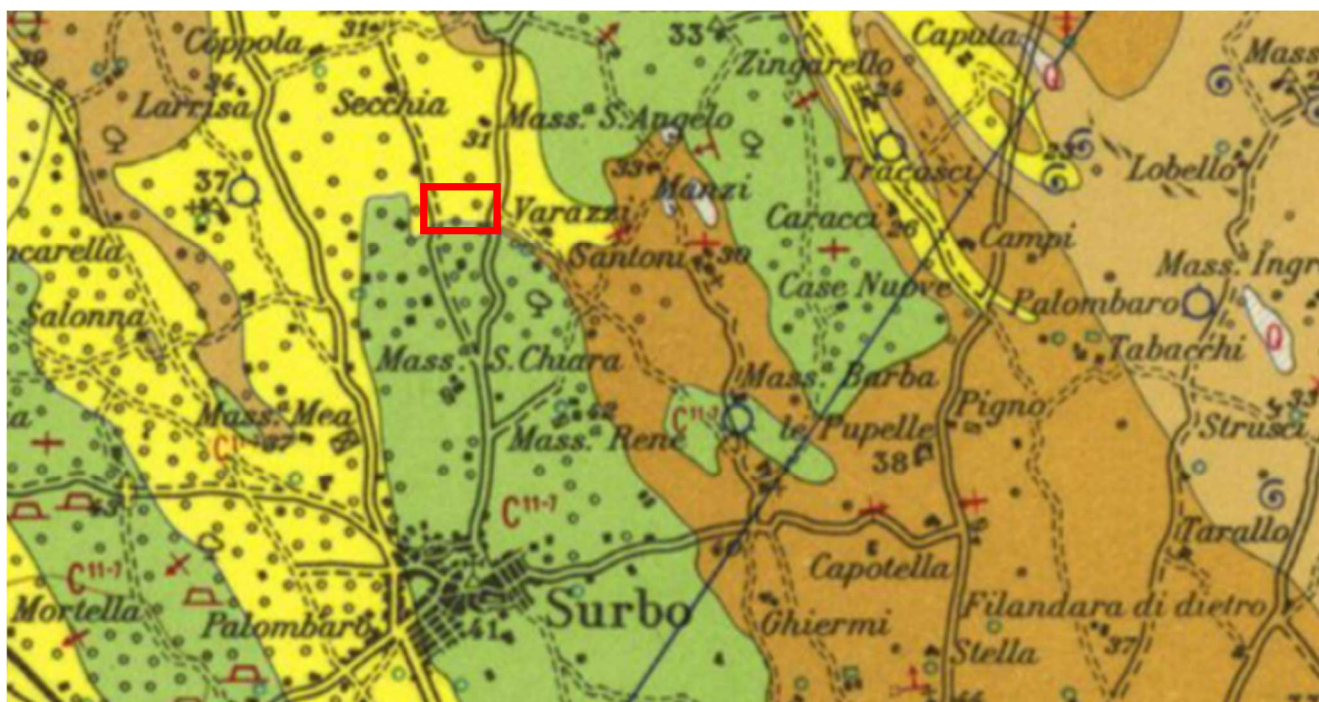


Figura 9 – Inquadramento sito su Foglio 204 della carta geologica d'Italia e relativa legenda

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

Il litotipo affiorante nell'area di intervento è rappresentato da banchi calcarenitici di deposizione più recente ed irregolarmente cementati. Sono a grana medio-grossolana, di colore giallastro e con inclusione di livelli calcareo-detritici grossolani ed organogeni.

Talvolta includono anche livelli di sabbie calcaree talora parzialmente cementate. Tali depositi attribuiti alle Calcareniti del Salento(p<sup>3</sup>) spesso presentano delle stratificazioni interne, evidenziando dei livelli caratteristici dello spessore variabile da pochi centimetri sino ad oltre un metro. Verso la base della serie, si rinvencono delle brecce o conglomerati con estensione e potenza molto variabili.

Nella successione stratigrafica della formazione alle Calcareniti di Andrano(M5-2), sono identificati due litotipi: calcareniti più o meno compatte, organogene talora marnose e giallastre. La facies intermedia è rappresentata da calcari detritici e calcari bioclastici, compatti, grigio chiari o biancastri. Sono sedimenti di origine marina che affiorano più ad ovest dell'area di intervento. Poiché sono depositi quasi sempre in banchi, la stratificazione se presente non è evidente.

Nella successione stratigrafica della formazione cretacea ai calcari bianchi o nocciola più superficiali si intercalano dei calcari dolomitici grigiastri. Tali calcari ascritti alla formazione dei Calcari di Melissano(C11-7), sono fratturati con giunti subverticali che si associano in più famiglie, delle quali le due fondamentali si intersecano ortogonalmente. Le fratture sono caratterizzate da spaziature dei labbri generalmente di qualche millimetro che spesso risultano colmate da calcite spatica. Quelle più ampie e superficiali, sono carsificate ed occluse da "terra rossa". L'intersezione delle varie discontinuità determina la scomposizione dell'ammasso lapideo in blocchi a geometrie vagamente regolari. Nella parte più superficiale, dove più intenso è lo stato di fratturazione, l'azione dissolutrice delle acque percolanti ha avuto modo di esplicare, la propria aggressività chimica nei confronti delle rocce carbonatiche. Tali fenomeni carsici talvolta presentano anche una continuità laterale.

Le osservazioni svolte sui fronti di scavo di alcune cave a cielo aperto hanno evidenziato una buona compattezza dell'ammasso roccioso. E' stato riscontrato, anche, un grado di fratturazione e carsificazione relativamente intenso solo nei livelli più superficiali.

La successione carbonatica descritta trova continuità verso il basso con dei calcari dolomitici e dolomie anch'essi cretaci, ascrivibili alla formazione delle Dolomie di Galatina(C7-6). Lo spessore complessivo dell'unità carbonatica in esame è dell'ordine di diverse centinaia di metri.

Per i log stratigrafici dei sondaggi eseguiti si rimanda all'Allegato 1.

## 6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

L'Unità idrogeologica del Salento, classificata come corpo idrico sotterraneo significativo con codice AC-0000-16-030 (PTA), comprende l'intera penisola salentina, con limite geografico rappresentato dall'ideale allineamento Brindisi-Taranto, con una superficie stimata di circa 4.210 km<sup>2</sup>.

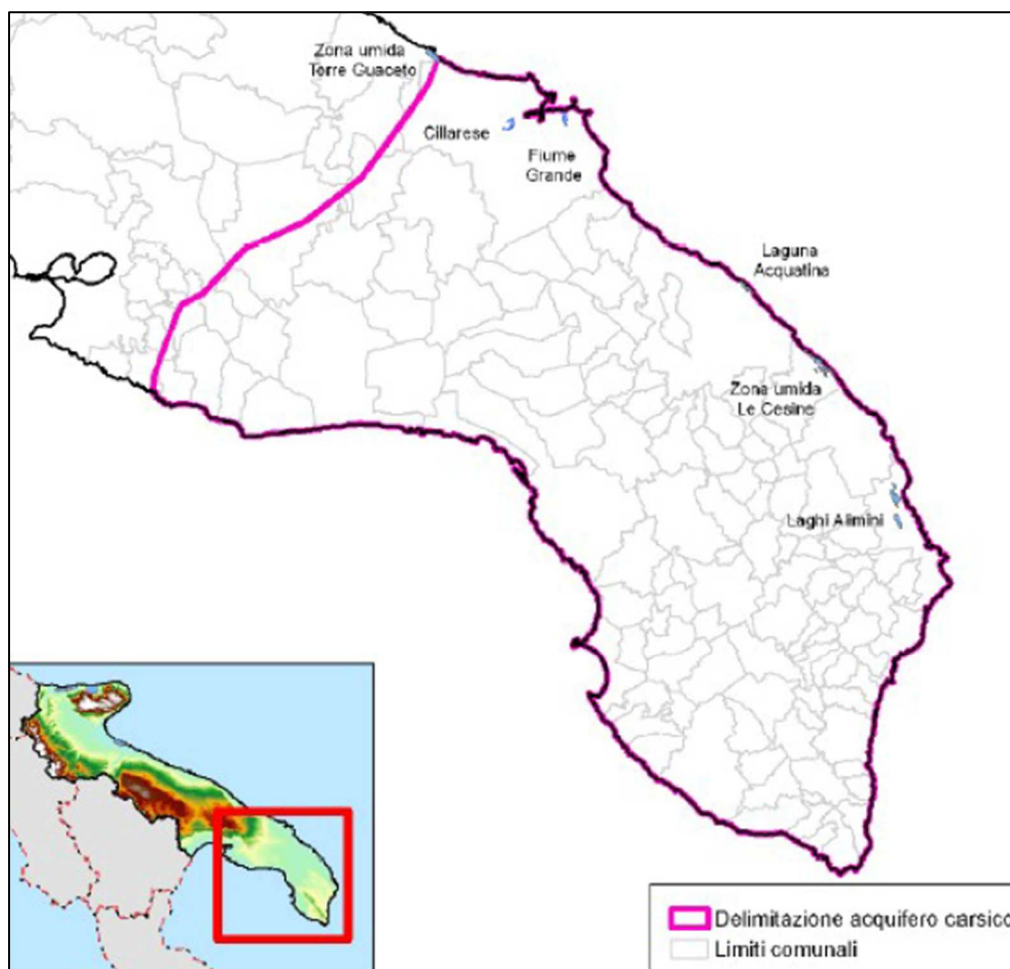


Figura 10 – Delimitazione acquifero carsico

La penisola Salentina è caratterizzata da una circolazione idrica sotterranea piuttosto complessa in quanto non riconducibile ad un solo acquifero, ma viceversa ad un maggior numero di livelli idrici di cui il principale, sia in rapporto alle dimensioni, che all'importanza soprattutto dal punto di vista antropico, è quello noto con il termine di falda "profonda" o falda "di base".

La circolazione si esplica principalmente a pelo libero e subordinatamente in pressione, con una discreta uniformità delle sue caratteristiche idrogeologiche. La circolazione in pressione è dovuta al ribassamento del substrato carbonatico, per cause tettoniche, fin sotto al livello mare ed alla copertura di tale substrato da sedimenti impermeabili. Le acque della falda profonda circolano generalmente a pelo libero, pochi metri al di sopra del livello marino (di norma, al massimo  $2,5 \div 3,0$  m s.l.m. nelle zone più interne) e con bassissime cadenti piezometriche ( $0,1 \div 2,5$  per mille). La falda risulta in pressione solo laddove i terreni miocenici, e talora anche quelli plio-pleistocenici, si spingono in profondità al di sotto della quota corrispondente al livello marino. Nella Penisola Salentina le acque della falda profonda scorrono attraverso le fratture e carsificazioni delle formazioni mesozoiche. Questa principale risorsa di acqua è integrata da altre di minore entità e più superficiali che hanno sede nei terreni terziari e quaternari ma non sono meno importanti e significative in termini di sfruttamento ed utilizzo.

Nello specifico, nell'area di studio la falda profonda costituisce l'unica risorsa idrica significativa disponibile. Essa è alimentata dalle precipitazioni meteoriche che insistono sull'area e, a Nord-Ovest, dalle acque sotterranee provenienti dall'acquifero dell'Area Idrogeologica della Murgia.



## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

La possibilità di utilizzo delle risorse idriche sotterranee contenute nell'acquifero profondo è fortemente condizionata dal fenomeno dell'intrusione marina. L'acqua di mare, in particolare, rappresenta il livello di base della circolazione idrica sotterranea che si sviluppa nei calcari cretacei del Salento. Essa si rinvia con continuità alla base della falda di acqua dolce, determinando la intercomunicazione idraulica sotterranea tra il Mare Adriatico ed il Mare Ionio (Figura 11).

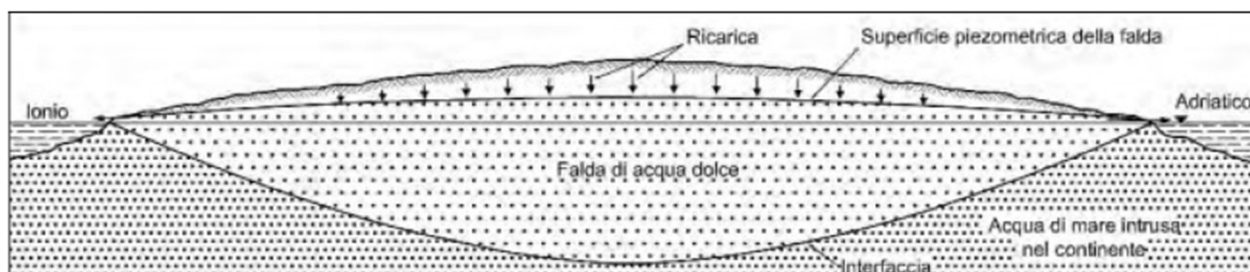


Figura 11 – Schematizzazione dell'intrusione marina in Salento. (da COTECCHIA et alii, 1957; COTECCHIA, 1958). (fonte [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it))

In ragione delle leggi che regolano l'equilibrio idraulico tra falda di acqua dolce e sottostante acqua di mare, la prima assume la caratteristica conformazione a lente, con massimo spessore nella zona centrale della penisola, ove pressappoco si localizza lo spartiacque sotterraneo che suddivide la porzione di falda che si dirige verso il Mar Adriatico da quella che si riversa invece nel Mar Ionio.

Il territorio investigato è interessato da una circolazione idrica profonda, con quota piezometrica pari a +2 m s.l.m. ed una direzione di deflusso preferenziale verso ENE.

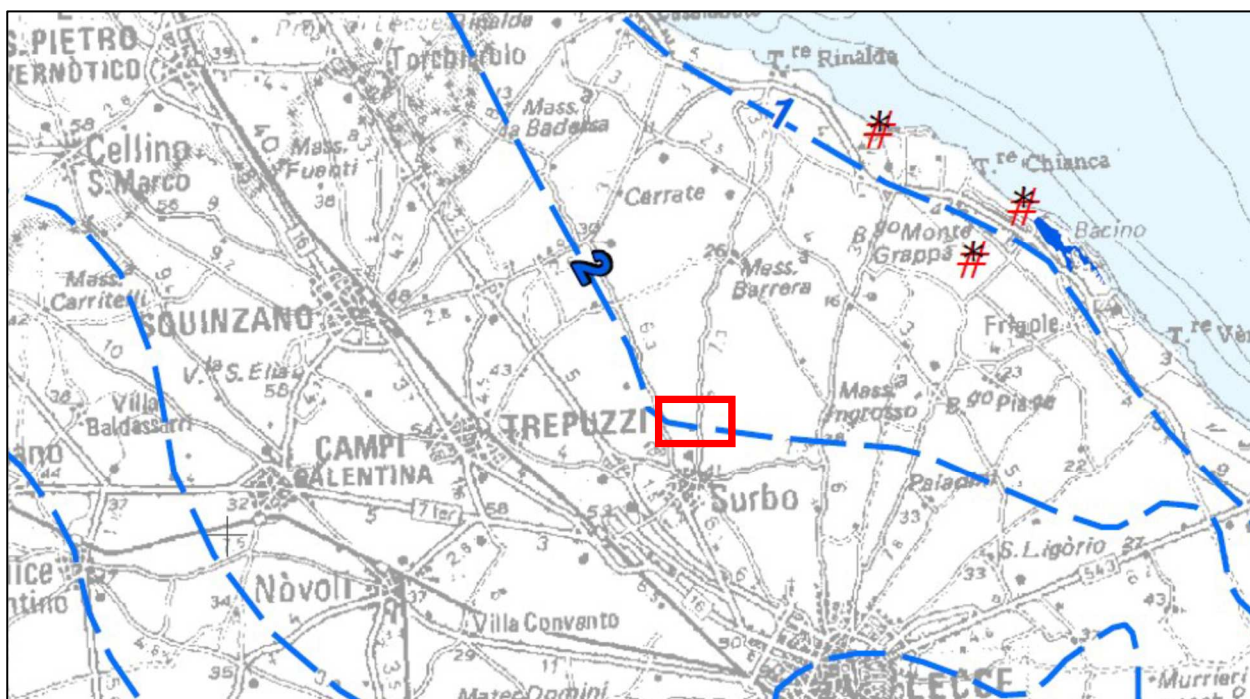





Figura 12 – Carta delle isoipse

Tale dato risulta coerente con il livello piezometrico osservato nel pozzo cod. 208081, eseguiti per la ricerca di acqua, consultabile nell'Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984) (Link: [https://sgi2.isprambiente.it/indagini/stampa\\_indagine.aspx?Codice=208081](https://sgi2.isprambiente.it/indagini/stampa_indagine.aspx?Codice=208081) , Figura 13).

 		<b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b>																																					
<b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b>																																							
<b>Dati generali</b>		<b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b>																																					
<p> <b>Codice:</b> 208081  <b>Regione:</b> PUGLIA  <b>Provincia:</b> LECCE  <b>Comune:</b> LECCE  <b>Tipologia:</b> PERFORAZIONE  <b>Opera:</b> POZZO PER ACQUA  <b>Profondità (m):</b> 66,00  <b>Quota pc slm (m):</b> ND  <b>Anno realizzazione:</b> 1990  <b>Numero diametri:</b> 0  <b>Presenza acqua:</b> SI  <b>Portata massima (l/s):</b> ND  <b>Portata esercizio (l/s):</b> 70,000  <b>Numero falde:</b> 0  <b>Numero filtri:</b> 0  <b>Numero piezometrie:</b> 1  <b>Stratigrafia:</b> SI  <b>Certificazione(*):</b> NO  <b>Numero strati:</b> 5  <b>Longitudine WGS84 (dd):</b> 18,107911  <b>Latitudine WGS84 (dd):</b> 40,433450  <b>Longitudine WGS84 (dms):</b> 18° 06' 28.48" E  <b>Latitudine WGS84 (dms):</b> 40° 26' 00.42" N    <b>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</b> </p>																																							
<b>MISURE PIEZOMETRICHE</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Data rilevamento</th> <th>Livello statico (m)</th> <th>Livello dinamico (m)</th> <th>Abbassamento (m)</th> <th>Portata (l/s)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>gen/1990</td> <td>35,00</td> <td>36,00</td> <td>1,00</td> <td>70,000</td> </tr> </tbody> </table>	Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)	gen/1990	35,00	36,00	1,00	70,000																													
Data rilevamento	Livello statico (m)	Livello dinamico (m)	Abbassamento (m)	Portata (l/s)																																			
gen/1990	35,00	36,00	1,00	70,000																																			
<b>STRATIGRAFIA</b>																																							
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Progr</th> <th>Da profondità (m)</th> <th>A profondità (m)</th> <th>Spessore (m)</th> <th>Età geologica</th> <th>Descrizione litologica</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>0,00</td> <td>0,80</td> <td>0,80</td> <td></td> <td>TERRENO VEGETALE</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>0,80</td> <td>9,00</td> <td>8,20</td> <td></td> <td>TUFACEO MAZZARO</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>9,00</td> <td>35,00</td> <td>26,00</td> <td></td> <td>CALCARE COMPATTO</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>35,00</td> <td>50,00</td> <td>15,00</td> <td></td> <td>CALCARE BIANCO COMPATTO</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>50,00</td> <td>66,00</td> <td>16,00</td> <td></td> <td>DOLOMIA DURA, FESSURATA CON RICCA FALDA DI ACQUA DOLCE</td> </tr> </tbody> </table>	Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica	1	0,00	0,80	0,80		TERRENO VEGETALE	2	0,80	9,00	8,20		TUFACEO MAZZARO	3	9,00	35,00	26,00		CALCARE COMPATTO	4	35,00	50,00	15,00		CALCARE BIANCO COMPATTO	5	50,00	66,00	16,00		DOLOMIA DURA, FESSURATA CON RICCA FALDA DI ACQUA DOLCE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica																																		
1	0,00	0,80	0,80		TERRENO VEGETALE																																		
2	0,80	9,00	8,20		TUFACEO MAZZARO																																		
3	9,00	35,00	26,00		CALCARE COMPATTO																																		
4	35,00	50,00	15,00		CALCARE BIANCO COMPATTO																																		
5	50,00	66,00	16,00		DOLOMIA DURA, FESSURATA CON RICCA FALDA DI ACQUA DOLCE																																		

ISPRA - Copyright 2018

Figura 13 – Pozzo 208081



## 7. PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO PREGRESSE

Nel febbraio 2012 sono state eseguite, in prossimità dello stabilimento delle prove di permeabilità in foro di sondaggio, del tipo Lefranc a carico costante, eseguite a varie profondità in n. 2 punti, è stato calcolato il valore del coefficiente di permeabilità  $k$  dei due litotipi principali.

La prova di permeabilità in foro P1 ha interessato le calcareniti bioclastiche più superficiali, restituendo un valore di permeabilità pari a  $k \sim 4.5 \cdot 10^{-5}$  m/s.

La prova P2 è stata effettuata a circa -8,0m dal p.c., ha interessato i calcari non cristallini stratificati e fratturati, che risultano avere un coefficiente  $k \sim 1,1 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Tali dati sono da considerarsi puntiformi e non riferiti a porzioni di acquifero relativamente grandi, a causa delle eteropie laterali all'interno del substrato.

Oltre alle prove di permeabilità in foro di sondaggio sono state eseguite delle prove di permeabilità su pozzetti.

Tale tipo di prova è puntuale, che ha interessato le calcareniti per spessori compresi tra 1 e 2 m dal p.c. attuale, consentono di determinare la permeabilità del terreno nell'intorno del punto di indagine stesso. Particolare attenzione è consistita nel realizzare un pozzetto di forma regolare e, quindi, creare la geometria adatta alla misura del tipo di permeabilità che si intende determinare.

Una volta eseguito il pozzetto si è proceduto all'immissione all'interno dello stesso di acqua, tale per cui si possa misurare l'abbassamento del livello idrico in un certo tempo.

Entrambi i litotipi descritti presentano un grado di permeabilità "medio" ed un drenaggio "buono".

Dalla documentazione tecnica fornita dal cliente, si osserva come gli scavi eseguiti per la realizzazione della vasca di prima pioggia esistente, che si attesta, per meno di 2,5 metri dal piano campagna, nella formazione calcarenitica e calcareo detritica presente in superficie, fino a circa 8,0 m di profondità, è caratterizzato da una permeabilità media pari a  $k = 4,59 \times 10^{-7}$  m/s e porosità dell'ordine del 38%. Nella stessa formazione, fino a circa 4,0 m di profondità dal piano campagna, si attesta, invece, lo scavo della vasca drenante esistente.

Per quanto riguarda i dettagli specifici delle indagini pregresse eseguite nel 2012 si rimanda all'Allegato1 del presente documento.

## 8. PROVE DI PERMEABILITÀ SITO SPECIFICHE (CAMPAGNA DI INDAGINI OTTOBRE 2024)

Al fine di definire con un livello di dettaglio maggiore il modello idrogeologico del sito e stabilire mediante prove dirette i valori di conducibilità idraulica  $k$  dei litotipi presenti, nel mese di ottobre 2024 è stata eseguita una campagna di indagini dirette, con la realizzazione di sondaggi a carotaggio continuo con prove di permeabilità in foro, sia Lefranc che Lugeon e prove di permeabilità in pozzetti esplorativi.

La campagna di indagine di ottobre 2024 è stata eseguita in punti interni all'area di proprietà di Enibioch4in Quadrivium S.r.l.; pertanto, trattasi di indagini sito-specifiche, con un maggior grado di dettaglio rispetto a quelle pregresse realizzate in prossimità dello stabilimento.

Nello specifico sono state realizzate le seguenti indagini:

**Sondaggi a carotaggio continuo fino a 10 m da p.c. con prove di permeabilità in foro:**

- **SG1** con:

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

- Prova Lefranc 1 a carico variabile:  $1,5 \div 2,5$  m da p.c.;
- Prova Lefranc 2 a carico costante:  $5,5 \div 6,0$  m da p.c.;
- Prova Lugeon 1:  $9,0 \div 10,0$  m da p.c.
- **SG2** con:
  - Prova Lefranc 1 a carico variabile:  $1,0 \div 1,5$  m da p.c.;
  - Prova Lefranc 2 a carico costante:  $2,5 \div 3,5$  m da p.c.;
- **SG3** con:
  - Prova Lefranc 1 a carico costante:  $0,5 \div 1,5$  m da p.c.;
  - Prova Lefranc 2 a carico variabile:  $2,5 \div 3,5$  m da p.c.;
- **SG3** con:
  - Prova Lefranc 1 a carico costante:  $0,5 \div 1,5$  m da p.c.;
  - Prova Lefranc 2 a carico variabile:  $2,8 \div 3,8$  m da p.c.;

### Pozzetti esplorativi con prove di permeabilità:

- **TD1÷TD4** con le seguenti dimensioni AxBxh:
  - **TD1**:  $1,8 \times 1,1 \times 0,5$  m;
  - **TD2**:  $2,0 \times 1,5 \times 0,5$  m;
  - **TD3**:  $1,7 \times 1,4 \times 1,5$  m;
  - **TD4**:  $1,8 \times 0,6 \times 0,5$  m.

Nella figura seguente è rappresentata l'ubicazione delle indagini eseguite.



Figura 14 – Ubicazione indagini eseguite – ottobre 2024

Nei paragrafi seguenti si riportano e descrivono i risultati delle indagini eseguite distinte tra sondaggi a carotaggio continuo e pozzetti esplorativi.

## 8.1. SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO CON PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO

### Sondaggio SG1


		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
Committente: AMBIENTE S.p.A Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
SG1	40°25'26.11"N 18°7'18.07"E	m.l.m.m. = 33,0	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
09/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica		Falda rilevata
					Cardiere
					Rivestimento
					Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )
					Prova permeab. in foro
					Prova in foro SPT
					Campione
					% di carotaggio
					R.Q.D. %
					Schema strumentaz. in foro
					Profondità
					Riempiimento
					Tubazione
0,50	0,50		Terreni di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra.		
5,10	4,60		Calcarene bioclastica di colore biancastro, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.	1,5 Lef. 1 2,5	1,0 2,0 3,0 4,0 5,0
10,00	4,90		Calcare biancastro tenace, fratturato, le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.	5,5 Lef. 2 6,0 9,0 Lug. 1 10,0	6,0 7,0 8,0 9,0 10,0

Figura 15 – Stratigrafia sondaggio SG1





Figura 16 – Cassette catalogatrici sondaggio SG1

**Prova di Permeabilità Lefranc SG1 a carico variabile 1,5 ÷ 2,5 m da p.c.**

Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
1,50 - 2,50	0,101	1,00	= 1,2	=

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,000		
0,25	15	0,760		5,21E-05
0,5	30	1,250		4,31E-05
0,65	40	1,460		3,29E-05
0,83	50	1,680		3,90E-05
1	60	1,890		4,29E-05
1,5	90	2,430		5,11E-05

**SCHEMA DELLA PROVA**

**CALCOLO**

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln(h_1 / h_2)$$

**K= 4,56E-05     m/s**

A (m²) area di base del foro

t₁(sec) tempi ai quali si misurano h₁ e h₂

t₂(sec)

h₁ (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di

h₂ (m) prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ [1,5 L/d_2] + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

d₁ (m) diametro interno del rivestimento

d₂ (m) diametro tasca di prova

Figura 17 – Prova Lefranc 1 a carico variabile – SG1

**Prova di Permeabilità Lefranc SG1 a carico costante 5,5 ÷ 6,0 m da p.c.**

Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
5,5 - 6,0	0,101	0,50	≈ 1,00	≈

PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

SCHEMA DELLA PROVA

Il diagramma illustra la configurazione di una prova di permeabilità Lefranc a carico costante. Un tubo verticale è parzialmente immerso in un liquido. La parte immersa ha una lunghezza indicata da 'L' e un diametro indicato da 'd<sub>2</sub>'. Una colonna d'acqua sopra il liquido nel tubo è sostenuta da un carico 'H', rappresentato da una freccia verso l'alto e una linea orizzontale. La superficie del liquido nel tubo è indicata da una linea orizzontale.

CALCOLO

$K = Q / CH$

$K = 7,85E-03 \text{ m/s}$

Q (l/s)

0,667

Q (m<sup>3</sup>/s)

6,67E-04

H (m)

altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

C (m)

Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2 ]^{0,5} \}$

L (m)

lunghezza della tasca di prova

d<sub>2</sub> (m)

diametro tasca di prova

Figura 18 – Prova Lefranc 2 a carico costante – SG1

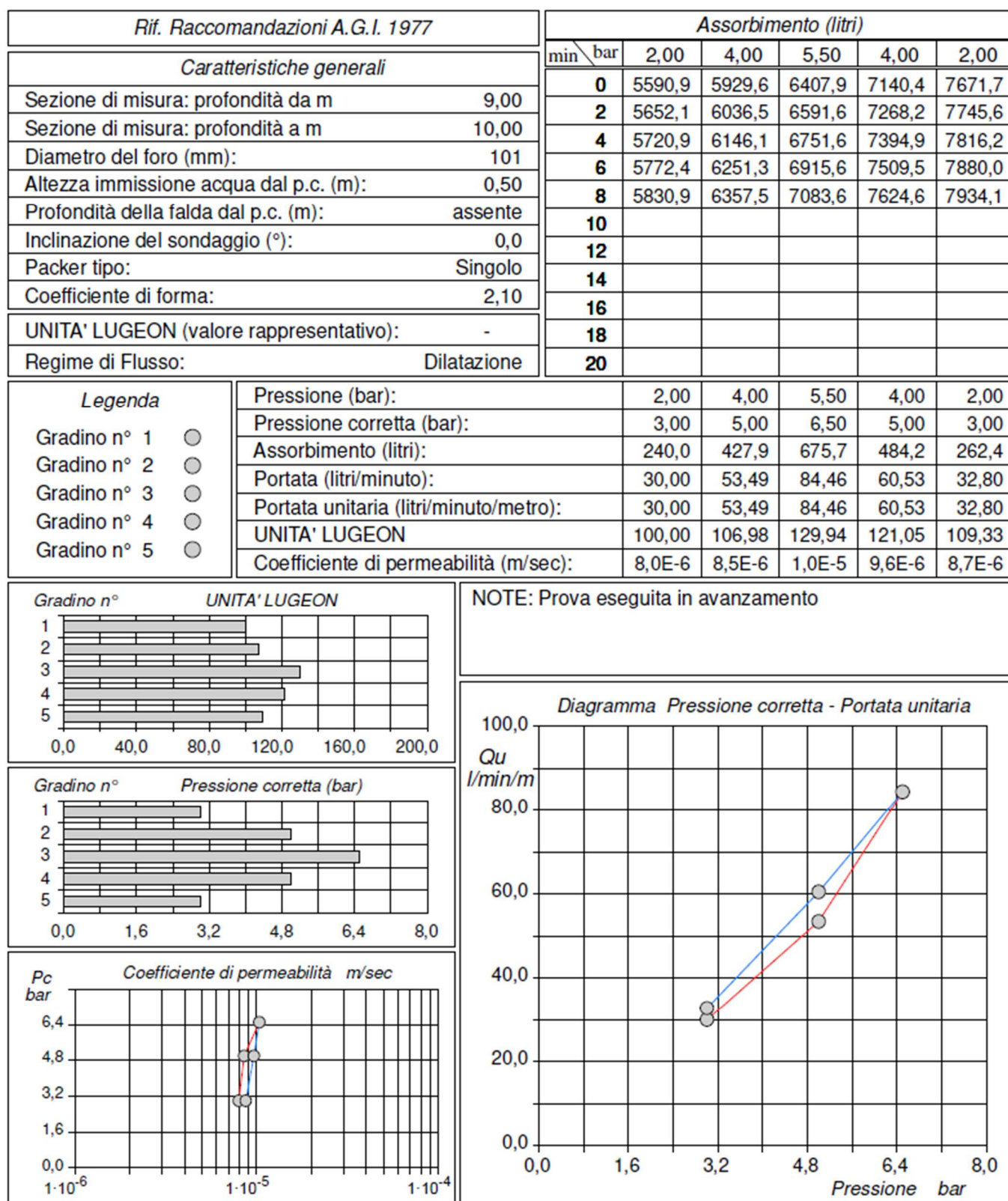
**Prova di Permeabilità in roccia Lugeon 9,0 ÷ 10,0 m da p.c.**


Figura 19 – Prova Lugeon – SG1



# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

## Sondaggio SG2

Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori	Geologo		Perforatore																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
SG2		40°25'28.16"N 18° 7'16.93"E		m.l.m.m. ≈ 33.0	Ambiente S.p.A.	L. Candido		C. Spampinato																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Data inizio/fine		Profondità	Diametro	Metodo di perforazione		Impianto di perforazione		Commessa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
11/10/2024		10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo		Frasche ML		XX/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. in foro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
												01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	Profondità	Riempimento	Tubazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
			Terreni di copertura costituiti da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra, con livelli limosi biancastri					1,0																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				

Figura 20 – Stratigrafia sondaggio SG2



Figura 21 – Cassette catalogatrici sondaggio SG2

**Prova di Permeabilità Lefranc SG2 a carico variabile 1,0 ÷ 1,5 m da p.c.**

Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
1,00 - 1,50	0,101	0,50	= 1,6	=

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE**

<b>TEMPI</b>		<b>ABBASSAMENTI</b>		<b>COEFFICIENTE K</b>
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,000		
0,25	15	0,500		5,91E-05
0,5	30	0,900		5,72E-05
0,75	45	1,300		7,03E-05
1	60	1,630		7,33E-05
1,5	90	2,200		9,64E-05
1,75	105	2,460		1,56E-04
2	120	2,580		1,13E-04

**CALCOLO**

$$K(m/s) = \frac{A}{C(t_2 - t_1)} * \ln(h_1 / h_2)$$

$K= 1,20E-04 \quad m/s$

A (m²) area di base del foro

t₁ (sec) tempi ai quali si misurano h₁ e h₂

t₂ (sec)

h₁ (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di

h₂ (m) prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂

C (m) Coefficiente di forma      (Hvorslev et alii)

$$C = \left\{ \pi L / \ln \left[ \left( 1 + \frac{L}{d_2} \right)^2 + \left( 1 + \frac{L}{d_1} \right)^2 \right]^{0.5} \right\}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

d₁ (m) diametro interno del rivestimento

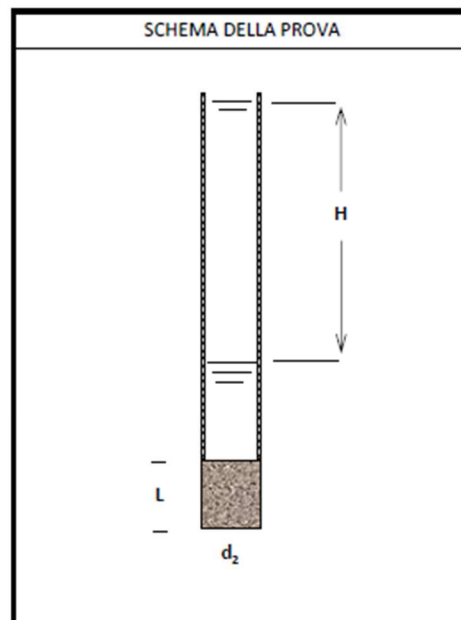
d₂ (m) diametro tasca di prova

Figura 22 – Prova Lefranc 1 a carico variabile – SG2

**Prova di Permeabilità Lefranc SG2 a carico costante 2,5 ÷ 3,5 m da p.c.**

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
11 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
2,5 - 3,5	0,101	1,00	≈ 2,00	≈

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**



--

**CALCOLO**

$$K = Q / CH$$

$$K = 3,47E-03 \text{ m/s}$$

Q (l/s) 0,250  
Q (m<sup>3</sup>/s) 2,50E-04

H (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

d<sub>2</sub> (m) diametro tasca di prova

Figura 23 – Prova Lefranc 2 a carico costante – SG2

DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

**Sondaggio SG3**

Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
SG3		40°25'30.01"N 18° 7'19.34"E		m.l.m.m. ≈ 32.0	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																		
Data inizio/fine		Profondità	Diametro	Metodo di perforazione		Impianto di perforazione		Commessa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
10-11/10/2024		10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo		Fraste ML		XX/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. in foro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																			
												01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Profondità	Rimpimento	Tubazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																							
0.50	0.50		Terreno di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra.					0.5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																	</

Figura 24 – Stratigrafia sondaggio SG3



## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica



Figura 25 – Cassette catalogatrici sondaggio SG3

### Prova di Permeabilità Lefranc SG3 a carico costante 0,5 ÷ 1,5 m da p.c.

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
10 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	livello falda (m)
0,5 - 1,5	0,101	1,00	≈ 0,80	≈

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**

**SCHEMA DELLA PROVA**

**CALCOLO**

$K = Q / CH$   $K = 3,13E-04 \text{ m/s}$

$Q \text{ (l/s)}$  0,063

$Q \text{ (m}^3\text{/s)}$  6,25E-05

$H \text{ (m)}$  altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

$C \text{ (m)}$  Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$

$L \text{ (m)}$  lunghezza della tasca di prova

$d_2 \text{ (m)}$  diametro tasca di prova

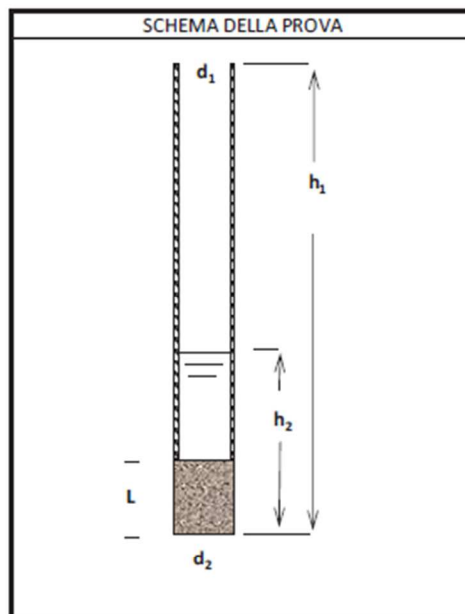
Figura 26 – Prova Lefranc 1 a carico costante – SG3

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

**Prova di Permeabilità Lefranc SG3 a carico variabile 2,5 ÷ 3,5 m da p.c.**

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
10/10/2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
2,50 - 3,50	0,101	1,00	≈ 0,7	≈

### PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

[illegible]

### CALCOLO

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln(h_1 / h_2)$$

$K = 1,62E-05 \text{ m/s}$

$A \text{ (m}^2\text{)}$  area di base del foro

$t_1(\text{sec})$  tempi ai quali si misurano  $h_1$  e  $h_2$

 $t_2(\text{sec})$ 

$h_1$  (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di

$h_2$  (m) prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti  $t_1$  e  $t_2$

**C (m)** Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

$d_1$  (m) diametro interno del rivestimento

$d_p$  (m) diametro tasca di prova

Figura 27 – Prova Lefranc 2 a carico variabile – SG3

# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

## Sondaggio SG4

Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori		Geologo		Perforatore															
SG4		40°25'28.39"N 18° 7'23.41" E		m.l.m.m. ≈ 32,0	Ambiente S.p.A.		≈		C. Spampinato															
Data inizio/fine		Profondità	Diametro	Metodo di perforazione		Impianto di perforazione		Commessa																
10/10/2024		10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo		Fraste ML		XX/24																
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %					Schema strumentaz. in foro							
												01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	Profondità	Riempimento	Tubazione
0,50	0,50		Terreno di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra misto a terreno vegetale marrone rossastro					0,5																
			Calcarenite bioclastica di colore biancastro-avana, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.	Ø=101 mm		Ø=127 mm		Lef. 1										1,0						
								1,5														2,0		
								2,8														3,0		
								Lef. 2														4,0		
								3,8														5,0		
			Calcare biancastro tenace, fratturato, le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.								100%							6,0						
																						7,0		
																						8,0		
																						9,0		
																						10,0		
8,00	7,40																							
10,00	2,00																							

Figura 28 – Stratigrafia sondaggio SG4





Figura 29 – Cassette catalogatrici sondaggio SG4

**Prova di Permeabilità Lefranc SG4 a carico costante 0,5 ÷ 1,5 m da p.c.**

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
10 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
0,5 - 1,5	0,101	1,00	= 0,80	=

PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE

SCHEMA DELLA PROVA

CALCOLO	
$K = Q / CH$	$K = 2,55E-04 \text{ m/s}$
Q (l/s) 0,051	
Q (m³/s) 5,10E-05	
H (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso	
C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)	
$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L / d_2) + [1 + (1,5 L / d_2)^2]^{0,5} \}$	
L (m) lunghezza della tasca di prova	
d <sub>2</sub> (m) diametro tasca di prova	

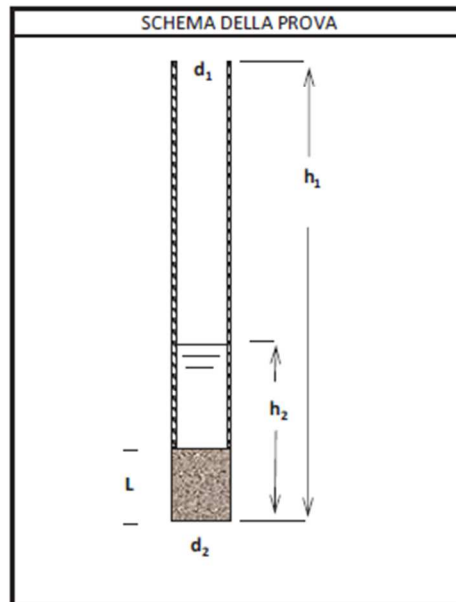
Figura 30 – Prova Lefranc 1 a carico costante – SG4

**Prova di Permeabilità Lefranc SG4 a carico variabile 2,8 ÷ 3,8 m da p.c.**

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
10/10/2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
2,80 - 3,80	0,101	1,00	≈ 1,7	≈

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,000		
0,25	15	0,300		1,19E-05
0,5	30	0,370		2,88E-06
1	60	0,680		6,66E-06
2	120	1,200		6,16E-06
3	180	1,600		5,35E-06
4	240	2,000		6,02E-06
5	300	2,460		8,00E-06
6	360	2,810		7,13E-06
8	480	3,340		6,66E-06
10	600	3,680		5,51E-06




**CALCOLO**

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln(h_1 / h_2)$$

$$K = 6,40E-06 \quad m/s$$

A (m<sup>2</sup>) area di base del foro

t<sub>1</sub>(sec) tempi ai quali si misurano h<sub>1</sub> e h<sub>2</sub>

t<sub>2</sub>(sec)

h<sub>1</sub> (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di

h<sub>2</sub> (m) prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub>

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

d<sub>1</sub> (m) diametro interno del rivestimento

d<sub>2</sub> (m) diametro tasca di prova

Figura 31 – Prova Lefranc 2 a carico variabile – SG4

## 8.2. POZZETTI ESPLORATIVI CON PROVE DI PERMEABILITÀ LEFRANC A CARICO VARIABILE

## Pozzetto TD1

[illegible]

*Figura 32 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD1*





Figura 33 – Fotografie pozzetto esplorativo TD1

### **Prova di Permeabilità in pozzetto TD1 a carico variabile**

Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
<b>TDI</b>	<b>1</b>	40°25'26.13"N 18° 7'20.01"E	≈ 32,0 m	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data						
9 ottobre 2024						
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)
1,8 x 1,1 x 0,5		≈ 0,0		0,30		≈ 0,20

**PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	second	m		m/s
0	0	0,300		
1	60	0,295		1,36E-05
2	120	0,292		8,21E-06
5	300	0,265		2,51E-05
10	600	0,227		2,21E-05
15	900	0,200		1,65E-05
20	1200	0,170		1,93E-05
30	1800	0,120		1,74E-05
40	2400	0,085		1,35E-05
45	2700	0,068		1,41E-05
50	3000	0,045		2,03E-05

**Il pozzetto di base AxB è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b**

**SCHEMA DELLA PROVA**

**CALCOLO**

$$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 \cdot h_m / b)] / [(27 h_m / b) + 3] \}$$

**b**    lato del pozzetto a base quadrata (m)    **1,41**

**(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>)**    intervallo di tempo (s)

**(h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>)**    variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)

**h<sub>m</sub>**    altezza media dell'acqua

**K = 1,68E-05    m/s**

Figura 34 – Prova di permeabilità pozzetto TD1

DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

**Pozzetto TD2**

Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori		Geologo		Perforatore																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
TD2		40°25'29.85"N 18° 7'21.56"E		m.l.m.m. ≈ 32,0	Ambiente S.p.A.		L. Candido		C. Spampinato																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																									
Data inizio/fine		Profondità m	Diametro mm	Metodo di perforazione		Impianto di perforazione		Commessa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
10/10/2024		0,5	≈	Scavo meccanico		Escavatore		XX/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Vane Test	Prova in foro	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. in foro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
												01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Profondità	Riempimento	Tubazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
0,2	0,2		Terreno vegetale misto a terreno di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																															

Figura 35 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD2

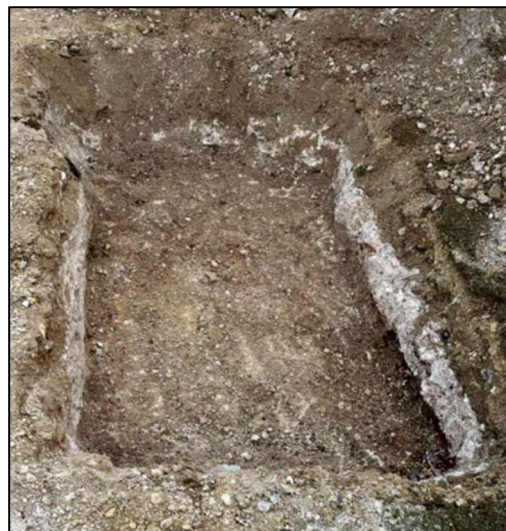


Figura 36 – Fotografie pozzetto esplorativo TD2

**Prova di Permeabilità in pozzetto TD2 a carico variabile**

Data					
10 ottobre 2024					
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)	
2,0 x 1,5 x 0,5		= 0,00		0,28	
				Quota pelo acqua da p.r. (m)	
				= 0,22	

PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO

TEMPI		ABBASSAMENTI			COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m			m/s
0	0	0,280			
1	60	0,280			1,50E-06
2	120	0,279			1,50E-06
5	300	0,279			5,00E-07
10	600	0,278			3,00E-07
20	1200	0,276			6,01E-07
30	1800	0,274			6,03E-07
50	3000	0,272			3,02E-07
70	4200	0,269			4,55E-07

SCHEMA DELLA PROVA

Il pozzetto di base AxB è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b

CALCOLO

$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 * h_m / b)] / [(27 h_m / b) + 3] \}$		$K = 4,74E-07 \quad m/s$
b	lato del pozzetto a base quadrata (m)	1,73
(t <sub>2</sub> -t <sub>1</sub> )	intervallo di tempo (s)	
(h <sub>1</sub> -h <sub>2</sub> )	variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)	
h <sub>m</sub>	altezza media dell'acqua	

Figura 37 – Prova di permeabilità pozzetto TD2



DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

**Pozzetto TD3**


Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori		Geologo		Perforatore														
TD3		40°25'30.03"N 18° 7' 18.98"E		m.l.m.m. ≈ 33,0	Ambiente S.p.A.		L. Candido		C. Spampinato														
Data inizio/fine		Profondità m	Diametro mm	Metodo di perforazione			Impianto di perforazione			Commissa													
10/10/2024		1,5	≈	Scavo meccanico			Escavatore			XX/24													
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Vane Test	Prova in foro	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %						Schema strumentaz. in foro					
												01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
0,7	0,7		Terreno vegetale misto a terreno di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.																		0,1		
1,1	0,4		Materiale carbonatico limo sabbioso biancastro																		0,2		
1,5	0,4		Calcarenite grossolana fratturata e alterata mista a sabbia di colore marrone rossastro																		0,3		

Figura 38 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD3



*Figura 39 – Fotografie pozzetto esplorativo TD3*

### **Prova di Permeabilità in pozzetto TD3 a carico variabile**

Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
TD3	1	40°25'30.03"N 18°7'18.98"E	= 33,0 m	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data						
10 ottobre 2024						
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)
1,7 x 1,4 x 1,5		= 0,00		0,40		= 1,1

PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO

TEMPI		ABBASSAMENTI			COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m			m/s
0	0	0,400			
1	60	0,370			7,70E-05
3	180	0,330			5,31E-05
5	300	0,290			5,55E-05
10	600	0,240			2,93E-05
20	1200	0,170			2,24E-05
30	1800	0,120			1,79E-05

Figura 40 – Prova di permeabilità pozzetto TD3

# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

## Pozzetto TD4

Denominazione sondaggio		Coordinate UTM WGS84		Quota	Direzione Lavori		Geologo		Perforatore																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
TD4		40°25'28.00"N 18° 7'23.48"E		m.l.m. ≈ 33.0	Ambiente S.p.A.		L. Candido		C. Spampinato																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
Data inizio/fine		Profondità m	Diametro mm	Metodo di perforazione		Impianto di perforazione		Commessa																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
10/10/2024		1,8	≈	Scavo meccanico		Escavatore		XX/24																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																						
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Vane Test	Prova in foro	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. in foro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																								
												0-1	0-2	0-3	0-4	0-5	0-6	0-7	0-8	0-9	0-10	0-11	0-12	0-13	0-14	0-15	0-16	0-17	0-18	0-19	0-20	Profondità	Riempimento	Tubazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																												
1.3	1.3		Materiale di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											

Figura 41 – Stratigrafia pozzetto esplorativo TD4



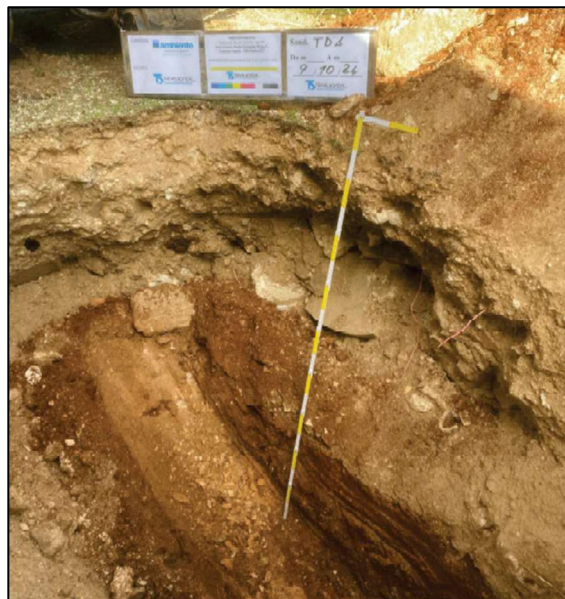


Figura 42 – Fotografie pozzetto esplorativo TD4

### **Prova di Permeabilità in pozzetto TD4 a carico variabile**

Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
<b>TD4</b>	<b>1</b>	40°25'28.00"N 18° 7'23.48"E	≈ 33,0 m	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data						
10 ottobre 2024						
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)
1,8 x 0,6 x 0,5		≈ 1,05		0,51		≈ 0,24

**PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,510		
1	60	0,495		3,06E-05
2	120	0,490		1,03E-05
4	240	0,473		1,76E-05
10	600	0,450		8,05E-06
15	900	0,420		1,28E-05
20	1200	0,400		8,74E-06
30	1800	0,360		8,97E-06
40	2400	0,330		6,95E-06
50	3000	0,260		1,72E-05
55	3300	0,220		2,11E-05
60	3600	0,190		1,67E-05

**SCHEMA DELLA PROVA**

Il pozzetto di base AxB è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b

**CALCOLO**

$$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 * h_m / b)] / [(27 h_m / b) + 3] \}$$

**b** lato del pozzetto a base quadrata (m)      **1,04**

**(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>)** intervallo di tempo (s)

**(h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>)** variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)

**h<sub>m</sub>** altezza media dell'acqua

**K = 1,23E-05    m/s**

*Figura 43 – Prova di permeabilità pozzetto TD4*

### **8.3. SINTESI DEI RISULTATI DELLE INDAGINI ESEGUITE**

Considerando le stratigrafie ricostruite nel corso delle indagini eseguite nella campagna di ottobre 2024, nel sottosuolo dell'area dell'impianto è presente il seguente assetto litostratigrafico:

- 0,5 ÷ 1,0 m da p.c. (spessori maggiori rilevati in corrispondenza di SG2) – Terreno di copertura costituito da misto stabilizzato, terreno vegetale marrone rossastro e sabbia ghiaiosa biancastra;
- 0,6 ÷ 6,2 m da p.c. (con profondità massima di 8 m da p.c. rilevata in corrispondenza di SG4) – Calcarenite bioclastica di colore biancastro-avana con resti di macrofossili ben visibili, cementata e litoide a grana da media a medio-fine;
- 6,2 ÷ almeno 10 m da p.c. – Calcare biancastro litoide spesso fratturato; le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.

Lo spessore della calcarenite bioclastica varia nel sottosuolo dell'area dell'impianto, da un valore minimo di 4,6 m in SG1 ad un valore massimo di 7,4 m in SG4.

Mentre lo spessore del terreno di copertura varia da un valore minimo di 0,5 m in SG1 ad un massimo di 1,0 m in SG2.

Nella tabella di seguito riportata, sono sintetizzati tutti i valori di conducibilità idraulica calcolati con le elaborazioni delle prove Lefranc, Lugeon e in pozzetto esplorativo.

Per maggiori dettagli riguardanti le indagini eseguite si rimanda all'Allegato 2 del presente documento.

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

Litologia	Profondità (m da p.c.)	Conducibilità idraulica k (m/s)	SG1	SG2	SG3	SG4	TD1	TD2	TD3	TD4
Terreno di copertura	0,0 ÷ 0,5		-	-	-		$1,62 \cdot 10^{-5}$	$4,74 \cdot 10^{-7}$	-	$1,23 \cdot 10^{-5}$
	0,5 ÷ 1,5		-	-	$3,13 \cdot 10^{-4}$	$2,55 \cdot 10^{-4}$	-	-	$2,75 \cdot 10^{-5}$	
	1,0 ÷ 1,5		-	$1,20 \cdot 10^{-4}$	-	-	-		-	-
Calcarenit e bioclastica	1,5 ÷ 2,5		$4,56 \cdot 10^{-5}$	-	-	-	-	-		-
	2,5 ÷ 3,5		-	$3,47 \cdot 10^{-3}$	$1,62 \cdot 10^{-5}$	-	-	-	-	-
	2,8 ÷ 3,8		-	-	-	$6,40 \cdot 10^{-6}$	-	-	-	-
Calcare	5,5 ÷ 6,0		$7,85 \cdot 10^{-3}$	-	-	-	-	-	-	-

*Tabella 1 – Sintesi valori di conducibilità idraulica k*

Nell' intervallo di profondità corrispondenza ai terreni di copertura si rilevano valori massimi di k, pari a  $1,20 \cdot 10^{-4}$  m/s e valori minimi di  $4,74 \cdot 10^{-7}$  m/s.

Nelle calcareniti bioclastiche si rilevano valori massimi di k pari a  $3,47 \cdot 10^{-3}$  m/s e valori minimi di  $6,40 \cdot 10^{-6}$  m/s. I calcari risultano essere caratterizzati da un valore di conducibilità idraulica mediamente maggiore,  $7,85 \cdot 10^{-3}$  m/s.

Ai fini dei calcoli di dimensionamento delle opere previste nel documento "Relazione tecnica specialistica sulla gestione delle acque meteoriche", operando a favore di sicurezza, è stato considerato come valore di k di riferimento, quello inferiore per i primi 2,5 m di terreno (intervallo 0,5 ÷ 2,5 m da p.c.), ovvero  $4,56 \times 10^{-5}$ .

Nelle seguenti figure sono distribuiti i valori di conducibilità idraulica k calcolati con le prove eseguite riassunti nella tabella di cui sopra, rispettivamente per quanto riguarda, il terreno di copertura, le calcareniti bioclastiche e il calcare.



DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

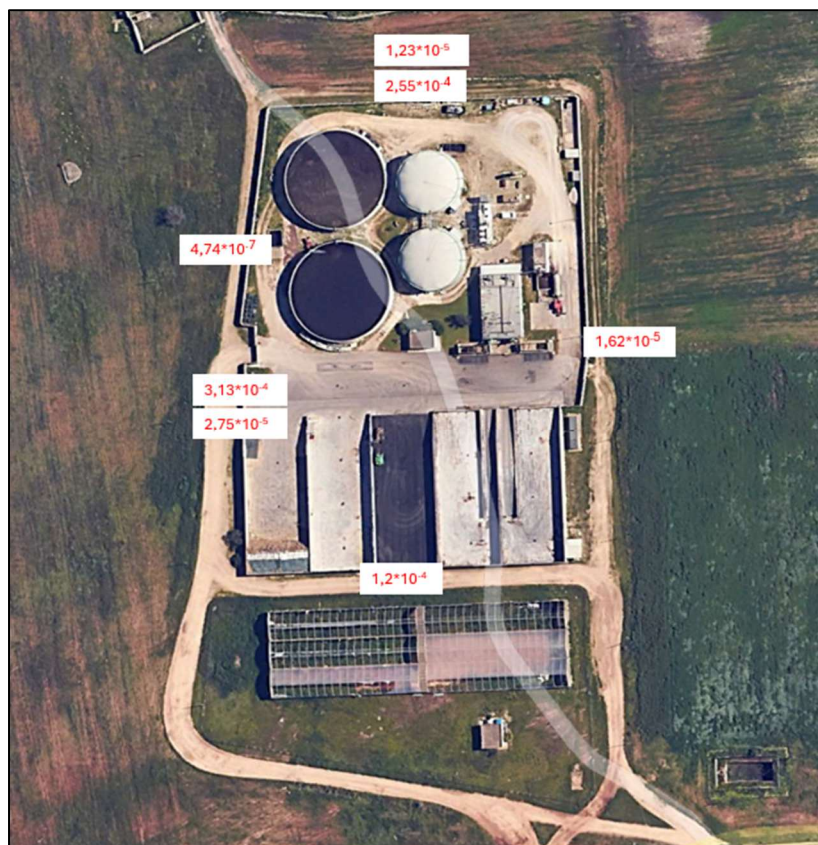


Figura 44 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica  $k$  nei terreni di copertura



Figura 45 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica  $k$  nelle calcareniti bioclastiche



Figura 46 – Distribuzione valori di conducibilità idraulica  $k$  nei calcari

## 9. VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO

Nel presente capitolo è sviluppata, così come richiesto dagli Enti, una valutazione circa la vulnerabilità dell'acquifero sottostante l'area dell'impianto.

Si precisa che le acque che saranno scaricate nel suolo, mediante vasca e pozzi disperdenti, sono acque meteoriche di seconda pioggia, dato che, come già indicato nel corpo del documento, le acque meteoriche di prima pioggia saranno rimpiegate nel processo. Pertanto, benché nel caso in esame si tratti di acque meteoriche di seconda pioggia, si è deciso di applicare cautelativamente per la definizione del livello di vulnerabilità, riferendosi espressamente a quanto già indicato nella "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis, il metodo "DRASTIC".

Ai fini della definizione della vulnerabilità dell'acquifero profondo, con falda caratterizzata da una soggiacenza di circa 30 m dal p.c. attuale, è condizionata da numerosi fattori sia di tipo geologico (litologia, giacitura e spessore degli strati), sia di tipo tessiturale (porosità e permeabilità) dei singoli livelli.

In particolare, per stimare la vulnerabilità di un acquifero è necessario acquisire tutti i dati relativi allo stesso facendo ricorso a metodi standardizzati che prevedono l'uso di pesi per i diversi parametri.

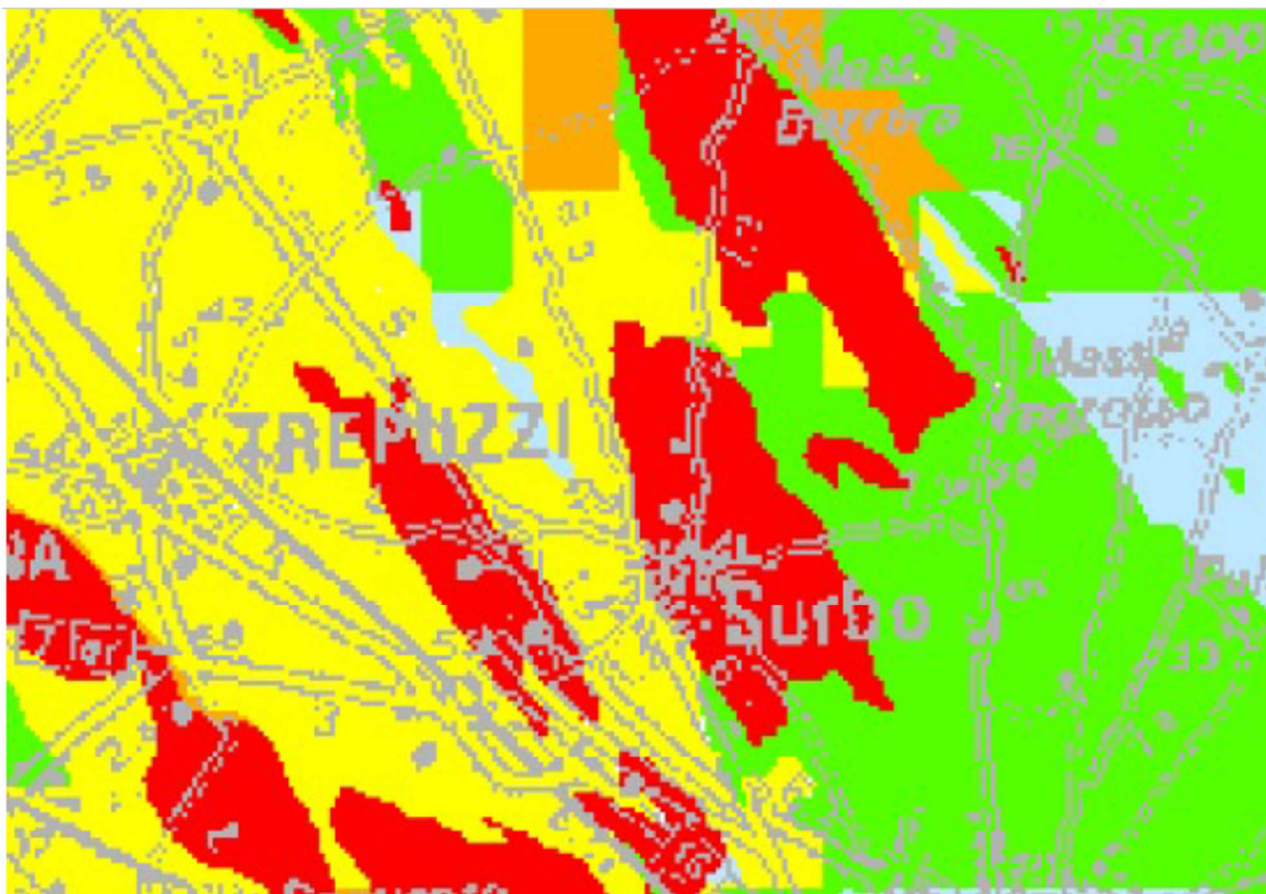
Nel caso in esame, come accennato, si è scelto di applicare la metodologia "DRASTIC" la quale garantisce il maggior numero di parametri di ingresso per il calcolo dell'indice di vulnerabilità intrinseca:

- Soggiacenza: 29.5 metri
- Ricarica attiva: 125,5 mm/anno
- Litologia dell'acquifero: formazione carbonatica fratturata



- Tipologia del terreno di copertura: calcarenitico
- Acclività della superficie: 0-2 %
- Litologia dell'insaturo: alternanza di sabbie calcaree ed arenarie
- Conducibilità idraulica: 215 gp/d/ft2

Applicando a ciascuno dei precedenti il punteggio corrispondente e moltiplicandolo per il peso assegnato, si ottiene il valore dell'indice di vulnerabilità corrispondente alla classe **vulnerabilità moderata**.



## Legenda

### ZONIZZAZIONE DELLA VULNERABILITA' INTEGRATA DAL FATTORE PLUVIOMETRICO

(Metodo COP modificato\_AE COST 620)

<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità elevata
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità alta
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità moderata
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità bassa
<span style="display: inline-block; width: 20px; height: 10px; background-color: lightblue; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità molto bassa

Figura 47 – Valutazione vulnerabilità acquifero e relativa legenda (fonte: "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis)



## 10.CONCLUSIONI

Ambiente ha redatto il presente documento “*Relazione idrogeologica*” per l’impianto di digestione anaerobica di biomasse ubicato a Surbo (“Sito”), in provincia di Lecce, oggetto di riconversione a biometano, con l’obiettivo di descrivere la capacità di assorbimento dei terreni e definire la vulnerabilità dell’acquifero.

Il sottosuolo è composto da calcareniti e calcari caratterizzati da una permeabilità variabile in funzione dello stato di fatturazione.

Nel febbraio 2012 sono state eseguite, in prossimità dello stabilimento delle prove di permeabilità in foro di sondaggio, del tipo Lefranc a carico costante, eseguite a varie profondità in n. 2 punti, è stato calcolato il valore del coefficiente di permeabilità  $k$  dei due litotipi principali.

La prova di permeabilità che ha interessato le calcareniti bioclastiche più superficiali, ha restituito un valore di permeabilità pari a  $k \sim 4.5 \cdot 10^{-5}$  m/s.

La prova di permeabilità che ha interessato i calcari non cristallini stratificati e fratturati, ha restituito un valore di permeabilità pari a  $k \sim 1,1 \cdot 10^{-4}$  m/s.

Recentemente, nel mese di ottobre 2024, è stata condotta una campagna di indagini sito-specifiche per la determinazione della conducibilità idraulica  $k$ , in punti interni al sito; pertanto, con un maggior grado di dettaglio rispetto a quelle pregresse realizzate in prossimità dello stabilimento.

Nello specifico i test eseguiti nel corso della campagna di indagini di ottobre 2024 hanno evidenziato i seguenti risultati:

### **Sondaggi a carotaggio continuo con prove di permeabilità in foro:**

- Sondaggio **SG1**:
  - Prova Lefranc 1 a carico variabile: 1,5 ÷ 2,5 m da p.c.,  $k = 4,56 \times 10^{-5}$  m/s;
  - Prova Lefranc 2 a carico costante: 5,5 ÷ 6,0 m da p.c.,  $k = 7,85 \times 10^{-3}$  m/s;
  - Prova Lugeon 1: 9,0 ÷ 10,0 m da p.c.,  $l = 8,0 \times 10^{-6}$  m/s.
- Sondaggio **SG2**:
  - Prova Lefranc 1 a carico variabile: 1,0 ÷ 1,5 m da p.c.,  $k = 1,20 \times 10^{-4}$  m/s;
  - Prova Lefranc 2 a carico costante: 2,5 ÷ 3,5 m da p.c.,  $k = 3,47 \times 10^{-3}$  m/s;
- Sondaggio **SG3**:
  - Prova Lefranc 1 a carico costante: 0,5 ÷ 1,5 m da p.c.,  $k = 3,13 \times 10^{-4}$  m/s;
  - Prova Lefranc 2 a carico variabile: 2,5 ÷ 3,5 m da p.c.,  $k = 1,62 \times 10^{-5}$  m/s;
- Sondaggio **SG3**:
  - Prova Lefranc 1 a carico costante: 0,5 ÷ 1,5 m da p.c.,  $k = 2,55 \times 10^{-4}$  m/s;
  - Prova Lefranc 2 a carico variabile: 2,8 ÷ 3,8 m da p.c.,  $k = 6,40 \times 10^{-6}$  m/s;

### **Pozzetti esplorativi con prove di permeabilità:**

- **TD1**: 1,8 x 1,1 x 0,5 m,  $k = 1,68 \times 10^{-5}$  m/s;
- **TD2**: 2,0 x 1,5 x 0,5 m,  $k = 4,74 \times 10^{-7}$  m/s;
- **TD3**: 1,7 x 1,4 x 1,5 m,  $k = 2,75 \times 10^{-5}$  m/s;
- **TD4**: 1,8 x 0,6 x 0,5 m,  $k = 1,23 \times 10^{-5}$  m/s.

Operando a favore di sicurezza si decide di assumere quale coefficiente di permeabilità  $K$ , per i successivi dimensionamenti, il valore inferiore per l’intervallo 0,5 ÷ 2,5 m, ovvero:

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

$$K = 4,56 * 10^{-5} \text{ m/s}$$

Applicando la metodologia "DRASTIC", la quale garantisce il maggior numero di parametri di ingresso per il calcolo dell'indice di vulnerabilità intrinseca, si ottiene il valore dell'indice di vulnerabilità corrispondente alla classe **vulnerabilità moderata**; tuttavia:


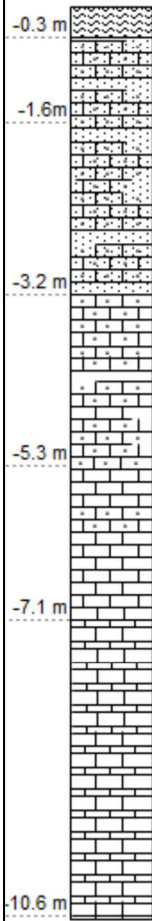

- vista la scarsa capacità di assorbimento delle rocce presenti nel sottosuolo del sito in esame;
- visto il fatto che le acque di scarico saranno esclusivamente acque meteoriche di seconda pioggia, dato che le acque di prima pioggia saranno rimpiegate nel processo;

si ritiene che il franco di sicurezza rappresentato da uno strato di roccia anidra, tra la base dei dispositivi di infiltrazione e la falda, avente uno spessore di 8,5 m, sia ampiamente idoneo a garantire e preservare la falda sottostante.

**ALLEGATO 1: LOG STRATIGRAFICI INDAGINI PREGRESSE (FEBBRAIO 2012)**



## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

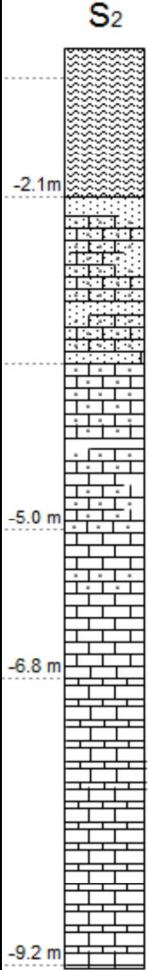

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm				
	Committente: Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l. F° 7 part.IIa 129			
	Cantiere: s.p. 236 - Surbo Nord (LE)			
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>
<p><b>S<sub>1</sub></b></p> 	<p>p.campagna </p> <p>Terreno vegetale limo-sabbioso di colore rossastro</p>			
	<p>Calcarene bioclastica a grana medio-grossolana ben cementata (al tetto più alterata) con numerosi modelli interni di lamellibranchi, di color avana. In carote con h&gt;10cm.</p>			
	<p>Calcarene bioclastica a grana medio-grossolana ben cementata e con inclusioni calcaree più chiare tenaci di colore avana-grigiastro.</p>			
	<p>Straterelli di calcare detritico avana con modelli interni di lamellibranchi in carote alternato a livelli calcarenitici. (In carote e frammenti).</p>			
	<p>Calcare non cristallino bianco (litografico) RQD &lt; 20%.</p>			
Quota s.l.m.m.	Livello statico	16/02/2012		



**S1 - Agroenergie Mazzarella Soc. Agricola S.r.l.**


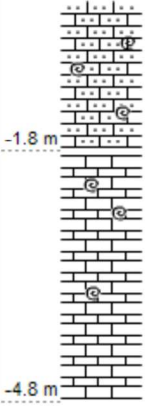


# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm					
<b>GEOPRO</b> Sondaggio - geognostica		Committente: Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l. F° 7 part.IIa 129 Cantiere: Masseria Coppola - Surbo Nord (LE)			
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\phi$
	<p>p.campagna </p> <p>Terreno vegetale limo-sabbioso di colore rossastro</p> <p>Calcarene bioclastica a grana medio-grossolana ben cementata (al tetto più alterata) con numerosi modelli interni di lamellibranchi, di color avana in carote con h&gt;10cm</p> <p>Calcarene bioclastica a grana medio-grossolana ben cementata, più scura e con inclusioni calcaree più chiare tenaci</p> <p>Straterelli di calcare detritico avana con modelli interni di lamellibranchi in carote alternato a livelli calcarenitici (in carote e frammenti)</p> <p>Calcare non cristallino bianco (litografico) RQD &lt; 20%</p>				
Quota s.l.m.m.	Livello statico	16/02/2012			



DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm					
 <small>Sondaggi - geognostica</small>	Committente: dott. Antonio Alfarano				
	Cantiere: Via B. Croce - Surbo (LE)				
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>	$\phi$
<p><b>S<sub>1</sub></b></p>  <p>-1.8 m</p> <p>-4.8 m</p>	<p>p. calpestio ▽</p> <p>Calcare detritico di colore biancastro in banchi includente abbondanti fossili (calcare a lumachelle). Carote con h &gt; 10 cm</p>				
	<p>Calcare microcristallino di colore nocciola includente abbondanti fossili (Rudiste) in posizione non fisiologica orizzontali</p>				
Quota s.l.m.m.		Livello statico			10/06/2008

**ALLEGATO 2: PROVE DI PERMEABILITÀ IN FORO DI SONDAGGIO E IN  
POZZETTI ESPLORATIVI (OTTOBRE 2024)**

## DOC 6.0 - Relazione idrogeologica

**TRIVELSONDA**  
Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo

Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)  
Tel. 0832 785237 fax 0832 788177  
www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com

Commitente: **AMBIENTE S.p.A**  
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma

Cantiere: Indagini geognostiche  
Impianto Biogas Eribioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)

Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD1</b>	40°25'26.13"N 18° 7'20.01"E	m.l.m.m. ≈ 32.0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità m	Diámetro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Comessa
09/10/2024	0,5	≈	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24

Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Vane Test	Prova in foro	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. in foro																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																										
												1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	Profondità	Riempiimento	Tubazione																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																														
0,1	0,1		Terreno vegetale costituito da sabbia limosa di colore marrone.																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																													



# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

 <b>TRIVELSONDA</b> s.r.l. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A.</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD1</b>	40°25'26.13"N 18° 7'20.01"E	m.l.m. ≈ 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
09/10/2024	0,5	≈	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA					
  					
Annotazioni					

<b>TRIVELSONDA</b> s.r.l. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: <b>AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma				Cantiere: <b>Indagini geognostiche</b> Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)	
				Commissa: <b>xx/24</b>	
Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo
<b>TD1</b>	<b>1</b>	40°25'26.13"N 18° 7'20.01"E	= 32,0 m	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>
				Perforatore/Operatore	
				<b>C. Spampinato</b>	
Data					
9 ottobre 2024					
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)	
1,8 x 1,1 x 0,5		= 0,0		0,30	
				Quota pelo acqua da p.r. (m)	
				= 0,20	

**PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,300		
1	60	0,295		1,36E-05
2	120	0,292		8,21E-06
5	300	0,265		2,51E-05
10	600	0,227		2,21E-05
15	900	0,200		1,65E-05
20	1200	0,170		1,93E-05
30	1800	0,120		1,74E-05
40	2400	0,085		1,35E-05
45	2700	0,068		1,41E-05
50	3000	0,045		2,03E-05

Il pozzetto di base AxB è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b

**SCHEMA DELLA PROVA**

**CALCOLO**

$$K(m/s) = \left[ \frac{(h_1 - h_2)}{(t_2 - t_1)} \right] * \left[ \frac{[1 + (2 * h_m / b)]}{[(27 h_m / b) + 3]} \right]$$

**b** lato del pozzetto a base quadrata (m)      **1,41**

**(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>)** intervallo di tempo (s)



**(h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>)** variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)

**h<sub>m</sub>** altezza media dell'acqua

**K = 1,68E-05    m/s**

Annotazioni

# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

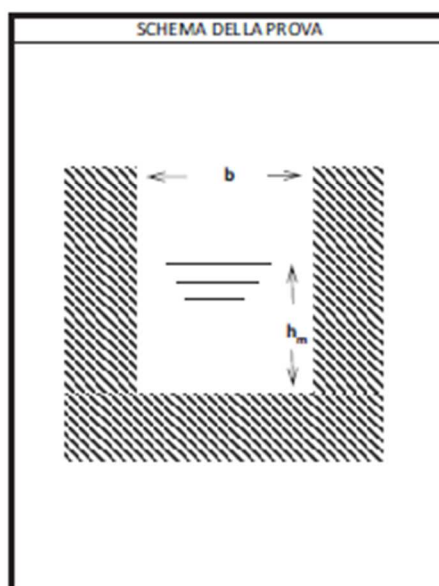
		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
<b>Denominazione sondaggio</b> <b>TD2</b>		<b>Coordinate UTM WGS84</b> 40°25'29.85"N 18°7'21.56"E		<b>Quota</b> m.l.m.m. ≈ 32,0	
<b>Data inizio/fine</b> 10/10/2024		<b>Profondità m</b> 0,5		<b>Diametro mm</b> =	
<b>Metodo di perforazione</b> Scavo meccanico		<b>Impianto di perforazione</b> Escavatore		<b>Commissa</b> XX/24	
<b>Profondità da p.c. (m)</b> 0.2 0.4 0.5	<b>altezza strato (m)</b> 0.2 0.2 0.1	<b>Stratigrafia</b> 	<b>Descrizione stratigrafica</b> Terreno vegetale misto a terreno di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.  Materiale carbonatico limo sabbioso biancastro  Calcarene grossolana fratturata e alterata mista a sabbia di colore marrone rossastro		<b>Falda rilevata</b> Carotiere Rivestimento Pocket Penetr. (Kg/cm2) Vane Test Prova in foro Campione % di carotaggio R.Q.D. %
Annotazioni CI = Campione Indisturbato      CR = Campione Rimaneggiato      Lug = Prova Lugeon      DRT = Prova Dilatometrica TRS = Campione Terre e Rocce da scavo      CL = Campione Litoide-Carota Roccia      Lef = Prova Lefranc      MPT = Prova Pressiometrica					



		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
Committente: <b>AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD2</b>	40°25'29.85"N 18°7'21.56"E	m.l.m.m. = 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	0,5	=	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
DOCUMENTAZIONE E FOTOGRAFICA					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around;">  </div>					
Annotazioni					

 <b>TRIVELSONDA</b> s.r.l. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> <a href="mailto:info@trivelsonda.com">info@trivelsonda.com</a>				
Committente: <b>AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)		Commessa: <b>xx/24</b>		
Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
<b>TD2</b>	<b>1</b>	40°25'29.85"N 18° 7'21.56"E	≈ 32,0 m	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data						
10 ottobre 2024						
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)
2,0 x 1,5 x 0,5		≈ 0,00		0,28		≈ 0,22

#### PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO

[illegible]

Il pozzetto di base  $A \times B$  è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato  $b$

### CALCOLO

$$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 * h_m / b)] / [(27 h_m / b) + 3] \}$$

$K = 4,74E-07 \text{ m/s}$

b	lato del pozzetto a base quadrata (m)	1,73
---	---------------------------------------	------


$(t_2 - t_1)$  intervallo di tempo (s)

$(h_1 - h_2)$  variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)

$h_m$  altezza media dell'acqua

## Annotazioni

# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
TD3	40°25'30.03"N 18° 7'18.98"E	m.l.m.m. ≈ 33,0	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data inizio/fine	Profondità m	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	1,5	≈	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
Profondità da p.c. (m)	altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere
				Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)
				Vane Test	Prova in foro
				Campione	% di carotaggio
					R.Q.D. %
					Schema strumentaz. in foro
					Profondità
					Riempiimento
					Tubazione
0,7	0,7		Terreno vegetale misto a terreno di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.		
1,1	0,4		Materiale carbonatico limo sabbioso biancastro		
1,5	0,4		Calcarenite grossolana frantumata e alterata mista a sabbia di colore marrone rossastro		
Annotazioni CI = Campione Indisturbato      CR = Campione Rimaneggiato      Lug = Prova Lugeon      DRT = Prova Dilatometrica TRS = Campione Terre e Rocce da scavo      CL = Campione Litoide-Carota Roccia      Lef = Prova LeFranc      MPT = Prova Pressiometrica					



# DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica

 <b>TRIVELSONDA</b> <small>Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo</small>		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD3</b>	40°25'30.03"N 18° 7'18.98"E	m.l.m. = 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	1,5	=	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA					
<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;">    </div>					
Annotazioni					



<b>TRIVELSONDA</b> <small>a.r.l.</small> Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com				
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma			Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)		Commessa: <b>xx/24</b>	
Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
<b>TD3</b>	<b>1</b>	40°25'30.03"N 18° 7'18.98"E	≈ 33,0 m	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data						
10 ottobre 2024						
Dimensioni pozzetto Ax B x H (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)
1,7 x 1,4 x 1,5		≈ 0,00		0,40		≈ 1,1

**PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO**

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,400		
1	60	0,370		7,70E-05
3	180	0,330		5,31E-05
5	300	0,290		5,55E-05
10	600	0,240		2,93E-05
20	1200	0,170		2,24E-05
30	1800	0,120		1,79E-05

SCHEMA DELLA PROVA

Il pozzetto di base Ax B è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b


  

CALCOLO		
$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 * h_m / b)] / [(27 * h_m / b) + 3] \}$		K = 2,75E-05    m/s
b	lato del pozzetto a base quadrata (m)	1,54
(t <sub>2</sub> -t <sub>1</sub> )	intervallo di tempo (s)	
(h <sub>1</sub> -h <sub>2</sub> )	variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)	
h <sub>m</sub>	altezza media dell'acqua	

Annotazioni

## DOC\_6.0 - Relazione idrogeologica


 <b>TRIVELSONDA</b> <small>Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo</small>			Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> <a href="mailto:info@trivelsonda.com">info@trivelsonda.com</a>		
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma			<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)		
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD4</b>	40°25'28.00"N 18° 7'23.48"E	m.l.m.m. = 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità m	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	1,8	=	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica  Materiale di origine antropica, costituito da sabbia limosa di colore marrone e sabbia ghiaiosa biancastra.  Sabbia limosa marrone rossastra mista a calcarenite grossolana frantumata e alterata		
Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm2)	Vane Test	Prova in foro
Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %	Schema strumentaz. foro Profondità Rimpulimento Tubazione		
1.8	1.8				
1.8	0.5				

**Annotazioni**

CI = Campione Indisturbato      CR = Campione Rimaneggiato      Lug = Prova Lugeon      DRT = Prova Dilatometrica  
 TRS = Campione Terre e Rocce da scavo      CL = Campione Litoide-Carota Roccia      Lef = Prova Lefranc      MPT = Prova Pressiometrica

		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>TD4</b>	40° 25' 28.00" N 18° 7' 23.48" E	m.l.m. ≈ 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro mm	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	1,8	≈	Scavo meccanico	Escavatore	XX/24
DOCUMENTAZIONE E FOTOGRAFICA					
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div> <div style="display: flex; justify-content: center; margin-top: 20px;">  </div>					
Annotazioni					



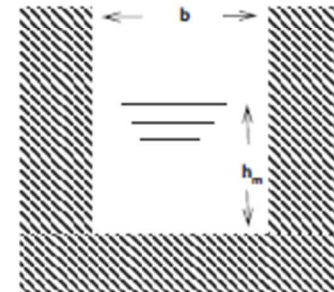
				Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma				Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)		Commessa: xx/24	
Sondaggio	Prova	Coord. Geogr. WGS 84	Quota	Direzione Lavori	Gedlogo	Perforatore/Operatore	
TD4	1	40°25'28.00"N 18° 7'23.48"E	≈ 33,0 m	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato	
Data							
10 ottobre 2024							
Dimensioni pozzetto AxBxH (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Altezza del tratto di prova - colonna d'acqua (m)		Quota pelo acqua da p.r. (m)	
1,8 x 0,6 x 0,5		≈ 1,05		0,51		≈ 0,24	

PROVA DI PERMEABILITÀ A CARICO VARIABILE IN POZZETTO				
TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	second	m		m/s
0	0	0,510		
1	60	0,495		3,06E-05
2	120	0,490		1,03E-05
4	240	0,473		1,76E-05
10	600	0,450		8,05E-06
15	900	0,420		1,28E-05
20	1200	0,400		8,74E-06
30	1800	0,360		8,97E-06
40	2400	0,330		6,95E-06
50	3000	0,260		1,72E-05
55	3300	0,220		2,11E-05
60	3600	0,190		1,67E-05

SCHEMA DELLA PROVA



Il pozzetto di base AxB è stato rapportato ad un pozzetto a base quadrata di lato b

CALCOLO

$$K(m/s) = [(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1)] * \{ [1 + (2 * h_m / b)] / [(27 h_m / b) + 3] \}$$

K = 1,23E-05 m/s

b lato del pozzetto a base quadrata (m) 1,04

(t<sub>2</sub>-t<sub>1</sub>) intervallo di tempo (s)

(h<sub>1</sub>-h<sub>2</sub>) variazione del livello dell'acqua nell'intervallo di tempo (m)

h<sub>m</sub> altezza media dell'acqua

Annotazioni

## DOC 6.0 - Relazione idrogeologica

**TS TRIVELSONDA**  
Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo

Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)  
Tel. 0832 785237 fax 0832 788177  
www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com

Committente: AMBIENTE S.p.A

Cantiere: Indagini geognostiche

Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma

Impianto Biogas Enibloch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)

Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore								
<b>SG1</b>	40°25'26.11"N 18° 7'18.07"E	m.l.m.m. ≈ 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>								
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commissa								
09/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24								
Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiére	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carottaggio	R.Q.D. %	Schema strumentaz. foro
0,50	0,50		Terreni di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghialosa biancastra.										
5,10	4,60		Calcarene bioclastica di colore biancastro, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.	φ=101 mm		φ=127 mm		1,5 Lef. 1			100%		
								2,5					

		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG1</b>	40°25'26.11"N 18° 7'18.07"E	m.l.m.m. ≈ 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
09/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

**Postazione**



**Cassetta 1 (0 - 5 m)**




**Cassetta 2 (5 - 10 m)**



**Annotazioni**

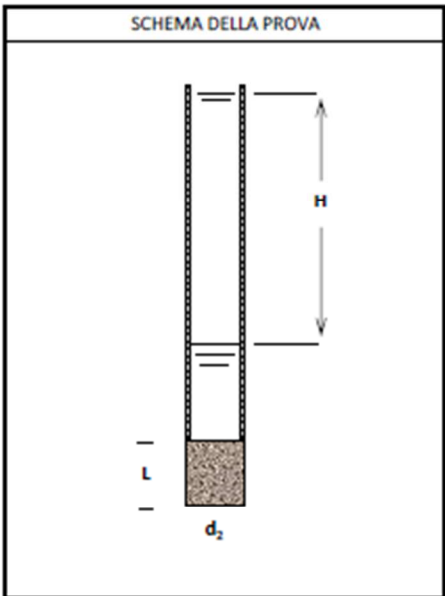


[illegible]

		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com	
		Commissa: xx/24			
Committente: AMBIENTE S.p.A		Cantiere: Indagini geognostiche			
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Sondaggio	Prova	Coordinate	Quota	Direzione Lavori	Geologo
SG1	2	40°25'26.11"N 18° 7'18.07"E	m.l.m.m. ≈ 33,00	Ambiente S.p.A.	L. Candido
Data		Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
9 ottobre 2024		10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)		Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
5,5 - 6,0		0,101	0,50	≈ 1,00	≈

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**

**SCHEMA DELLA PROVA**



**CALCOLO**

$K = Q / CH$

**K= 7,85E-03 m/s**

**Q (l/s)** 0,667

**Q (m³/s)** 6,67E-04

**H (m)** altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

**C (m)** Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$

**L (m)** lunghezza della tasca di prova

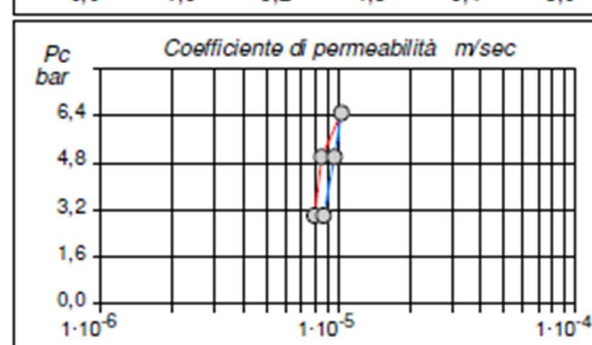
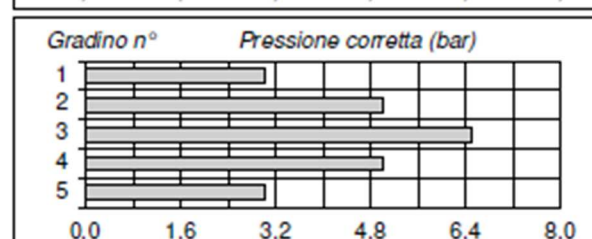
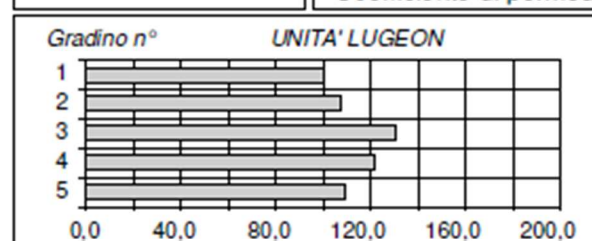
**d<sub>2</sub> (m)** diametro tasca di prova

**Annotazioni**

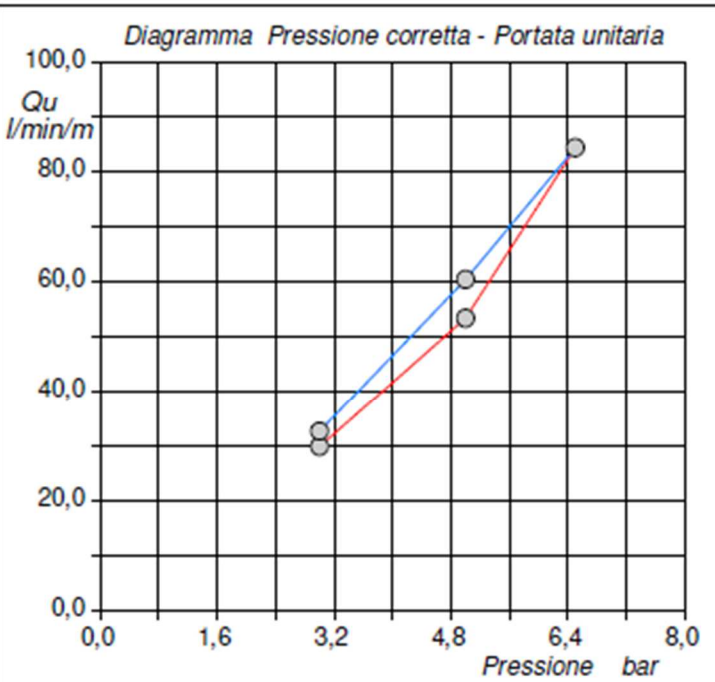
Certificato n° x/24_a1 del 21/10/2024	Verbale di accettazione n° x/24_a1 del 21/10/2024	Commessa: xx/24
Committente: AMBIENTE S.p.A - Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		
Oggetto: Indagini geognostiche	Sondaggio: SG1	
Cantiere: Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola	Prova: 1	
Località: Surbo (LE)	Data: 09/10/2024	

Rif. Raccomandazioni A.G.I. 1977		Assorbimento (litri)					
Caratteristiche generali		min\bar	2,00	4,00	5,50	4,00	2,00
Sezione di misura: profondità da m	9,00	0	5590,9	5929,6	6407,9	7140,4	7671,7
Sezione di misura: profondità a m	10,00	2	5652,1	6036,5	6591,6	7268,2	7745,6
Diametro del foro (mm):	101	4	5720,9	6146,1	6751,6	7394,9	7816,2
Altezza immissione acqua dal p.c. (m):	0,50	6	5772,4	6251,3	6915,6	7509,5	7880,0
Profondità della falda dal p.c. (m):	assente	8	5830,9	6357,5	7083,6	7624,6	7934,1
Inclinazione del sondaggio (°):	0,0	10					
Packer tipo:	Singolo	12					
Coefficiente di forma:	2,10	14					
		16					
		18					
		20					
UNITA' LUGEON (valore rappresentativo):		-					
Regime di Flusso:	Dilatazione						


Legenda		Pressione (bar):	2,00	4,00	5,50	4,00	2,00
Gradino n° 1	●	Pressione corretta (bar):	3,00	5,00	6,50	5,00	3,00
Gradino n° 2	●	Assorbimento (litri):	240,0	427,9	675,7	484,2	262,4
Gradino n° 3	●	Portata (litri/minuto):	30,00	53,49	84,46	60,53	32,80
Gradino n° 4	●	Portata unitaria (litri/minuto/metro):	30,00	53,49	84,46	60,53	32,80
Gradino n° 5	●	UNITA' LUGEON	100,00	106,98	129,94	121,05	109,33
		Coefficiente di permeabilità (m/sec):	8,0E-6	8,5E-6	1,0E-5	9,6E-6	8,7E-6



NOTE: Prova eseguita in avanzamento





		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG2</b>	40°25'28.16"N 18° 7'16.93"E	m.l.m.m. ≈ 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
11/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24
Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica		
			Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento
					Pocket Penetr. (kg/cm2)
					Prova permeab. in foro
					Prova in foro SPT
					Campione
					% di carotaggio
					R.Q.D. %
					Schema strumentaz. in foro
					Profondità
					Riempiimento
					Tubazione
1.50		Terreni di copertura costituiti da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra, con livelli limosi biancastri			1,0
					1,5
					2,5
					3,5
		Calcarene bioclastica di colore biancastro, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.			1,0
					2,0
					3,0
					4,0
					5,0
					6,0
					7,0
					8,0
					9,0
					10,0
6.20		Calcare biancastro tenace, fratturato, le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.			1,0
					2,0
					3,0
					4,0
					5,0
					6,0
					7,0
					8,0
					9,0
					10,0
10.00	4.90				

 <b>TRIVELSONDA</b> s.p.a. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG2</b>	40°25'28.16"N 18° 7'16.93"E	m.l.m.m. = 33,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
11/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24
<b>DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA</b>					
<b>Postazione</b> 			<b>Cassetta 1 (0 - 5 m)</b> 		
<b>Cassetta 2 (5 - 10 m)</b> 					
<b>Annotazioni</b>					

<b>TRIVELSONDA</b> <small>a.r.l.</small> Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)			
		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma			Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibloch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)		
Commessa: xx/24					

Sondaggio	Prova	Coordinate UTM WGS84	Quota m.l.m.m.	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
SG2	1	40°25'28.16"N 18° 7'16.93"E	m.l.m.m. ≈ 33,00	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato

Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione
11/10/2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)
1,00 - 1,50	0,101	0,50	≈ 1,6	≈

PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

TEMPI		ABBASSAMENTI		COEFFICIENTE K
minuti	secondi	m		m/s
0	0	0,000		
0,25	15	0,500		5,91E-05
0,5	30	0,900		5,72E-05
0,75	45	1,300		7,03E-05
1	60	1,630		7,33E-05
1,5	90	2,200		9,64E-05
1,75	105	2,460		1,56E-04
2	120	2,580		1,13E-04

SCHEMA DELLA PROVA


CALCOLO

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) \cdot \ln(h_1 / h_2)$$

**K= 1,20E-04     m/s**

A (m²) area di base del foro

t₁ (sec) tempi ai quali si misurano h₁ e h₂

t₂ (sec)

h₁ (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso agli istanti t₁ e t₂

h₂ (m)

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ [1,5 L/d_2] + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$$


L (m) lunghezza della tasca di prova

d₁ (m) diametro interno del rivestimento

d₂ (m) diametro tasca di prova

Annotazioni



		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)		Commessa: <b>xx/24</b>	
		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: <b>AMBIENTE S.p.A</b>		Cantiere: Indagini geognostiche			
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Sondaggio	Prova	Coordinate	Quota	Direzione Lavori	Geologo
<b>SG2</b>	<b>2</b>	40°25'28.16"N 18° 7'16.93"E	m.l.m.m. = 33,00	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>
				Perforatore/Operatore	
				<b>C. Spampinato</b>	
Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	
11 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)	
2,5 - 3,5	0,101	1,00	= 2,00	=	

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**

**CALCOLO**

$K = Q / CH$

$K = 3,47E-03 \text{ m/s}$

Q (l/s)      0,250

Q (m³/s)    2,50E-04

**H (m)** altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

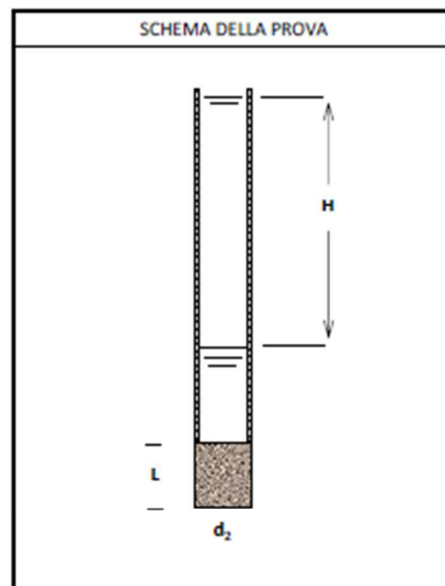
**C (m)** Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$

**L (m)** lunghezza della tasca di prova

**d<sub>2</sub> (m)** diametro tasca di prova

**SCHEMA DELLA PROVA**



## DOC 6.0 - Relazione idrogeologica

**TRIVELSONDA**  
Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo

Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)  
Tel. 0832 785237 fax 0832 788177  
www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com

Committente: AMBIENTE S.p.A

Cantiere: Indagini geognostiche

Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma

Impianto Biogas Enibloch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola

Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
SG3	40°25'30.01"N 18° 7'19.34"E	m.l.m.m. = 32,0	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10-11/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24

Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (Kg/cm <sup>2</sup> )	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %										Schema strumentaz. foro			
												10	20	30	40	50	60	70	80	90	100		Profondità	Ripulimento	Tubazione
0,50	0,50		Terreno di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra.					0,5																	
1,40	0,90		Terreno vegetale marrone rossastro, con livelli calcarenitici giallastri					Lef. 1																	
			Calcarenite bioclastica di colore biancastro-avana, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.					1,5																	
									2,5																
									Lef. 2																
									3,5																
5,50	4,10		Calcare biancastro tenace, fratturato, le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.																						
10,00	4,50																								

Annotazioni

CI = Campione Indisturbato  
TRS = Campione Terre e Rocce da scavo

CR = Campione Rimaneggiato  
CL = Campione Litoide-Carota Roccia  
Lug = Prova Lugeon  
Lef = Prova Lefranc

DRT = Prova Dilatométrica  
MPT = Prova Pressiométrica

 <b>TRIVELSONDA</b> s.r.l. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> <b>Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola</b>			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG3</b>	40°25'30.01"N 18° 7'19.34"E	m.l.m.m. ≈ 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10-11/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Frast ML	XX/24

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

**Postazione**



**Cassetta 1 (0 - 5 m)**



**Cassetta 2 (5 - 10 m)**



**Annotazioni**

---




---



---

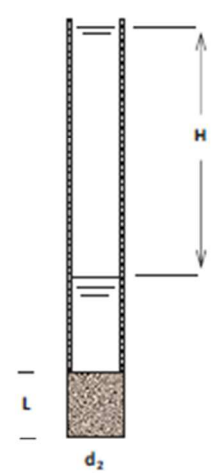


		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)		Certificato N° 0003a1/17	
		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com		Del 16/01/2017	
Committente: AMBIENTE S.p.A		Cantieri: Indagini geognostiche			
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
		Commissa: xx/24			
Sondaggio	Prova	Coordinate	Quota	Direzione Lavori	Geologo
SG3	1	40°25'30.01"N 18°7'19.34"E	m.l.m.m. ≈ 32,0	Ambiente S.p.A.	L. Candido
				Perforatore/Operatore	
				C. Spampinato	
Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	
10 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)	
0,5 - 1,5	0,101	1,00	≈ 0,80	≈	

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**

SCHEMA DELLA PROVA



CALCOLO

$K = Q / CH$

$K = 3,13E-04 \text{ m/s}$

Q (l/s) 0,063  
Q (m³/s) 6,25E-05

H (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso

C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \left( (1,5 L / d_2) + [1 + (1,5 L / d_2)^2]^{0,5} \right)$$

L (m) lunghezza della tasca di prova

d<sub>2</sub> (m) diametro tasca di prova

Annotazioni

<b>TRIVELSONDA</b> <small>a.r.l.</small> <small>Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo</small>		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com				
Committente: AMBIENTE S.p.A. Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Cantiere: Indagini geognostiche Impianto Biogas Enibloch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)				
Sondaggio	Prova	Coordinate UTM WGS84	Quota m.i.m.m.	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore/Operatore
SG3	2	40°25'30.01"N 18°7'19.34"E	m.i.m.m. ≈ 32.00	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato
Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione		Metodo di perforazione		Impianto di perforazione
10/10/2024	10,0 m	101/127 mm		Carotaggio continuo		Fraste ML
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)		Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)		Livello falda (m)
2,50 - 3,50	0,101	1,00		≈ 0,7		≈

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE**

TEMPI		ABBASSAMENTI	COEFFICIENTE K	
minuti	secondi	m	m/s	
0	0	0,000		
0,25	15	0,360	1,97E-05	
0,5	30	0,550	1,13E-05	
0,75	45	0,810	1,66E-05	
1	60	1,010	1,38E-05	
2	120	1,890	1,90E-05	
3	180	2,430	1,70E-05	
4	240	2,740	1,35E-05	

**SCHEMA DELLA PROVA**

**CALCOLO**

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln(h_1 / h_2)$$

**K= 1,62E-05    m/s**

A (m²) area di base del foro  
t₁(sec) tempi ai quali si misurano h₁ e h₂  
t₂(sec)  
h₁ (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di  
h₂ (m) prova rispetto al livello della falda o al fondo del  
foro stesso agli istanti t₁ e t₂  
C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3rd.) / \ln [(1,5 L/d_2) + \{1 + (1,5 L/d_2)^2\}^{0,5}]$$

L(m) lunghezza della tasca di prova  
d₁ (m) diametro interno del rivestimento  
d₂ (m) diametro tasca di prova

Annotazioni

## DOC 6.0 - Relazione idrogeologica

**TS TRIVELSONDA**  
Perforatori ed esplorazioni del sottosuolo

Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squirzano (LE)  
Tel. 0832 785237 fax 0832 788177  
[www.trivelsonda.com](http://www.trivelsonda.com) info@trivelsonda.com

Committente: AMBIENTE S.p.A

Cantiere: Indagini geognostiche

Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma

Impianto Biogas Enibloch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola

Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG4</b>	40°25'28.39"N 18° 7'23.41"E	m.l.m.m. = 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	=	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commissa
10/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Faste ML	XX/24

Profondità da p.c. (m)	Altezza strato (m)	Stratigrafia	Descrizione stratigrafica	Falda rilevata	Carotiere	Rivestimento	Pocket Penetr. (kg/cm²)	Prova permeab. in foro	Prova in foro SPT	Campione	% di carotaggio	R.Q.D. %	Schema strumentaz. foro		
													Profondità	Riempiimento	Tubazione
0,50	0,50		Terreno di copertura costituito da stabilizzato, sabbia ghiaiosa biancastra misto a terreno vegetale marrone rossastro					0,5							
							Lef. 1							1,0	
							1,5							2,0	
							2,8							3,0	
							Lef. 2							4,0	
							3,8							5,0	
			Calcarene bioclastica di colore biancastro-avana, cementata, grana da media a medio-fine; ben visibili resti di macrofossili.								100%			6,0	
														7,0	
8,00	7,40													8,0	
														9,0	
18,00	2,00		Calcere biancastro tenace, fratturato, le superfici delle fratture presentano patine di alterazione giallo-rossastre.											10,0	

Annotazioni

CI = Campione Indisturbato  
TRS = Campione Terre e Rocce da scavo

CR = Campione Rimaneggiato  
CL = Campione Litoide-Carota Roccia  
Lug = Prova Lugeon  
Lef = Prova Lefranc

DRT = Prova Dilatométrica  
MPT = Prova Pressiométrica



 <b>TRIVELSONDA</b> s.r.l. Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squirzano (LE) Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 <a href="http://www.trivelsonda.com">www.trivelsonda.com</a> info@trivelsonda.com			
<b>Committente: AMBIENTE S.p.A</b> Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		<b>Cantiere: Indagini geognostiche</b> Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola			
Denominazione sondaggio	Coordinate UTM WGS84	Quota	Direzione Lavori	Geologo	Perforatore
<b>SG4</b>	40°25'28.39"N 18° 7'23.41"E	m.l.m. ≈ 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	≈	<b>C. Spampinato</b>
Data inizio/fine	Profondità	Diametro	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	Commessa
10/10/2024	10 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	XX/24

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

**Postazione**



**Cassetta 1 (0 - 5 m)**



**Cassetta 2 (5 - 10 m)**



**Annotazioni**


---



---

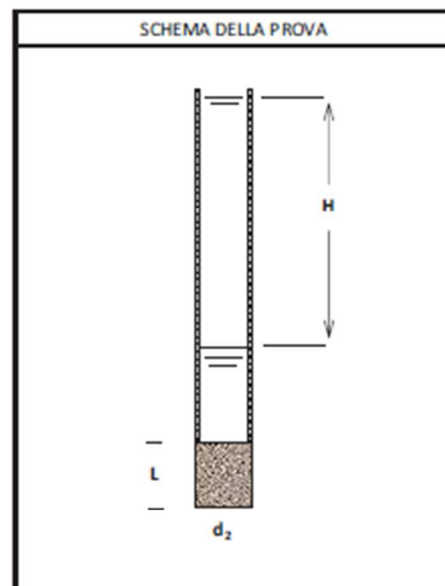


---

		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)		Commessa: <b>xx/24</b>	
		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
Committente: <b>AMBIENTE S.p.A</b>		Cantiere: <b>Indagini geognostiche</b>			
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)			
Sondaggio	Prova	Coordinate	Quota	Direzione Lavori	Geologo
<b>SG4</b>	<b>1</b>	40°25'28.39"N 18° 7'23.41"E	m.l.m.m. ≈ 32,0	<b>Ambiente S.p.A.</b>	<b>L. Candido</b>
				Perforatore/Operatore	
				<b>C. Spampinato</b>	
Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione	
10 ottobre 2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML	
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)	
0,5 - 1,5	0,101	1,00	≈ 0,80	≈	

**PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE**

**SCHEMA DELLA PROVA**



**CALCOLO**

$K = Q / CH$

$K = 2,55E-04 \text{ m/s}$

$Q \text{ (l/s)} = 0,051$

$Q \text{ (m}^3/\text{s)} = 5,10E-05$

$H \text{ (m)}$  altezza del carico applicato nel centro della tasca di prova rispetto al livello della falda o al fondo del foro stesso


$C \text{ (m)}$  Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L/d_2) + [1 + (1,5 L/d_2)^2]^{0,5} \}$

$L \text{ (m)}$  lunghezza della tasca di prova

$d_2 \text{ (m)}$  diametro tasca di prova

Annotazioni

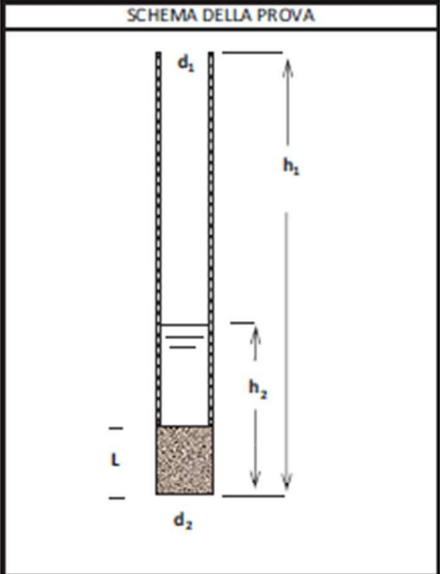
		Via Degli Stagnini, 8 - 73018 Squinzano (LE)		Tel. 0832 785237 fax 0832 788177 www.trivelsonda.com info@trivelsonda.com			
		Perforazioni ed esplorazioni del sottosuolo					
Committente: AMBIENTE S.p.A.		Cantiere: Indagini geognostiche				Commissa: xx/24	
Via Cristoforo Colombo, n. 149 - Roma		Impianto Biogas Enibioch4 - S.P. 236 km 3, c.da Coppola - Surbo (LE)					
Sondaggio	Prova	Coordinate UTM WGS84	Quota m.l.m.m.	Direzione Lavori	Gedogo	Perforatore/Operatore	
SG4	2	40°25'28.39"N 18° 7'23.41"E	m.l.m.m. ≈ 32,00	Ambiente S.p.A.	L. Candido	C. Spampinato	
Data	Profondità sondaggio	Diametro perforazione	Metodo di perforazione	Impianto di perforazione			
10/10/2024	10,0 m	101/127 mm	Carotaggio continuo	Fraste ML			
Profondità tratto di prova (m)	Diam. tratto prova (m)	Altezza del tratto di prova (m)	Posizione p.r. rispetto al p.c. (m)	Livello falda (m)			
2,80 - 3,80	0,101	1,00	≈ 1,7	≈			

PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO VARIABILE

TEMPI		ABBASSAMENTI	COEFFICIENTE K	
minuti	secondi	m	m/s	
0	0	0,000		
0,25	15	0,300		1,19E-05
0,5	30	0,370		2,88E-06
1	60	0,680		6,66E-06
2	120	1,200		6,16E-06
3	180	1,600		5,35E-06
4	240	2,000		6,02E-06
5	300	2,460		8,00E-06
6	360	2,810		7,13E-06
8	480	3,340		6,66E-06
10	600	3,680		5,51E-06



CALCOLO

$$K(m/s) = A / C(t_2 - t_1) * \ln(h_1 / h_2)$$

$K = 6,40E-06 \quad m/s$

A (m²) area di base del foro  
t<sub>1</sub>(sec) tempi ai quali si misurano h<sub>1</sub> e h<sub>2</sub>  
t<sub>2</sub>(sec)  
h<sub>1</sub> (m) altezza del carico applicato nel centro della tasca di  
prova rispetto al livello della falda o al fondo del  
foro stesso agli istanti t<sub>1</sub> e t<sub>2</sub>  
h<sub>2</sub> (m)  
C (m) Coefficiente di forma (Hvorslev et alii)

$$C = (3\pi L) / \ln \{ (1,5 L / d_2) + [1 + (1,5 L / d_2)^2]^{0,5} \}$$

L (m) lunghezza della tasca di prova  
d<sub>1</sub> (m) diametro interno del rivestimento  
d<sub>2</sub> (m) diametro tasca di prova

Annotazioni