



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

## ***Relazione idrogeologica***

REV.	DATA	DESCRIZIONE REVISIONE	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
00	10/05/2024	Prima emissione	Dott. E. Martini	Dott. F. Pica	Ing. M. Altemura

## INDICE

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>3</b>
<b>2. NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE.....</b>	<b>3</b>
<b>4. PIANO DI TUTELA ACQUE .....</b>	<b>9</b>
<b>5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO .....</b>	<b>10</b>
<b>6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>12</b>
<b>7. PROVE DI PERMEABILITÀ IN SITO.....</b>	<b>16</b>
<b>8. VALUTAZIONI SULLA VULNERABILITA' DELL'ACQUIFERO.....</b>	<b>21</b>
<b>9. CONCLUSIONI .....</b>	<b>23</b>
<b>ALLEGATO 1: LOG STRATIGRAFICI .....</b>	<b>24</b>

### Figure

Figura 1 – Inquadramento territoriale.....	4
Figura 2 – Dettaglio area di indagine.....	4
Figura 3 – Inquadramento territoriale su CTR.....	5
Figura 4 – Inquadramento catastale.....	6
Figura 5 – PRG Comune di Surbo .....	7
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> ) .....	8
Figura 7 – Siti rete Natura 2000 .....	8
Figura 8 – PTA Surbo .....	9
Figura 9 – Inquadramento sito su Foglio 204 della carta geologica d'Italia e relativa legenda .....	11
Figura 10 – Delimitazione acquifero carsico.....	13
Figura 11 – Schematizzazione dell'intrusione marina in Salento. (da COTECCHIA et alii, .....	14
Figura 12 – Carta delle isoipse.....	14
Figura 13 – Pozzo 208081.....	15
Figura 14 – Risultati prova Lefranc P1 (fonte: 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) .....	16
Figura 15 – Risultati prova Lefranc P2 (fonte: 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) .....	17

---

Figura 16 – Pozzetti eseguite per le prove di permeabilità (f°7 part.IIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano) .....	18
Figura 17 – Elaborazione e risultati delle prove di permeabilità nel pozzetto 1 (f°7 part.IIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano) .....	19
Figura 18 – Elaborazione e risultati delle prove di permeabilità nel pozzetto 2 (f°7 part.IIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano) .....	20
Figura 19 – Valutazione vulnerabilità acquifero e relativa legenda (fonte: “Relazione geologica e idrogeologica”, redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis) .....	22

#### Tabella

Tabella 1 – Confronto valori di permeabilità e grado di drenaggio .....	21
---	----

#### Allegati

Allegato 1 – Log stratigrafici sondaggi	
---	--

*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.

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 in Sito;
- 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 D.lgs. 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..

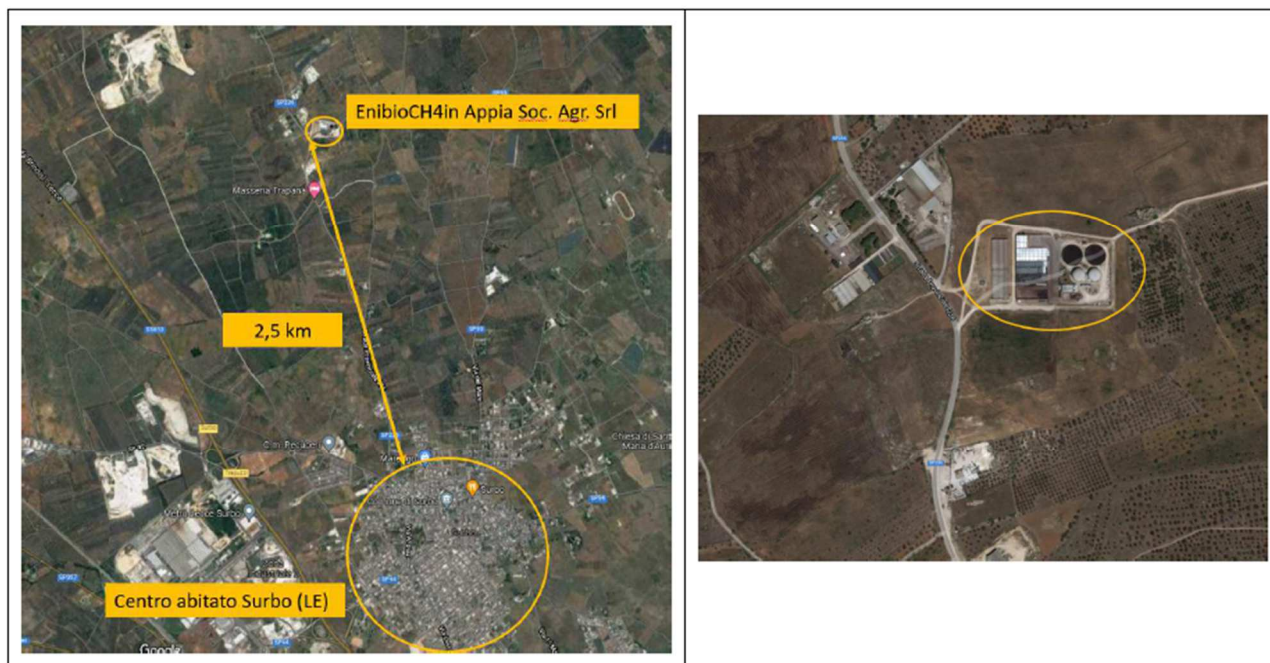


Figura 1 – Inquadramento territoriale

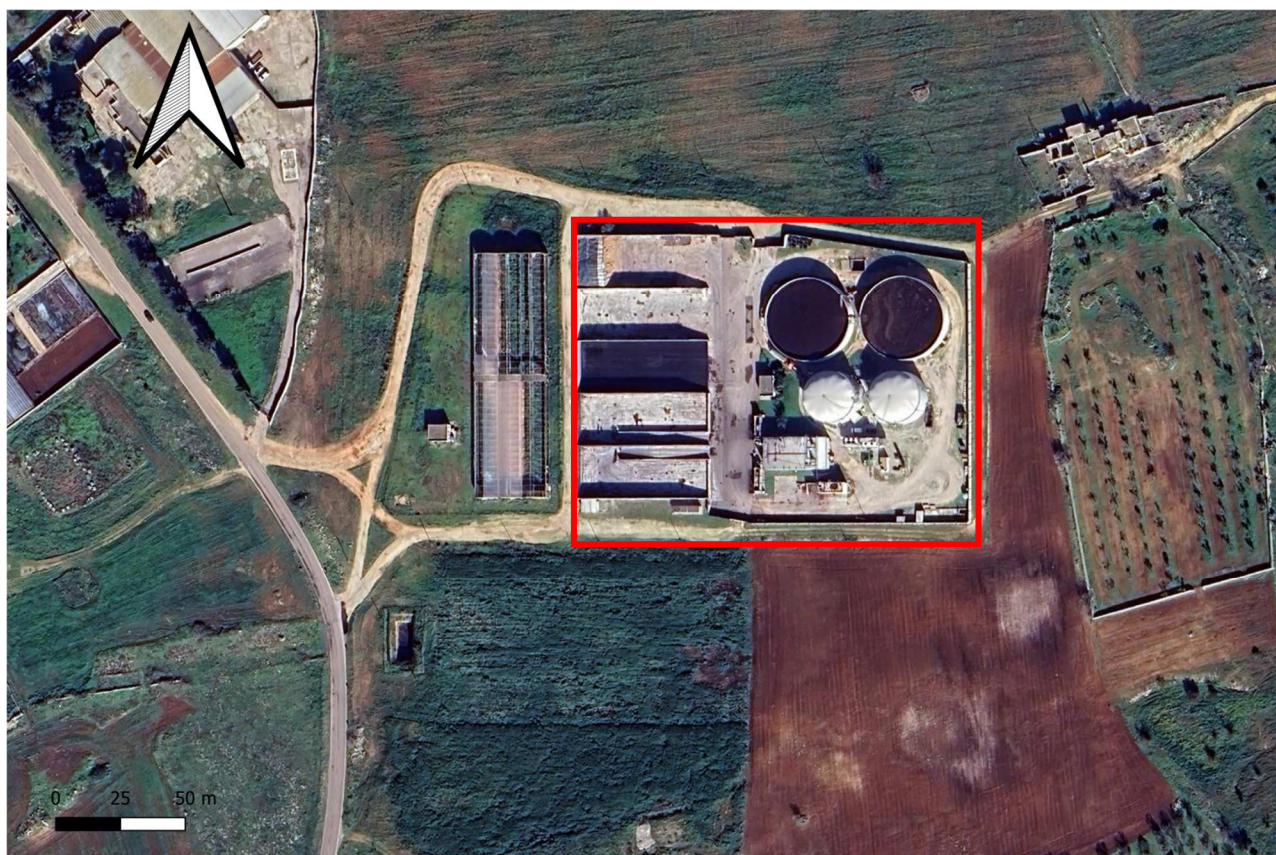


Figura 2 – Dettaglio area di indagine



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

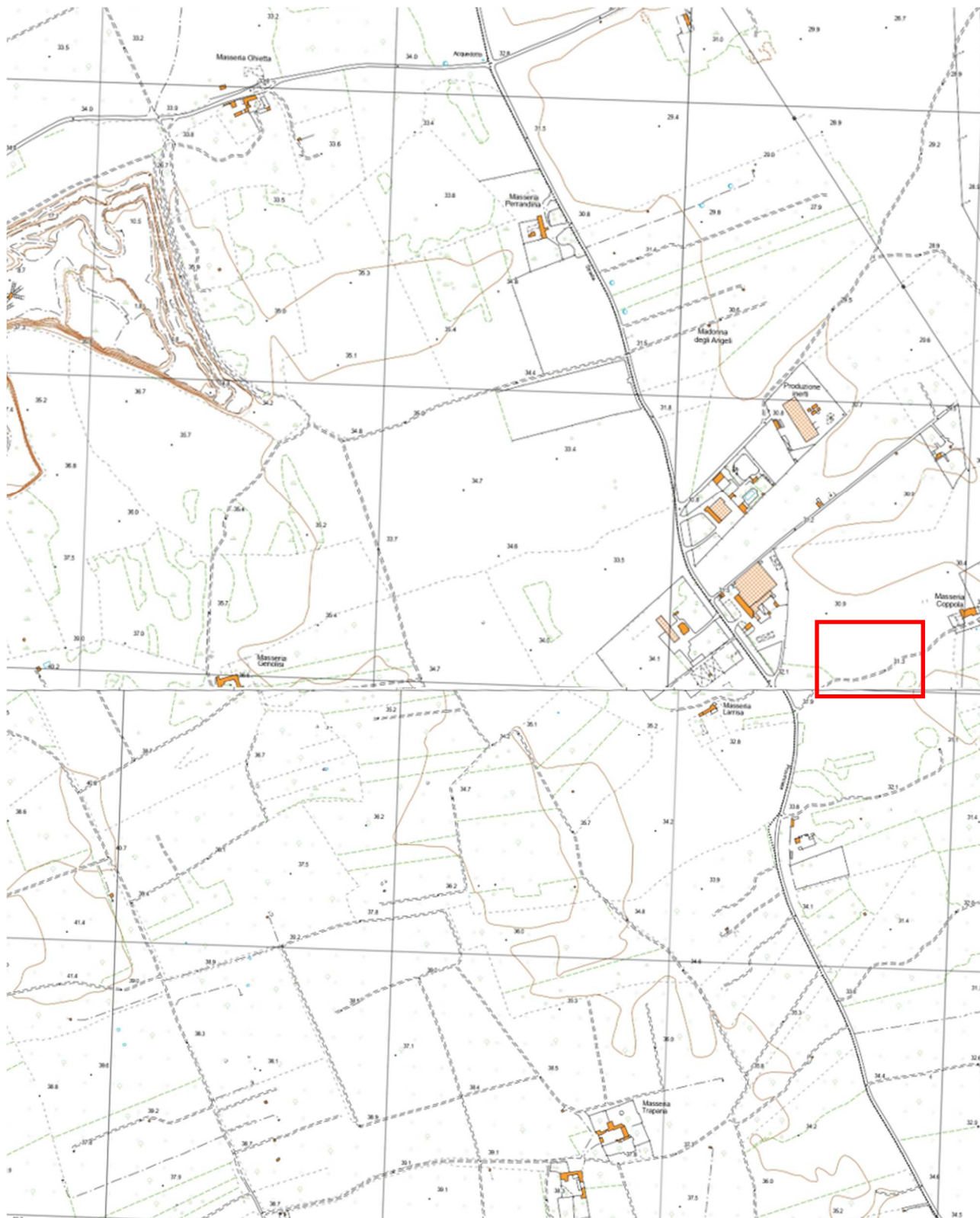


Figura 3 – Inquadramento territoriale su CTR

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.



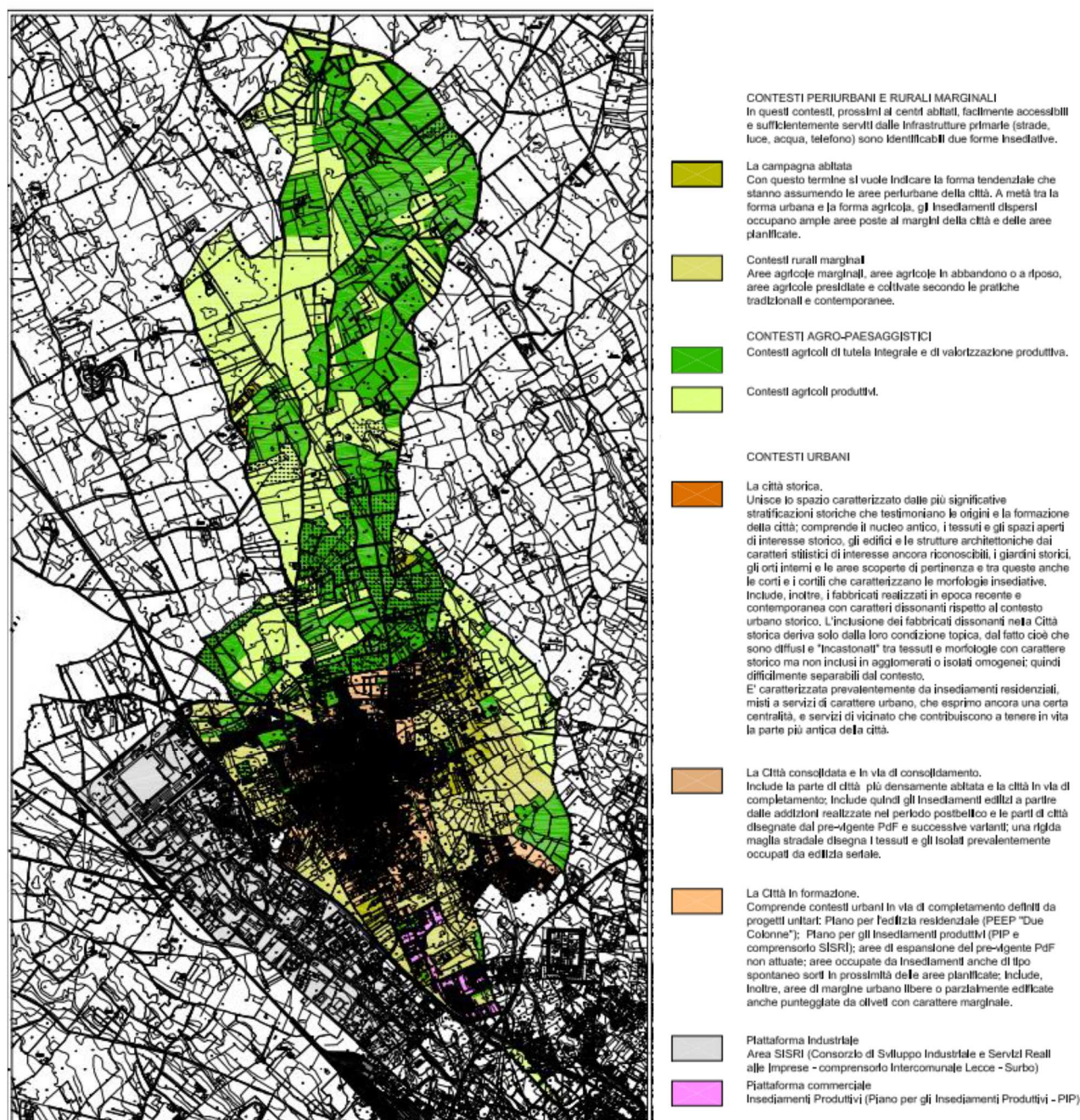


Figura 5 – PRG Comune di Surbo

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.



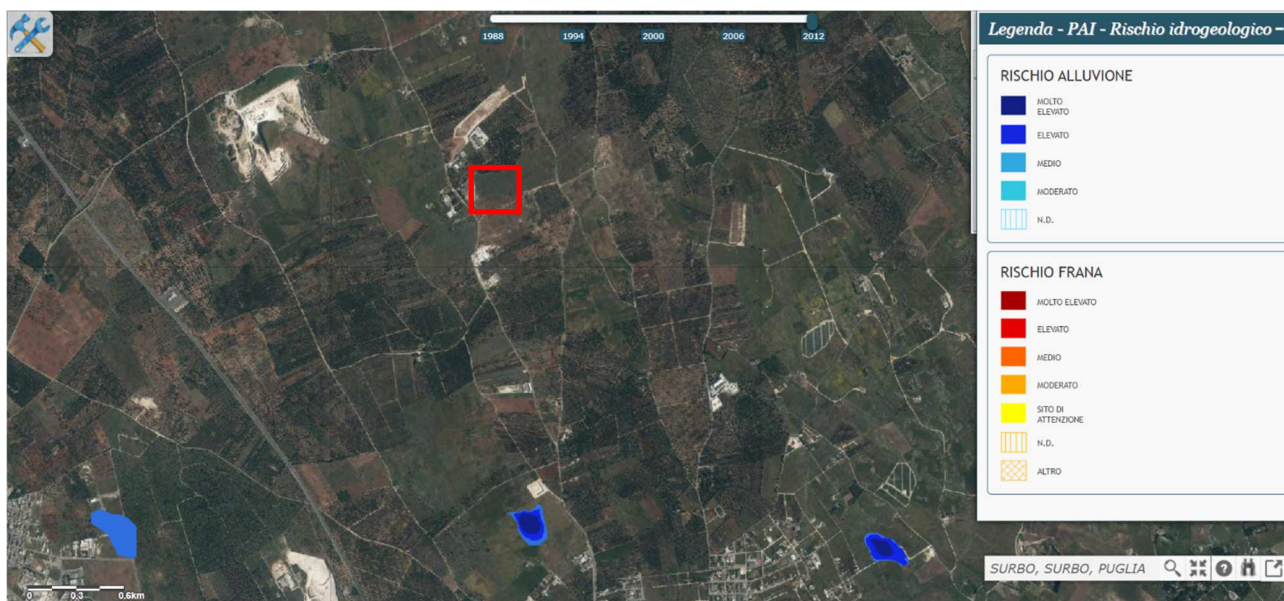


Figura 6 – Stralcio cartografico relativo al P.A.I. - Rischio idrogeologico (fonte: <http://www.pcn.minambiente.it>)

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.).

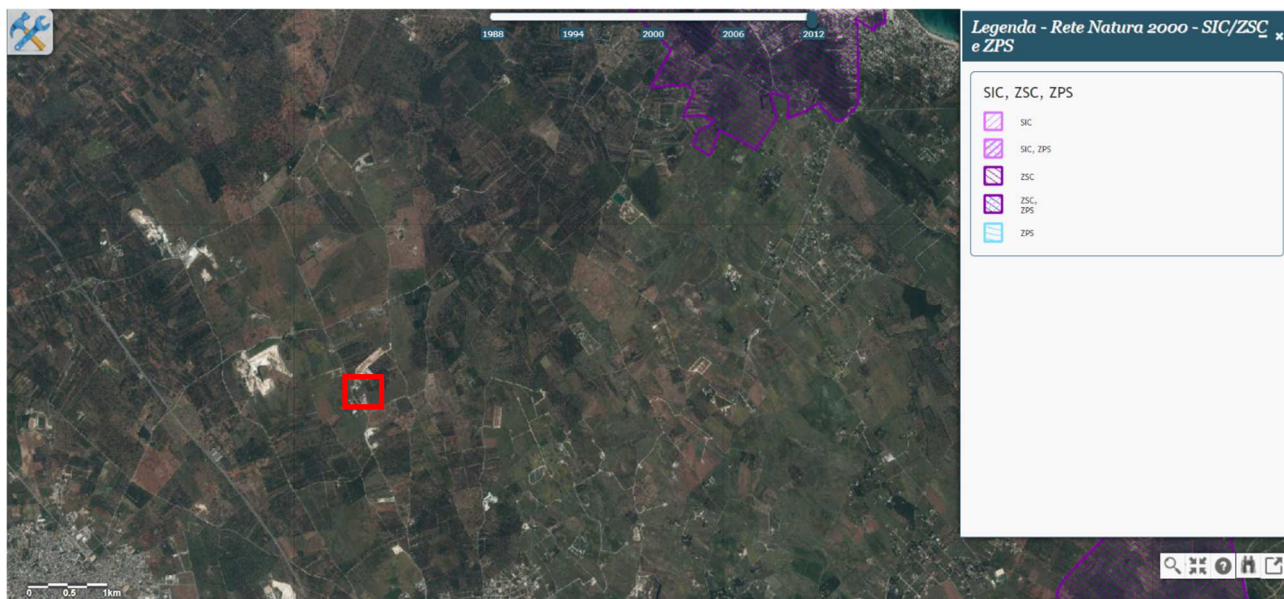


Figura 7 – Siti rete Natura 2000

#### 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".

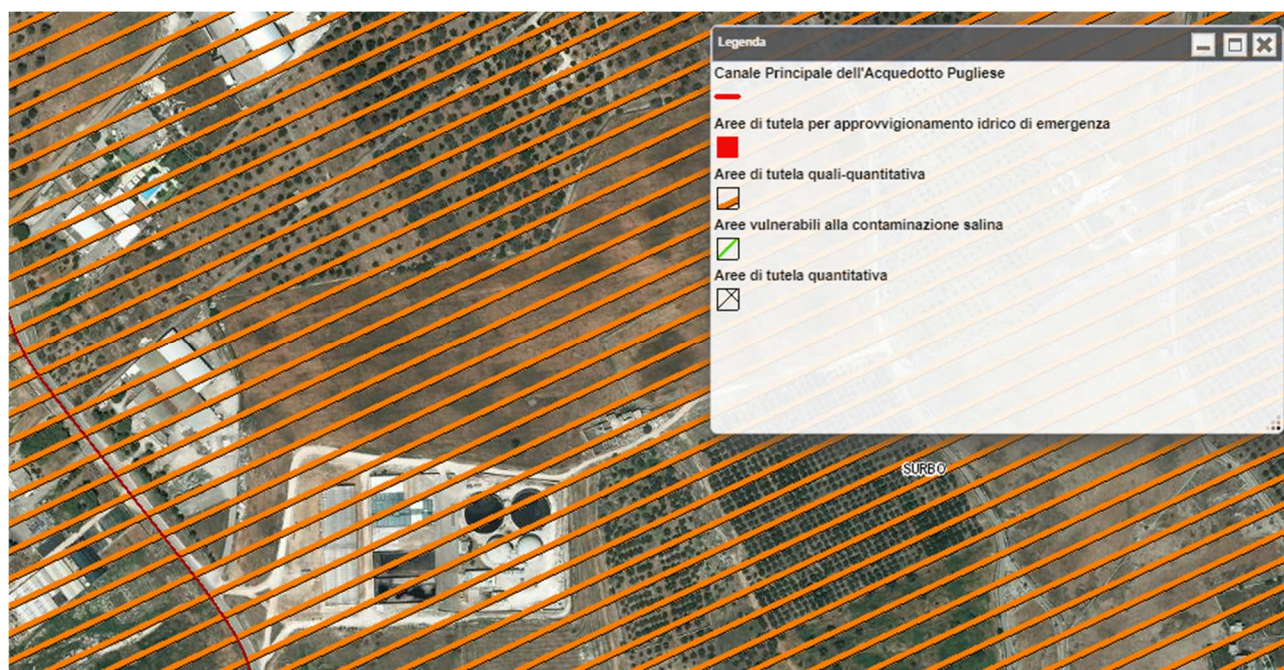


Figura 8 – PTA Surbo



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.



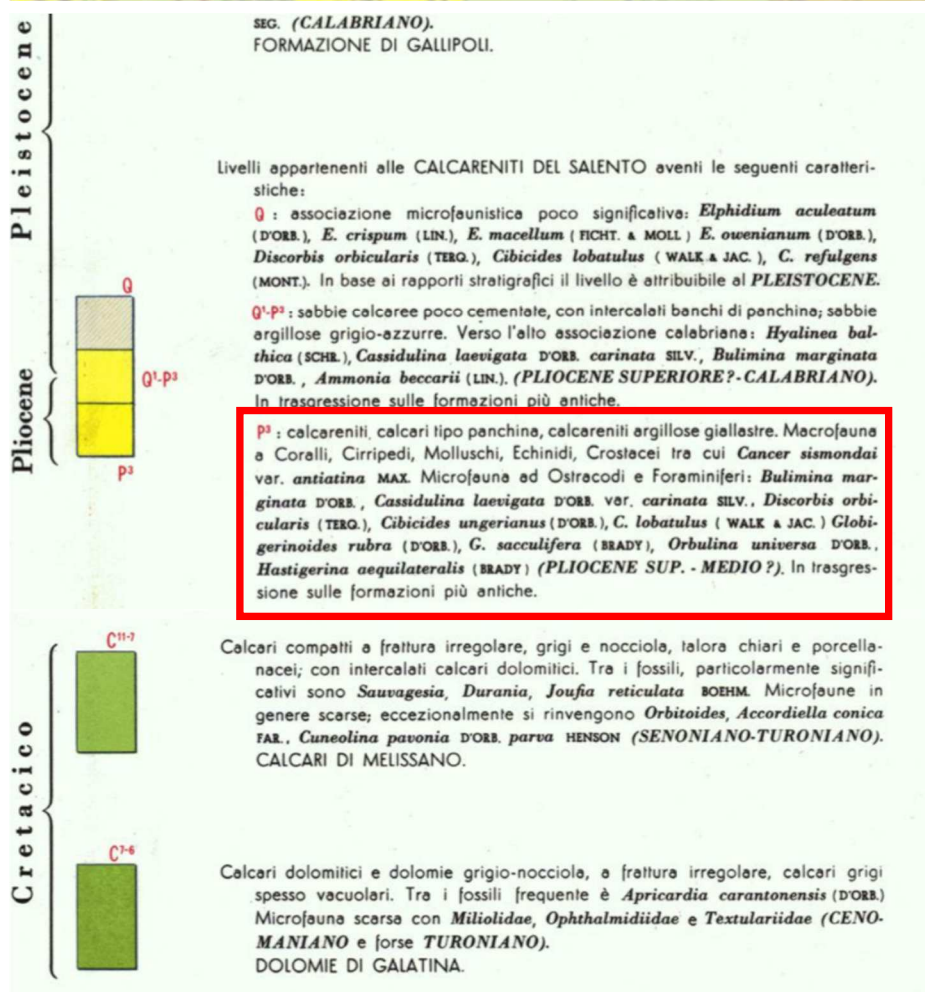
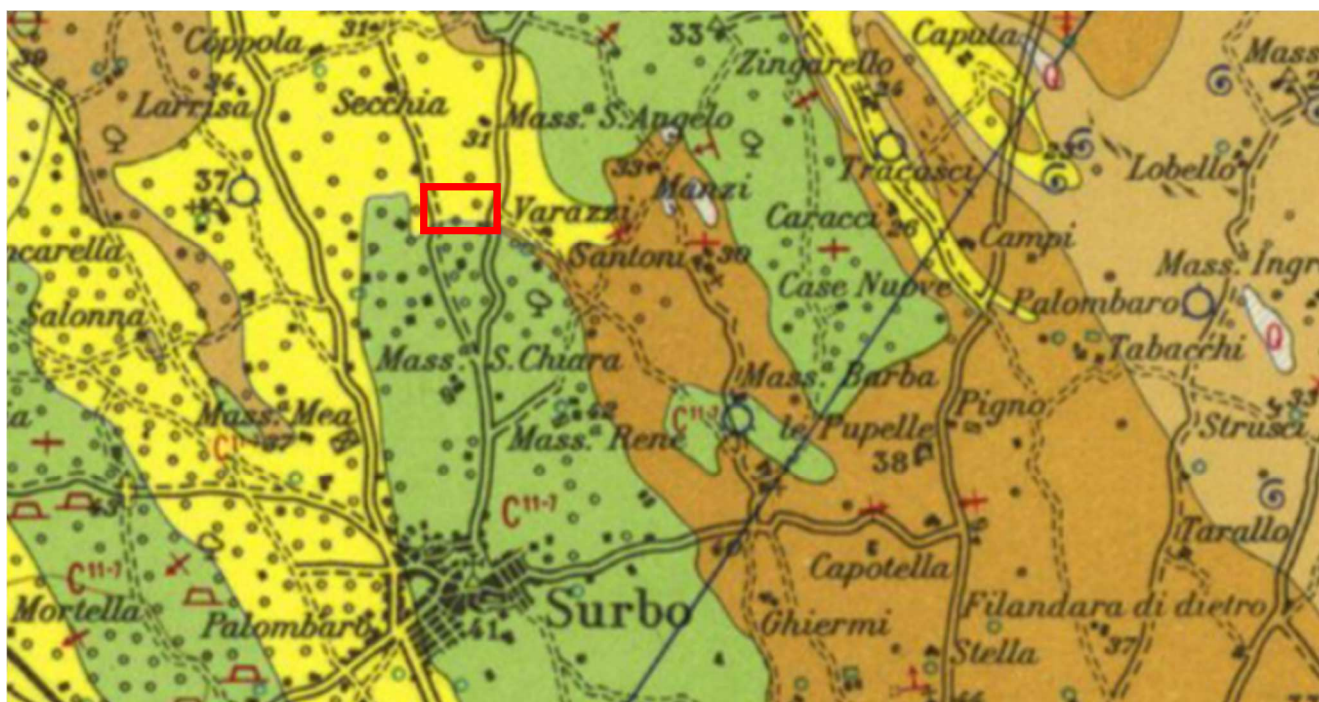


Figura 9 – Inquadramento sito su Foglio 204 della carta geologica d'Italia e relativa legenda

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 rinvenivano 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>.

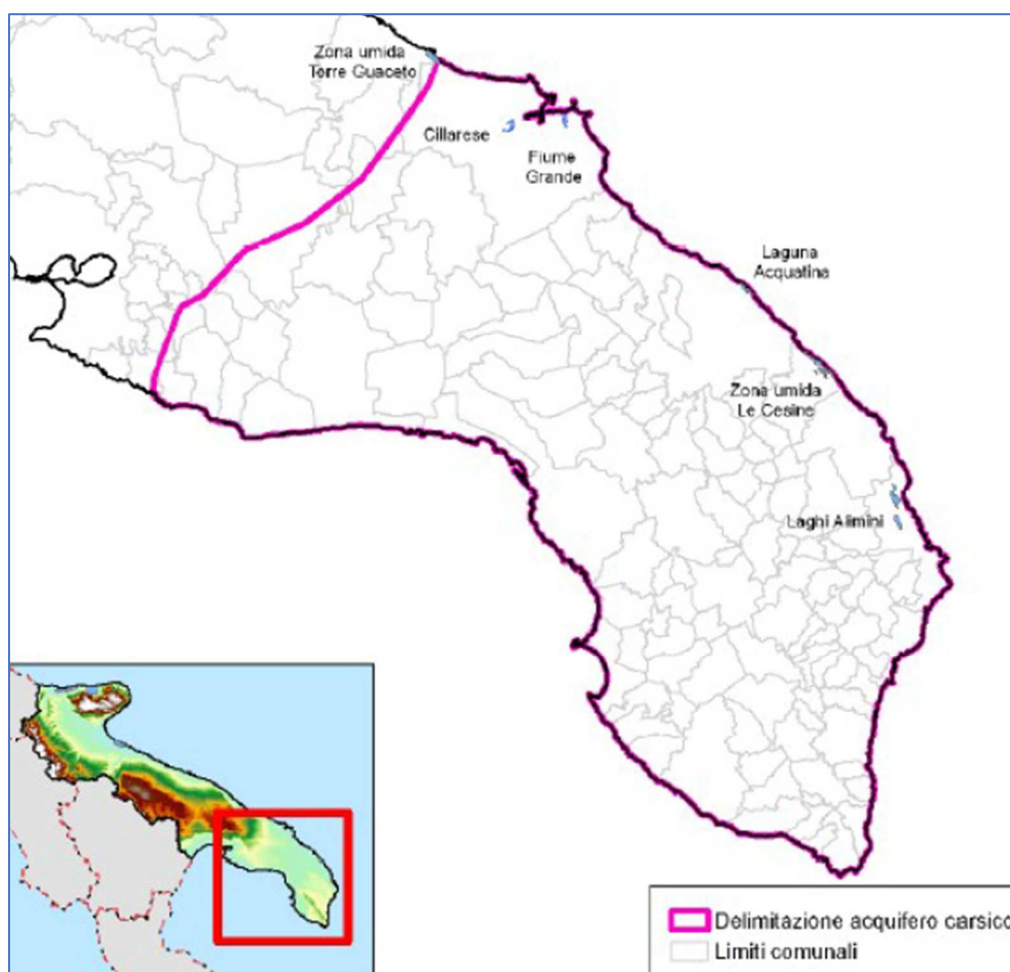


Figura 10 – Delimitazione acquifero carsico

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.

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 rinviene con continuità alla base della falda di acqua dolce, determinando la intercomunicazione idraulica sotterranea tra il Mare Adriatico ed il Mare Ionio (Figura 11).

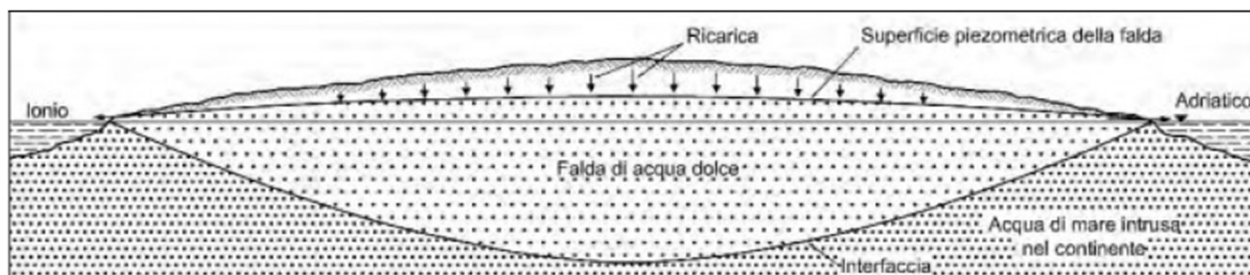


Figura 11 – Schematizzazione dell'intrusione marina in Salento. (da COTECCHIA et alii, 1957; COTECCHIA, 1958). (fonte [www.isprambiente.gov.it](http://www.isprambiente.gov.it))




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://sqi2.isprambiente.it/indagini/stampa\\_indagine.aspx?Codice=208081](https://sqi2.isprambiente.it/indagini/stampa_indagine.aspx?Codice=208081) , Figura 13).

  <p><b>ISPRA</b> Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</p> <p><b>ENEA</b> Ente Nazionale per la Protezione dell'Ambiente</p>	<p><b>Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale</b></p>																																				
<p><b>Archivio nazionale delle indagini nel sottosuolo (Legge 464/1984)</b></p>																																					
<p><b>Dati generali</b></p> <p>Codice: 208081          Regione: PUGLIA          Provincia: LECCE          Comune: LECCE          Tipologia: PERFORAZIONE          Opera: POZZO PER ACQUA          Profondità (m): 66,00          Quota pc slm (m): ND          Anno realizzazione: 1990          Numero diametri: 0          Presenza acqua: SI          Portata massima (l/s): ND          Portata esercizio (l/s): 70,000          Numero falde: 0          Numero filtri: 0          Numero piezometrie: 1          Stratigrafia: SI          Certificazione(*): NO          Numero strati: 5          Longitudine WGS84 (dd): 18,107911          Latitudine WGS84 (dd): 40,433450          Longitudine WGS84 (dms): 18° 06' 28.48" E          Latitudine WGS84 (dms): 40° 26' 00.42" N</p> <p>(*)Indica la presenza di un professionista nella compilazione della stratigrafia</p>	<p><b>Ubicazione indicativa dell'area d'indagine</b></p> 																																				
<p><b>MISURE PIEZOMETRICHE</b></p>																																					
<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																																	
<p><b>STRATIGRAFIA</b></p>																																					
<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

In base alle 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  $k \approx 4.5 \cdot 10^{-5}$  m/s.

	COMMITTENTE: <b>Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l.</b>		
	PROVA N°: <b>P1</b>		
	SONDAGGIO: <b>S1</b>	CANTIERE: <b>Mass. Coppola s.p. 236 -</b>	
	DATA: <b>16/02/2012</b>	PAG: <b>1 DI 1</b>	
	Calcarenite bioclastica a grana medio-grossolana avana-grigiastro		

### SCHEDA PROVA DI PERMEABILITÀ TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE (A.G.I. 1977)

Prova in:

immissione



estrazione

Fondo foro -3,2 m

Tale prova si esegue misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua nel foro di sondaggio. La misura deve essere eseguita in condizioni di regime. Per tale tipo di prova a "carico costante" il coefficiente di permeabilità è data dalla seguente espressione:

$$k = \frac{q}{C_f \cdot h \cdot d} \text{ ms}^{-1}$$

dove:

$q$  = portata immessa [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ] (0,036 l/s)

$h$  = livello acqua nel foro [m] (per prove sopra il livello di falda,  $h$  è misurato rispetto alla base del foro stesso ( $S_1$ )).  $h = 2,8$  m

$d$  = diametro del foro [m] (101 mm)

$C_f = 2,85$  (coeff. di forma).

$$k \approx 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

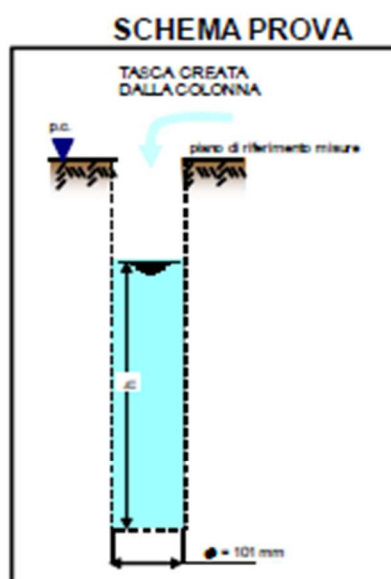


Figura 14 – Risultati prova Lefranc P1 (fonte: Relazione idrogeologica sui terreni (f°7 part.IIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas", redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfano)



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  $k \approx 1,1 \cdot 10^{-4}$  m/s.



COMMITTENTE:	Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l.		
PROVA N°:	P2		
SONDAGGIO:	S1	CANTIERE:	Mass. Coppola s.p. 236 - Surbo (LE)
DATA:	16/02/2012	PAG:	1 DI 1
Calcere non cristallino bianco (litografico)			

**SCHEDA PROVA DI PERMEABILITA' TIPO LEFRANC A CARICO COSTANTE (A.G.I. 1977)**

Prova in:

immissione ☒

estrazione ☐

Fondo foro -10,6 m

Tale prova si esegue misurando la portata necessaria per mantenere costante il livello dell'acqua nel foro di sondaggio. La misura deve essere eseguita in condizioni di regime. Per tale tipo di prova a "carico costante" il coefficiente di permeabilità è data dalla seguente espressione:

$$k = \frac{q}{C_f \cdot h \cdot d} \text{ ms}^{-1}$$

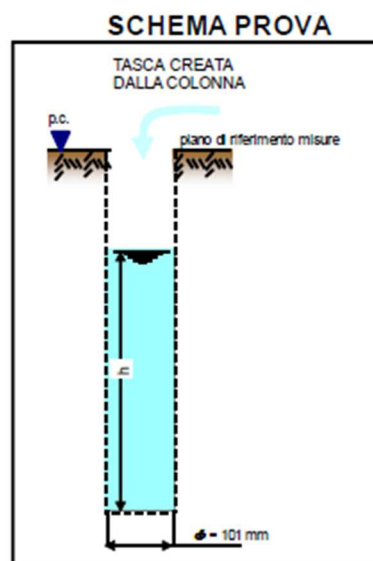
dove:

q = portata immessa [ $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$ ] (0,11 l/s)

h = livello acqua nel foro [m] (per prove sopra il livello di falda, h è misurato rispetto alla base del foro stesso (S<sub>1</sub>). h = 3,5 m

d = diametro del foro [m] (101 mm)

C<sub>f</sub> = 2,85 (coeff. di forma).



$$k \approx 1,1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$$

Figura 15 – Risultati prova Lefranc P2 (fonte: Relazione idrogeologica sui terreni (F°7 part.IIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano)

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.



*Figura 16 – Pozzetti eseguite per le prove di permeabilità (f°7 part.IIIa 129) che saranno interessate dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano)*

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.

Per tale tipo di prova a “carico variabile” il coefficiente di permeabilità è dato dalla seguente espressione:

$$k=[d(h_2-h_1)]/[32(t_2-t_1)hm]$$

dove:

- $h_2-h_1$  = variazione livello acqua nell'intervallo  $t_2-t_1$
- $hm$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto

La prova di permeabilità in pozzetto è stata eseguita all’interno di uno scavo di dimensioni 100\*50cm. Per il calcolo della conducibilità idraulica si è utilizzata la seguente relazione:

$$k=[d(h_2-h_1)]/[32(t_2-t_1)hm]$$

dove:

- $h_2-h_1$  = variazione livello acqua nell'intervallo  $t_2-t_1$
- $hm$  = altezza media dell'acqua nel pozzetto

CANTIERE: s.p. 236 - Surbo Nord (LE) Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l

**Calcarenite bioclastica a grana medio-grossolana di colore avana**

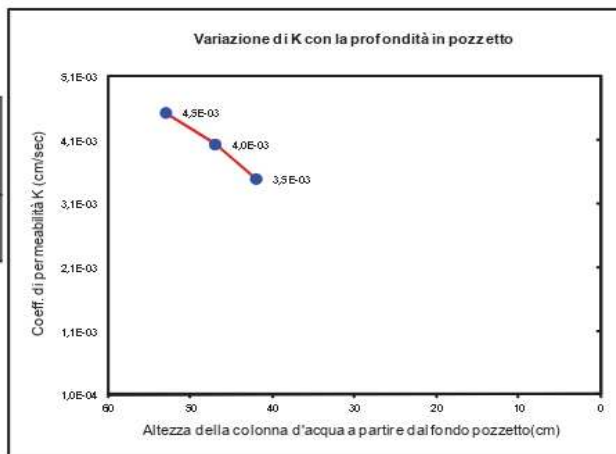
Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

**Pozzetto 1**

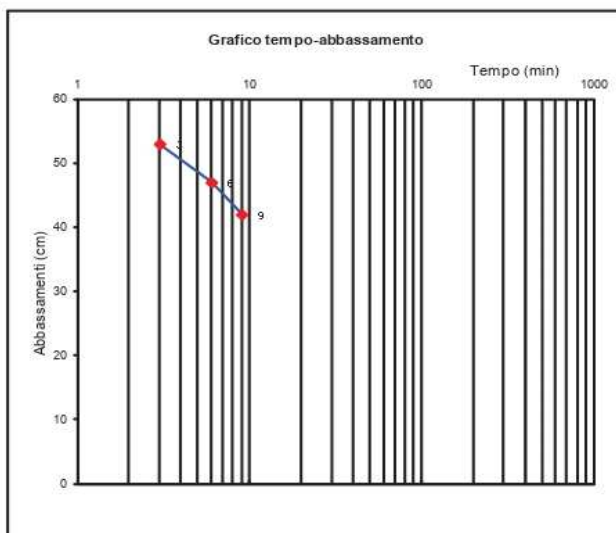
$$(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1) * (1 + 2h_m/b) / ((27(h_m/b) + 3))$$

Lato di base (b) pozzetto: 100 cm  
Profondità pozzetto 1,5 m

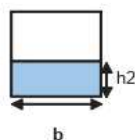
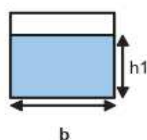
Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media (cm/s)
53	4,5E-03	<b>4,0E-03</b>
47	4,0E-03	
42	3,5E-03	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
3	53
6	47
9	42



Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$>10^{-1}$
Medio	$10^{-1}-10^{-3}$
Basso	$10^{-3}-10^{-5}$
Molto basso	$10^{-5}-10^{-7}$
Impermeabile	$<10^{-7}$



$$K = 4,0 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Figura 17 – Elaborazione e risultati delle prove di permeabilità nel pozzetto 1 (f°7 part.IIIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano)



CANTIERE: s.p. 236 - Surbo Nord (LE) Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l

### Calcarenite bioclastica a grana medio-grossolana di colore avana

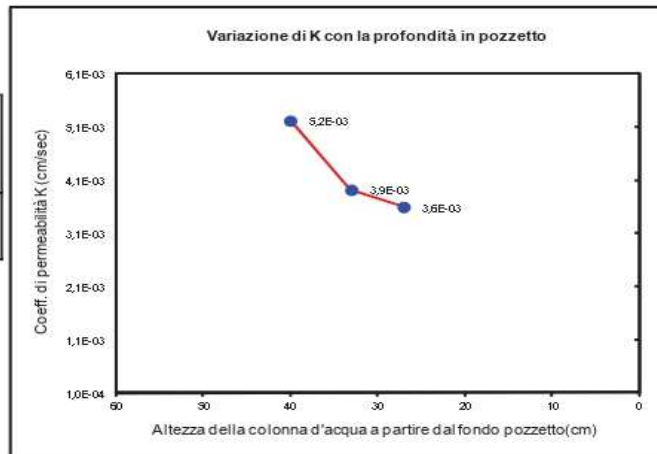
Prova di permeabilità in pozzetto superficiale eseguita a carico variabile (A.G.I. 1977)

#### Pozzetto 2

$$(h_1 - h_2) / (t_2 - t_1) * (1 + 2h_m/b) / ((27(h_m/b) + 3))$$

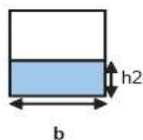
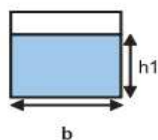
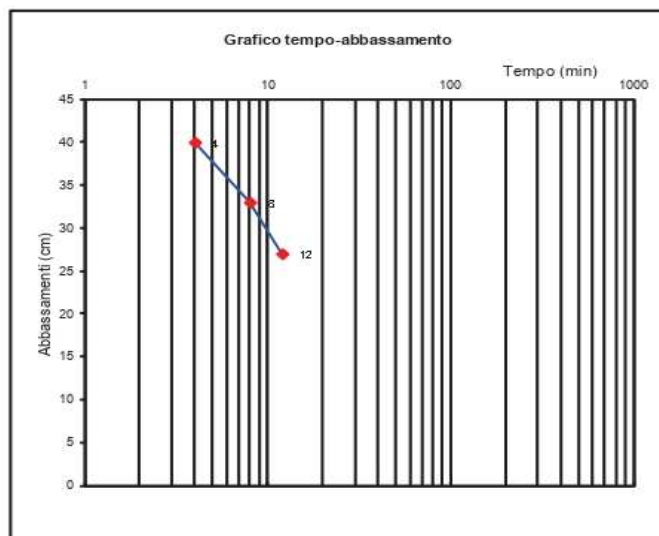
Lato di base (b) pozzetto: 100 cm  
Profondità pozzetto 1,5 m

Altezza della colonna d'acqua all'interno del pozzetto	Coeff. di permeabilità K (cm/sec)	media (cm/s)
40	5,2E-03	4,3E-03
33	3,9E-03	
27	3,6E-03	



Totale tempo trascorso (min)	Altezza del livello dell'acqua (cm)
4	40
8	33
12	27

Grado di permeabilità	K (cm/sec)
Alto	$> 10^{-1}$
Medio	$10^{-1} - 10^{-3}$
Basso	$10^{-3} - 10^{-5}$
Molto basso	$10^{-5} - 10^{-7}$
Impermeabile	$< 10^{-7}$



$$K = 4,3 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$

Figura 18 – Elaborazione e risultati delle prove di permeabilità nel pozzetto 2 (F°7 part.IIIa 129) che saranno interessati dalla costruzione di un impianto di biogas”, redatta dal Dott. Geol. Antonio Alfarano)

Nella tabella sottostante sono riportati i valori del coefficiente di permeabilità  $k$  sia in termini quantitativi, che qualitativi, espressione del grado di permeabilità e del drenaggio.

K (m/sec)	1	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^{-4}$	$10^{-5}$	$10^{-6}$	$10^{-7}$	$10^{-8}$	$10^{-9}$	$10^{-10}$	$10^{-11}$
Drenaggio	Buono						Povero			Praticamente impermeabile		

Tabella 1 – Confronto valori di permeabilità e grado di drenaggio

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.

## 8. 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.

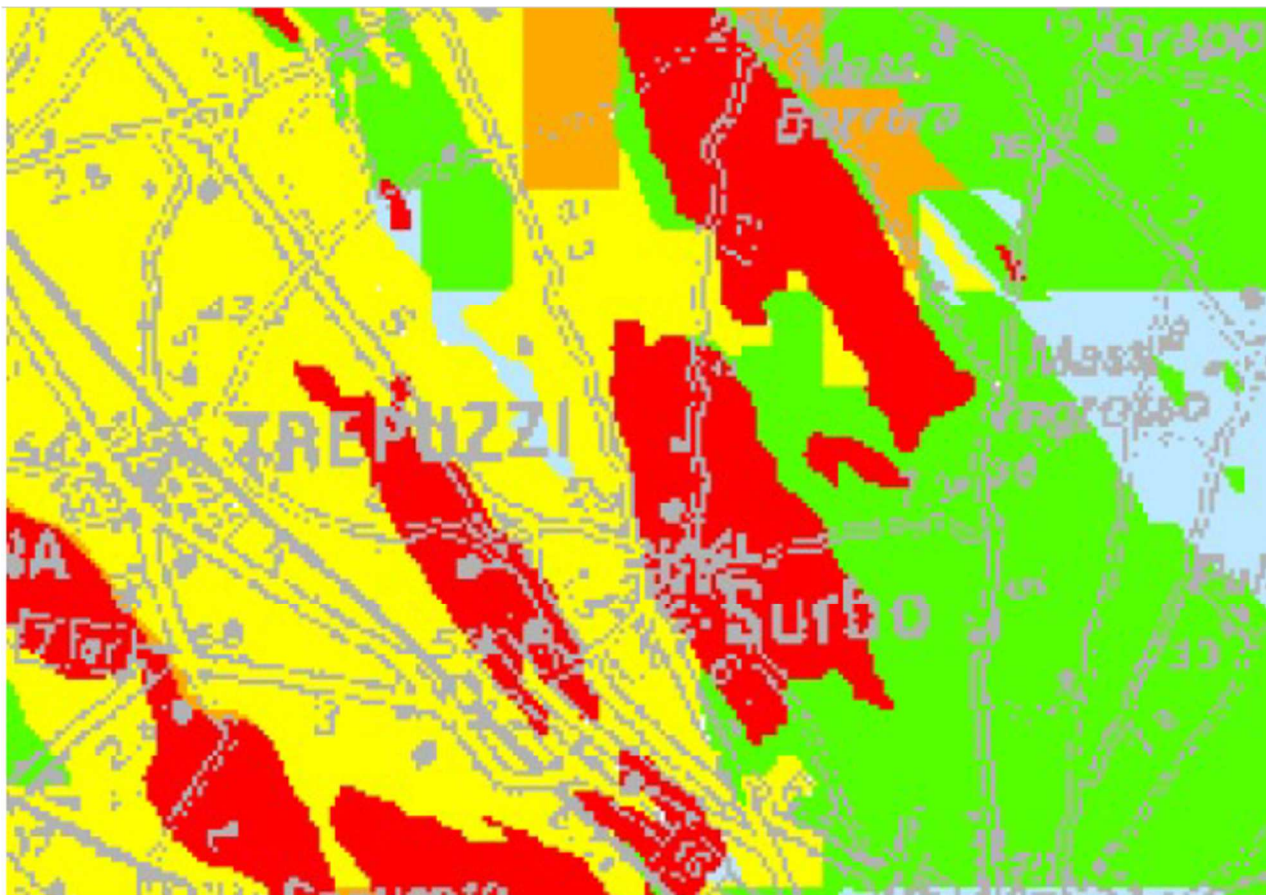
In particolare, per stimare la vulnerabilità di un acquifero è necessario acquisire tutti i dati relativi allo stesso facendo ricorso a metodi standardizzati che prevedono l'uso di pesi per i diversi parametri.

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/ft<sup>2</sup>

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: 15px; height: 15px; background-color: red; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità elevata
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: orange; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità alta
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: yellow; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità moderata
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: green; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità bassa
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: lightblue; border: 1px solid black;"></span>	Vulnerabilità molto bassa

Figura 19 – Valutazione vulnerabilità acquifero e relativa legenda (fonte: "Relazione geologica e idrogeologica", redatta dal Dott. Geol. Maurizio De Rinaldis)



## 9. 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.

Nello specifico i test eseguiti hanno evidenziato i seguenti risultati:

- Prove in foro (Lefranc):
  - o P1:  $4,5 \cdot 10^{-5}$  m/s (fondo foro 3,2)
  - o P2:  $1,1 \cdot 10^{-4}$  m/s (fondo foro 10,6)
- Pozzetti:
  - o P1:  $4,0 \cdot 10^{-5}$  m/s
  - o P2:  $4,3 \cdot 10^{-5}$  m/s
- Prove vasche:
  - o Permeabilità:  $4,59 \cdot 10^{-7}$  m/s (vasca drenante/prima pioggia)

Operando a favore di sicurezza si decide di assumere quale coefficiente di permeabilità K, per i successivi dimensionamenti, il valore medio, ovvero:

$$K = 4,76 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$$


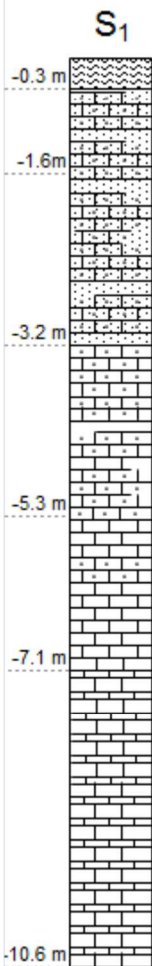

Applicando la metodologia “DRASTIC”, la quale garantisce il maggior numero di parametri di ingresso per il calcolo dell’indice di vulnerabilità intrinseca, si ottiene il valore dell’indice di vulnerabilità corrispondente alla classe **vulnerabilità moderata**; tuttavia:

- 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

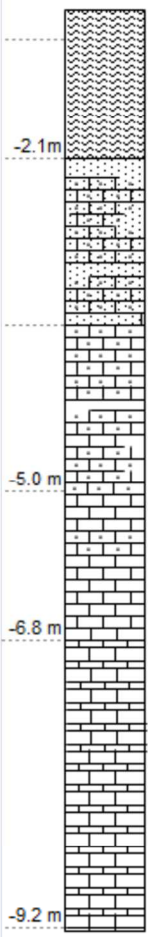

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm				
	Committente: Agroenergie Mazzarella Società Agricola S.r.l. F° 7 part.IIa 129			
	Cantiere: s.p. 236 - Surbo Nord (LE)			
Successione litologica	Descrizione	Campioni	SPT	$\gamma'$ t/m <sup>3</sup>
<p><b>S<sub>1</sub></b></p>  <p>-0.3 m</p> <p>-1.6 m</p> <p>-3.2 m</p> <p>-5.3 m</p> <p>-7.1 m</p> <p>-10.6 m</p>	<p>p.campagna </p> <p>Terreno vegetale limo-sabbioso di colore rossastro</p>			
	<p>Calcarenite 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>Calcarenite 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

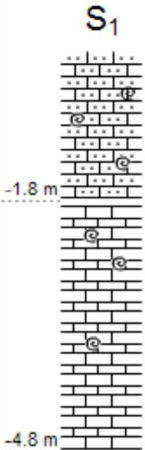




- **S1** - Agroenergie Mazzarella Soc. Agricola S.r.l.



SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm					
GEOPRO Sondaggi - geognostica		Committente: Agroenergie Mazzezzella 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>	$\varphi$
<p><b>S<sub>2</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, 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			

SONDAGGIO GEOGNOSTICO A CAROTAGGIO CONTINUO ø 101 mm					
<b>GEOPRO</b> Sondaggi - geognostica		Committente: dott. Antonio Alfano			
		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	