

**COMUNE di FURCI**  
**Provincia di Chieti**

Proponente:

**VALLECENA S.R.L.**

Sede Legale: Via Perth, 4  
66054 - VASTO

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UNA  
DISCARICA PER RIFIUTI NON PERICOLOSI IN  
LOCALITÀ CICELLA**

**GIUDIZIO FAVOREVOLE DEL CCR-VIA N.° 2041 DEL 10.07.2012**

**VARIANTE IN RIDUZIONE AL PROGETTO, A SEGUITO DELLA  
ELIMINAZIONE DELL'IMPIANTO DI INERTIZZAZIONE PER IL  
TRATTAMENTO DI RIFIUTI PERICOLOSI**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**[ELAB. R7-GEO – RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA]**

Elaborazione:



[www.ecoingegneria.com](http://www.ecoingegneria.com)

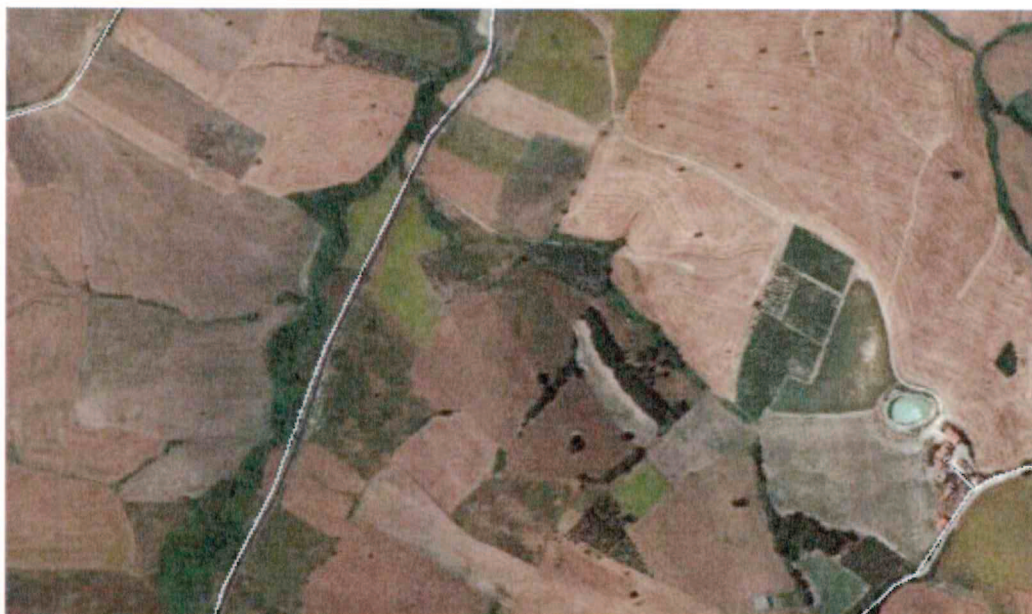
**NOVEMBRE 2016**

# COMUNE DI FURCI

## **RELAZIONE GEOLOGICA E IDROGEOLOGICA** *Realizzazione discarica per rifiuti non pericolosi*

*Riferimenti normativi: Dlgs 152/06 e s.m.i.*

## **VALLECENA S.r.l.**



File: Relazione geologica e idrogeologica – Realizzazione discarica per rifiuti non pericolosi		
data Settembre 2016		Approvato MR

### **GEOLOGIA e PROGETTAZIONE AMBIENTALE**

Dott. geol. MASSIMO RANIERI  
via Pollidoro di Mastrorenzo, 1/b - 66034 Lanciano (ch)  
tel/fax 0872.45413 - 3385846651 email: ranieri@negrissud.it  
P.IVA 01738720695

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>2</b>
1.1 CRONOLOGIA ITER PROCEDURALE.....	3
<b>2. MODELLO GEOLOGICO .....</b>	<b>5</b>
2.1 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE .....	5
2.2 CARATTERISTICHE GEOLOGICHE E GEOMORFOLOGICHE LOCALI .....	10
<b>3. INDAGINI .....</b>	<b>13</b>
3.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE .....	13
3.2 STRATIGRAFIA DI DETTAGLIO E PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA .....	13
<b>4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA .....</b>	<b>19</b>
4.1 CARATTERISTICHE GENERALI .....	19
4.2 CARATTERISTICHE CLIMATICHE .....	25
4.3 CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE LOCALI .....	30
<b>5. VULNERABILITA' DELLA FALDA .....</b>	<b>34</b>
<b>6. PRESCRIZIONI IN MATERIA DI VINCOLO IDROGEOLOGICO .....</b>	<b>34</b>
<b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>35</b>

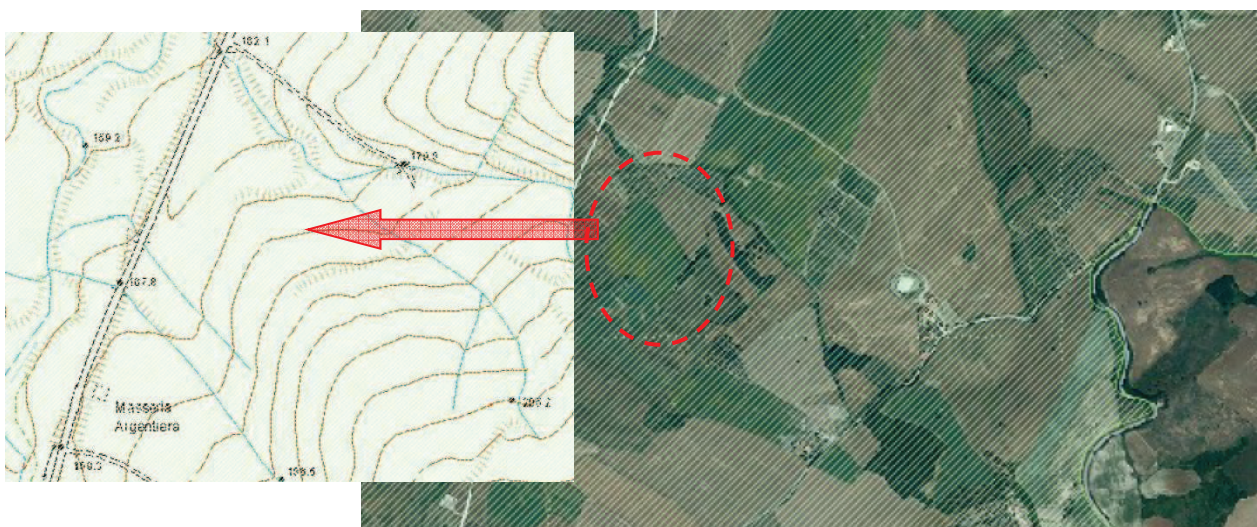


## 1. INTRODUZIONE

La ditta VALLECENA S.r.l. ha affidato allo scrivente l'incarico di effettuare uno studio geologico ed idrogeologico a supporto del progetto per la "realizzazione di una discarica per rifiuti non pericolosi in Località Cicella", nel Comune di Furci (CH).



Il sito risulta inserito all'interno di un'ampia area con vincolo idrogeologico, ai sensi del R.D. n.º 3267 del 30 Dicembre 1923.





Al fine di acquisire le necessarie informazioni geologiche, geomorfologiche e idrogeologiche dell'area, lo studio è stato articolato nelle seguenti fasi:

- reperimento di informazioni di carattere bibliografico relative a studi ed indagini pregresse;
- esame geologico e geomorfologico dell'area, in modo da poter individuare tutte le problematiche eventualmente presenti;
- analisi critica di tutti i dati acquisiti nella campagna di indagini dirette effettuate dallo stesso nel mese di Agosto 2016,
- redazione della presente relazione alla quale sono allegati i seguenti elaborati :



**Corografie con ubicazione dell'area in studio**



**Stratigrafie con documentazione fotografica**

### **1.1 Cronologia/iter procedurale**

In questo paragrafo si ripercorre l'iter/procedimento amministrativo a partire dal 2014, trascurando la parte precedente, ed in particolare dalla nota prot. n. 6938 del 16.06.2014 con la quale l'ARTA richiede una serie di integrazioni riguardanti l'AIA per la realizzazione e l'esercizio del complesso impiantistico proposto dalla ditta Vallecena S.r.l.

Integrazioni diverse, alcune delle quali si riportano di seguito "... omissis ... si ritiene necessario che l'azienda realizzi uno studio idrogeologico sito specifico, realizzando un numero adeguato di sondaggi di cui 5 attrezzati a piezometro, spinti per almeno 5 m al di sotto del piano di imposta della discarica. Resta inteso che in caso di presenza di falda dovrà essere rispettato un franco di almeno 1,5 m rispetto alla massima escursione della falda. L'azienda dovrà altresì provvedere al campionamento e all'analisi chimica del terreno prelevato durante i sondaggi. Le modalità di realizzazione e l'ubicazione dei sondaggi nonché le modalità di campionamento ed analisi del terreno dovranno essere concordate con ARTA, dandone evidenza all'Autorità Competente. ... omissis ... In caso di presenza di falda, l'azienda dovrà ricostruire la superficie piezometrica, espressa sul livello del mare con rilievo topografico centimetrico, indicando le direzioni di scorrimento. ... omissis...".

Successivamente, in data 16.06.2016, presso la sede del distretto dell'Arta di Pescara si è tenuto un tavolo tecnico richiesto dalla ditta, al fine di condividere il piano di indagini proposto sulla scorta di quanto specificato nella nota ARTA sopra citata.

Di seguito uno stralcio del verbale: "... omissis ... L'azienda propone di realizzare n. 9 sondaggi complessivi di cui 5 attrezzati a piezometro (n. 4 lungo il perimetro e n. 1 all'interno dell'invaso e n. 4 sondaggi interni al futuro sito di discarica. Relativamente alle profondità da raggiungere, in considerazione che il piano di imposta sarà ubicato a circa 20 m dal p.c. i sondaggi saranno spinti fino a 25 m dal p. c. attuale. ... omissis ... Visto quanto sopra si ritengono adeguate le proposte dell'azienda e contestualmente si ritiene che nello studio idrogeologico sia riportato e dimostrato quanto segue. 1) I sondaggi devono essere rappresentativi di tutta l'area interessata dai lavori e dovrà essere dimostrata l'omogeneità delle caratteristiche litologiche ai fini del rispetto della soggiacenza; 2) Monitorare l'escursione max della eventuale falda preventivamente ed includere i dati del rilievo all'interno dello studio; 3) al fine di assicurarsi che non vi sia infiltrazione di acqua di percolazione si ritiene opportuno

*isolare la porzione dei piezometri a contatto con le litologie interessata dai materiali eluviali – colluviali installando la porzione filtrante del piezometro solo nella porzione di terreno potenzialmente acquifero”.*

In data 02.08.2016 sono iniziate le attività di indagine, sondaggi a carotaggio continuo, alcuni dei quali completati a piezometro, che si sono protratte fino al giorno 10.08.2016.

La campagna investigativa ha visto la realizzazione di n.9 sondaggi a carotaggio continuo spinti sino alla profondità massima di 25 metri dall’attuale piano campagna; n. 5 di essi sono stati attrezzati/completati a piezometro al fine di verificare la presenza di una eventuale falda e il monitoraggio dei livelli dell’eventuale.

Come prescritto dall’ARTA con la nota prot. 6938 del 16.06.2014 e ribadito nella riunione del 16.06.2016, le attività di campo hanno previsto il prelievo di campioni di terreno lungo le verticali di sondaggio e le successive analisi.

In data 18.10.2016, in contraddittorio con i tecnici dell’ARTA è stata verificata la presenza di falda freatica mediante misure di soggiacenza dalla rete di piezometri installata.

Le verifiche effettuate hanno evidenziato la presenza di modesti livelli di acqua all’interno dei piezometri, che non è possibile ascrivere a falde acquifere, anche in considerazione delle litologie non acquifere rilevate, con ogni probabilità l’acqua rilevata al fondo dei piezometri è riconducibile all’infiltrazione e percolazione delle acque meteoriche nei livelli più superficiali (coltre eluvio/colluviale e/o gli strati di sedimenti più superficiali costituiti da litologie sabbiose relativamente più permeabili). Come evidenziato dalle colonne stratigrafiche ricavate dai sondaggi effettuati, in alcuni punti, i sedimenti più permeabili, superficiali, raggiungono anche spessori di oltre 10 metri.

Al fine di verificare la presenza di acqua e di dirimere la questione assenza/presenza di una falda acquifera, in data 07.11.2016, di concerto con i tecnici dell’ARTA Abruzzo, sono state effettuate delle operazioni di spurgo, al fine di svuotare completamente i piezometri; tale operazione ha evidenziato l’assenza di ricarica immediata. Successivamente, il giorno 08.11.2016, sempre in contraddittorio con i tecnici dell’ARTA, sono state effettuate misure di soggiacenza, che hanno evidenziato la presenza di modestissimi quantitativi di acqua sul fondo dei piezometri (all’incirca 1 metro di colonna d’acqua e fango/deposito di fondo) che confermano l’assenza di una vera e propria falda freatica.

L’assenza, ovvero il limitato quantitativo di acqua, estremamente fangosa non ha permesso di prelevare campioni di acqua da sottoporre ad analisi (verifica qualità delle acque).



## 2. MODELLO GEOLOGICO

### 2.1 Inquadramento geologico generale

Il Comune di Furci è ubicato geologicamente, nel settore interno della zona pedemontana appenninica, precisamente nella piana compresa tra la terminazione settentrionale dei Monti della Daunia e l'Adriatico, su una delle tante dorsali in cui il settore è suddiviso dalle valli dei corsi d'acqua che affluiscono all'Adriatico.

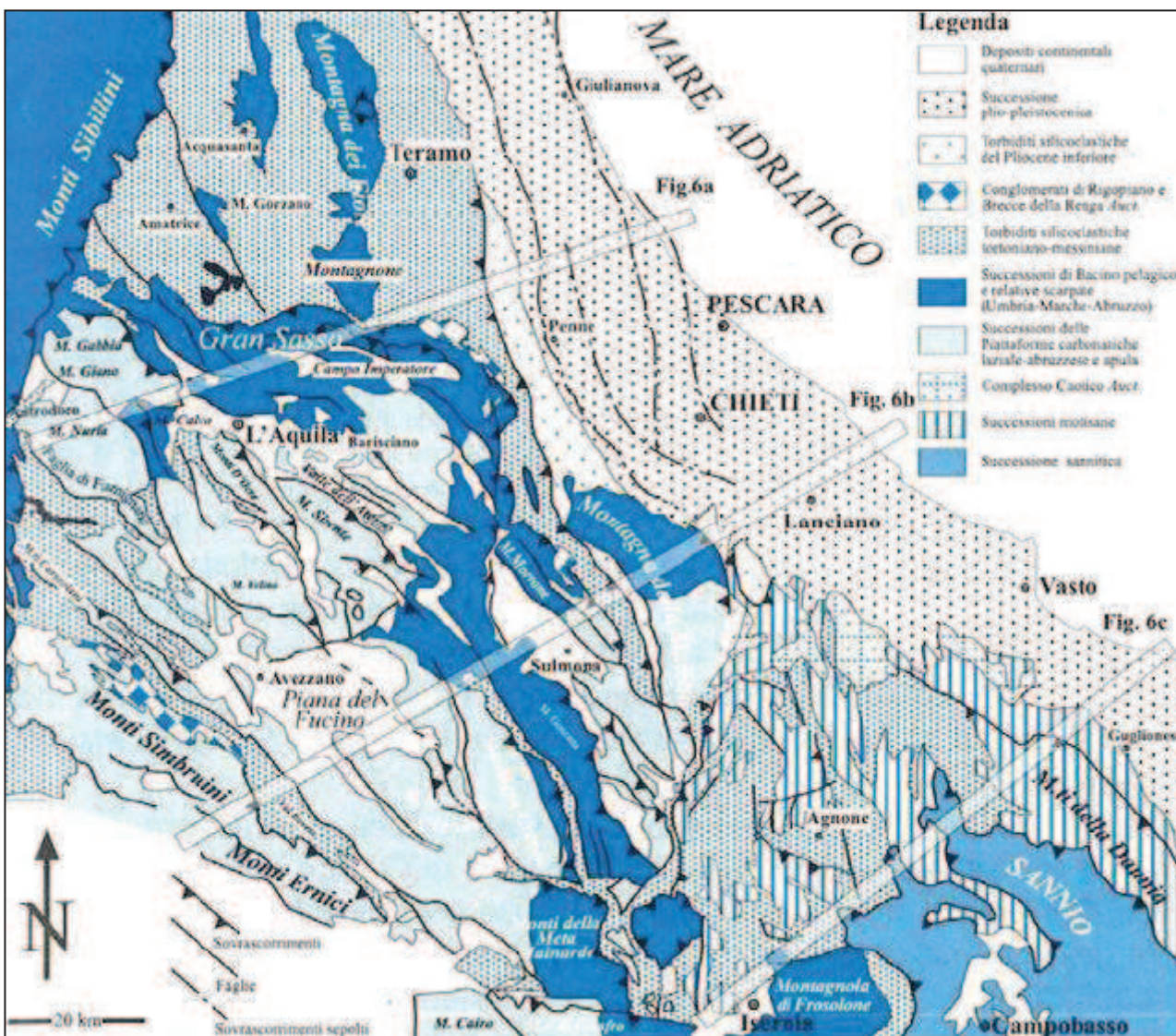


Fig. 1 – Schema geologico-strutturale dell'Appennino centro-meridionale (da Guide Geologiche Regionali-Abruzzo, Crescenti et alii, 2003).

In generale, l'area abruzzese si può suddividere in tre settori omogenei dal punto di vista orografico, l'area di catena, la fascia pedemontana e la fascia costiera. Questi settori presentano caratteristiche geologiche omogenee come evidenziato anche nello schema geologico-strutturale di Fig. 1.

Da un punto di vista geologico, il territorio in esame fa parte di un'area molto complessa, definita avanfossa adriatica, formatasi nel Plio-Pleistocene, che si sviluppa da Nord a Sud, dalla Pianura Padana al golfo di Taranto.

In questo settore dell'Appennino affiorano dei terreni di origine alloctona (provenienti da zone più interne) facenti parte delle cosiddette Unità Molisane (Patacca et alii, 1991), con caratteristiche di



ambiente variabili dalle condizioni di mare abbastanza profondo a rampa carbonatica ed infine di avanfossa, di età compresa tra l'Oligocene e il Messiniano.

Dal punto di vista paleoambientale quest'area fa parte del Bacino molisano, interpretato da diversi autori come una prosecuzione verso Nord del Bacino Lagonegrese, compreso tra la piattaforma Appenninica e la piattaforma Apula interna verso Nord, affiorante soltanto con la Majella.



Le caratteristiche principali di questo complesso alloctono sono:

- uno spessore che progressivamente decresce dalla fascia interna verso quella esterna, con limite settentrionale all'incirca in corrispondenza del parallelo 42°15';
- una matrice comune costituita dalle argille varicolori, che nella modalità di messa in posto della coltre ha avuto un ruolo determinante;
- la coltre viene ricoperta da terreni del Pliocene medio-superiore (cenozona G. Inflata e Crassaformis) ad oriente.

Dal punto di vista tettonico questo settore dell'Appennino presenta aspetti particolari in quanto, oltre che da una generale tettonizzazione ad embrici a vergenza appenninica del substrato calcareo, i terreni in affioramento risultano interessati da deformazioni molto intense con pieghe, faglie e sovrascorrimenti con marcate vergenze verso il settore occidentale.



Questa contrapposizione di stili tettonici viene spiegata, dal punto di vista meccanico, dalla diversa reazione allo sforzo di un corpo rigido, il substrato, e di uno più duttile, la copertura.

Tale disarmonia viene accentuata dal livello di scollamento rappresentato dalle argille varicolori che avrebbe favorito lo svincolo meccanico della coltre costituita dai materiali in affioramento.

Ad esclusione del lavoro di *Selli* del 1962 la letteratura geologica è concorde nel ricondurre le Unità molisane ad un dominio di bacino esterno rispetto al dominio di piattaforma del Matese.

Nelle cosiddette falde molisane si distinguono quattro unità tettoniche (*Patacca et alii, 1990*) rappresentate dall'esterno verso l'interno, dall'unità della Daunia, dall'unità di Tufillo, dall'unità Agnone e dall'unità Frosolone.

La formazione più antica affiorante nell'area oggetto d'indagine è rappresentata dalle cosiddette "Argille Varicolori" (av), marne compatte ed argille marnose talora fogliettate, rosse, grige, verdastre, con intercalazioni di banchi calcarei a Nummuliti e Lepidocyclone, e con lenti e livelli di selce nera e rossa. Arenaria biancastra con elementi in prevalenza quarzosi, fortemente eolizzati, livelletti limonitici e grani di ambra, mista ad una frazione sabbioso-argillosa di origine fluvio-lacustre, caratteristica dell'Oligocene. Argille fogliettate, rosse, violacee, verdastre, grigiastre con sottili livelli di arenaria bruna in prevalenza silicea e con intercalazioni di calcari grigi, calcari micro detritici, calcari marnosi, livelli mangesiferi e livelli e lenti di selci rossicce ed azzurrognole. Microfaune di Radiolari, Spugne silicee, sovente piritizzate. (*Paleogene. Cretaceo Sup.?*)

Fa seguito alle Argille varicolori il "complesso flyscioide", ( $M_{4-2}$ ) calcareniti e brecciole, calcari compatti giallastri con lenti e noduli di selce bruna e rossastra, arenarie calcaree, marne grigie compatte e scheggiose, marne argillose a volte fetide, straterelli di argilla sabbiosa grigiastra fogliettata. Presenti intercalazioni di calcari, calcareniti e brecce calcaree a Briozoi e Lithothamni ( $M_3$ ) (*Miocene medio – inferiore*). La base del complesso è in discordanza angolare con le formazioni sottostanti. A tale formazione seguono i calcari ( $M_5^c$ ) biancastri, pulverulenti, calcari gessosi e travertinosi, calcari finemente stratificati, calcareniti marroncinie, diatomiti, brecciole poligeniche. Inglobati in essi si rinvenno ammassi di gesso in grossi cristalli anche geminati, o granulare ed arenaceo (*Messiniano*). Ad essi seguono le sabbie ed arenarie ( $M_5^{5-4}$ ), con lenti di argille grigiastre e verdognole e di marne sabbiose grigio-avana. Intercalate nella parte superiore di  $M_{4-2}$ , sono eteropiche della formazione gessosa. (*Miocene superiore*).

A copertura dei suddetti termini miocenici si individuano i depositi ascrivibili alle argille (Pa) ed argille marnose azzurrognole, compatte, talora a frattura concoide, con associazioni microfaunistiche varie (*Pliocene*).

Le formazioni superiori, più giovani, sono costituite dalle Coperture fluviali (a) con terreni alluvionali recenti ed attuali (ghiaie con sabbie e argille del Torrente Cena e Treste) disposti su vari ordini di terrazzi ( $f^2-f^3$ ) che testimoniano fasi alterne di erosione e deposizione dei corsi d'acqua maggiori.

La storia geologica e l'evoluzione paleogeografica più recente che hanno caratterizzato i bacini abruzzese e molisano a seguito dell'orogenesi appenninica e che hanno portato all'instaurarsi dell'attuale situazione, può essere così sommariamente riepilogata, per ciò che riguarda i terreni in affioramento nell'area indagata:

- Pliocene inferiore: Il bacino di Pescara è in sprofondamento in concomitanza con la massima attività orogenetica appenninica. In questo periodo, per lo smantellamento delle dorsali si originavano le torbide che caratterizzano l'intera sequenza pliocenica della fossa di Pescara. Dette torbide, provenendo da settori settentrionali fluivano verso SE venendo a fermarsi contro l'area della piattaforma pugliese che si presentava morfologicamente più alta. Per questo motivo in questa area il Pliocene inferiore è marnoso-argilloso e del tutto esente da torbide.
- Pliocene medio: Dal Pliocene medio in poi, con l'accentuarsi dell'azione orogenica, si ha lo spostamento verso oriente e verso sud dell'asse della fossa di Pescara che inizia a colmarsi e ad invadere anche il bordo occidentale della piattaforma. Si origina così la fossa molisana interessata dalle torbide medio-plioceniche.

Il sollevamento dell'edificio appenninico e la concomitante subsidenza dei bacini ha causato un richiamo gravitativo del materiale alloctono che si è mosso nel Pliocene inferiore da SW verso NE. Il movimento della coltre alloctona coinvolge, talvolta, brandelli della stessa serie pliocenica e spesso al suo fronte causa accavallamenti con raddoppio di serie nelle successioni sottostanti, come si verifica talvolta per il Pliocene medio nell'area a sud di Termoli. A nord la struttura della Maiella di individuazione infra-pliocenica, fa da barriera al movimento gravitativo delle successioni di provenienza molisana.

- Quaternario: Nel settore di Vasto una serie di faglie dirette, ad orientamento da N-S a NW-SE, da origine ad una fossa che si sviluppa nel Pliocene superiore e specialmente nel Quaternario. Dopo il colmamento generalizzato verificatosi alla fine del Pliocene in tutta l'area considerata, si instaurano condizioni di mare poco profondo, caratterizzate da sedimentazione prevalentemente argillosa, con scarsi apporti grossolani di sabbie e conglomerati. La subsidenza è attivata da lineamenti di faglia che rimangono attivi per tutto il Pleistocene. Le argille presentano localmente incisioni a diversi livelli con riempimenti sabbiosi e conglomeratici. In generale i depositi pleistocenici sono costituiti, in prevalenza, da argille derivate dallo smantellamento delle argille plioceniche e dalle coltri alloctone costituite in gran parte da materiale argilloso. Solo localmente si trovano depositi sabbiosi e subordinatamente ghiaiosi, probabilmente connessi con accumuli alle foci di corsi d'acqua attivi durante il Pleistocene e distribuiti lungo le coste. Si nota che alcuni di tali accumuli si trovano nel sottosuolo lungo attuali corsi d'acqua (fiume Osento e fiume Sinello).

L'area pedemontana abruzzese presenta caratteristiche fisiografiche piuttosto uniformi. Essa è contraddistinta da rilievi collinari e da estese zone sub pianeggianti che digradano dolcemente verso il mare. Sono presenti al suo interno anche rilievi che raggiungono quote di 1.000 m, e che sono separati da incisioni vallive profonde e a forte acclività. All'interno della fascia pedemontana la distribuzione delle acclività dei versanti, seppure generalmente medio-bassa, è variabile con aree in cui si concentrano forti acclività ed altre in cui prevalgono versanti ampi e poco scoscesi. L'uniformità del paesaggio è interrotta dalle valli dei fiumi principali, con una direzione generalmente perpendicolare alla linea di costa, quindi da WSW-ENE a SW-NE, che isolano rilievi collinari allungati parallelamente alle valli (Fig. 2).





Fig. 2 – Schema fisiografico dell'area abruzzese (da D'Alessandro et alii, 2003c)

Gli aspetti geomorfologici generali sopra riportati, trovano riscontro nell'area dell'abitato di Furci. In particolare, in questa zona si evidenzia la presenza di dorsali collinari tra le quali quella di Furci delimitata a NW dalla valle del Fiume Sinello e a SE da quella del Fiume Trigno. Tale dorsale collinare ha sviluppo SW-NE parallelo alle due valli fluviali che la delimitano. La natura dei terreni affioranti è in larga parte ascrivibile ai depositi di origine alloctona facenti parte delle cosiddette Unità Molisane. Localmente detti depositi sono costituiti principalmente dalle "argille varicolori"

caratterizzati da marne compatte ed argille marnose rosso-grigio-verdastre con intercalati banchi calcarei. Nella parte alta del rilievo collinare di Furci, invece, affiorano i termini dell'Unità alloctona prettamente fliscioidi, costituiti da calcareniti e calcari compatti con liste e noduli di selce intercalati ad arenarie e marne.

Subito a NE di Furci si rileva una ristretta fascia (1-2Km) ad orientazione NW-SE dove affiorano le argille marnose e le argille azzurrognole del Pliocene.

Spostandosi verso la costa adriatica si rileva la presenza di numerose dorsali collinari in assetto geologico-strutturale simile tra loro e cioè lembi di piastre sabbioso-conglomeratiche al tetto di rilievi collinari argillosi. Tali forme morfologiche prendono la denominazione di *mesa*, e si caratterizzano per la presenza di sommità pianeggianti costituite da litologie resistenti all'erosione. In particolare, a rilievi tipo *mesa* sono riferibili le alture alla cui sommità affiorano i depositi sabbioso-conglomeratici della parte alta della successione plio-pleistocenica, riconducibile alla Formazione di Mutignano, diffusi nelle zone di Cupello, Monteodorisio, Vasto etc.

Subito a N e ad E dell'abitato di Furci, affiorano estesi sedimenti alluvionali terrazzati. Tali depositi terrazzati del Fiume Sinello a nord e del Fiume Trigno ad est, sono largamente presenti sulla sinistra

idrografica e non trovano corrispondenza sui versanti opposti dei fiumi, probabilmente per un basculamento lungo un asse orientato parallelamente a quello vallivo.

I vari terrazzi alluvionali di diverso ordine presenti lungo il versante in sinistra idrografica si riscontrano verso valle fino al fondo vallivo del fiume Trigno, che risulta colmato da sedimenti alluvionali con spessori variabili.

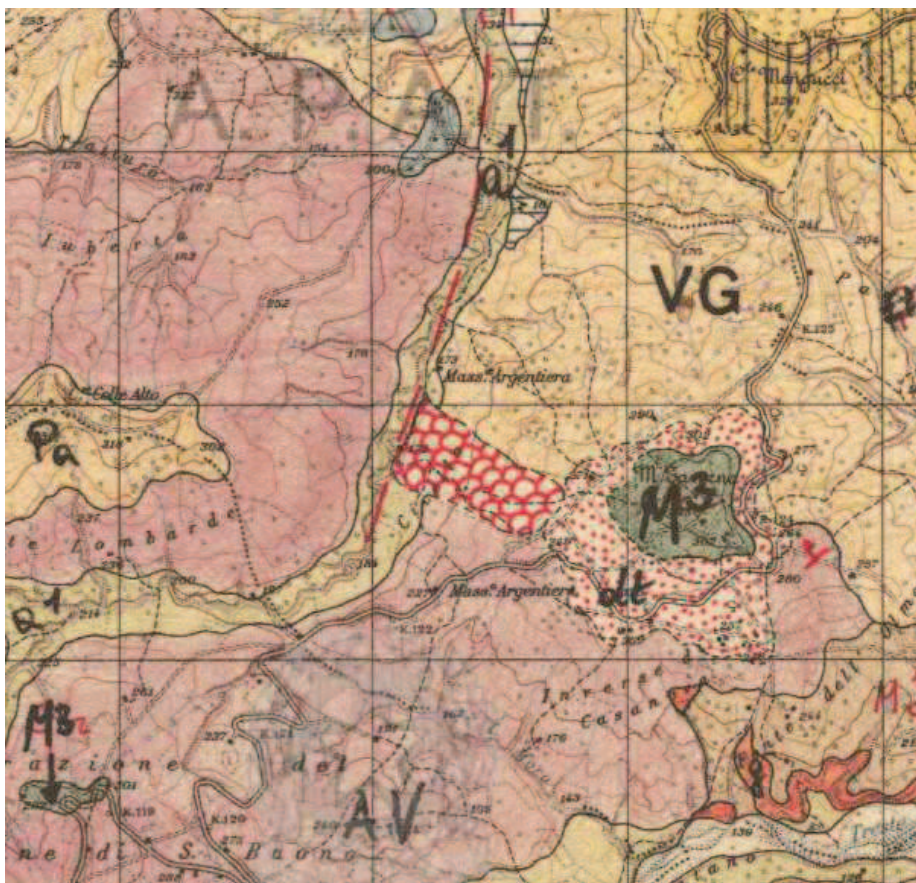
Alla base dei depositi alluvionali si ritrovano le argille grigio-azzurre (Formazione di Mutignano – associazione pelitica) che rappresentano il limite inferiore tra l'altro di un importante acquifero alluvionale.

A sud e sud-ovest dell'abitato di Furci si estende un vasto territorio caratterizzato dai depositi dell'Unità alloctona Molisana costituiti localmente dalle sequenze fliscioidi calcaree ed arenacee (Comuni di San Buono, Liscia, Palmoli).

## 2.2 Caratteristiche geologiche e geomorfologiche locali

L'area in esame è compresa tra la strada statale n. 86 "Istonia" e la fondovalle Cena, e si sviluppa lungo il versante in destra idrografica del torrente Cena, nel settore medio basso del versante che raccorda il rilievo collinare di Monte Taverna (323 m s.l.m.) ad est, con il fondo vallivo del torrente Cena ad ovest. Nello specifico il sito di progetto si individua sullo spartiacque che delimita i bacini idrografici di due fossi minori, affluenti in destra idrografica del torrente Cena.

L'idrografia dei luoghi è caratterizzata da corsi d'acqua principali (torrente Cena) ed il torrente Moro a



Stralcio Carta Geologica d'Italia – Foglio 148 "Vasto" Carta di Rilevamento scala 1:25.000

cui confluiscono numerosi corsi d'acqua minori ad elevato grado di gerarchizzazione, che testimoniano la natura pelitica dei suoli.

Dal punto di vista geologico stratigrafico l'area sedime dell'opera è caratterizzata dalla presenza di litologie limo-argillose e argilloso-marnose marine, ascrivibili alle "Argille Varicolori" dell'Unità Alloctona Molisana. Quasi sempre, detti depositi risultano coperti da spessori variabili di terreno vegetale (ampie zone del settore in esame sono sottoposte ad attività agricola intensiva che

tende a regolarizzare la morfologia dei versanti), costituito da limi argillosi marrone e avana.



Affioramenti caratteristici e significativi delle “Argille Varicolori” si rilevano lungo la valle del torrente Moro e del torrente Cena, quasi sempre in sinistra idrografica. Affioramenti caratterizzati da evidenze cromatiche rosse, verdi, bianche e grigie che spiccano sul fondo verde e marrone.



*Argille varicolori affioranti lungo la valle del torrente Moro, a SE del sito di progetto.*

Ai piedi del versante sedime dell’opera si rinviene una zona subpianeggiante caratterizzata dai depositi alluvionali recenti del torrente Cena, costituiti da ghiaie, sabbie e limi.



*Blocchi calcarei e calcarenitici costituenti la falda detritica presente subito a monte del sito di progetto.*

Subito a monte del sito di progetto vi è l’area sommitale di Monte Taverna, caratterizzata dalla presenza principalmente di depositi fliscioidi calcarei e calcarenitici. Blocchi calcarenitici si rinvencono nella parte sommitale del sito e costituiscono un’ampia falda detritica che circonda la sommità del rilievo collinare, derivando dalla disgregazione dei



depositi calcarei ad opera degli agenti morfogenetici.

Dal punto di vista geomorfologico il settore indagato è caratterizzato da diversi processi gravitativi che mobilitano con differenti intensità e cinematismi, alcune porzioni di territorio. Nello specifico, il sedime dell'opera è privo di processi gravitativi destabilizzanti e non presenta forme d'erosione dovute alle acque correnti superficiali libere ed incanalate.

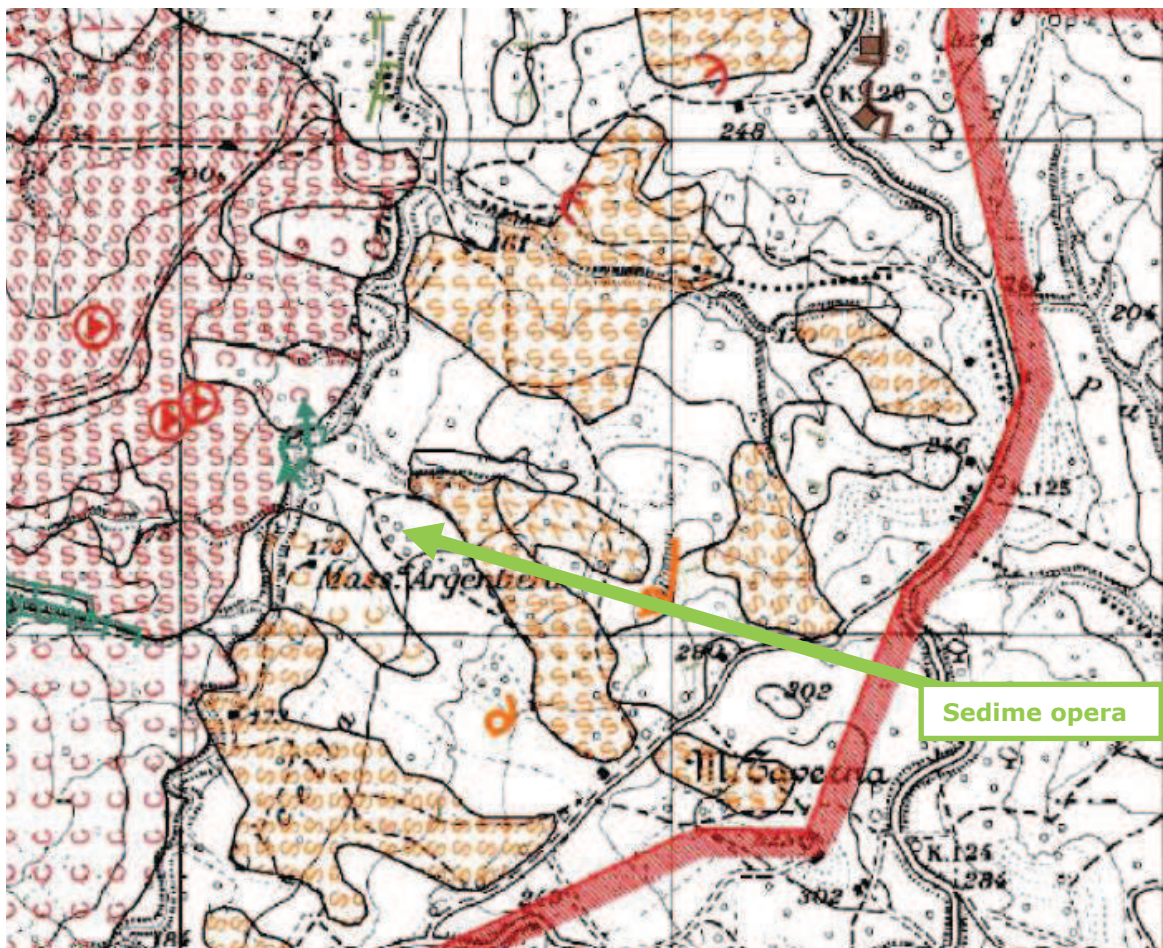


Fig. 3 – Stralcio Carta Geomorfologica del PAI inerente il settore d'interesse. Scala originaria di rilevamento 1:25.000.

Subito a sud del sito, lungo lo stesso versante, si individua una ristretta area caratterizzata da processi gravitativi riconducibili ai colamenti in stato di attività quiescente. Allo stesso modo, subito a monte del sito, sempre lungo lo stesso versante, sono riconoscibili ampi tratti di territorio modellato da processi gravitativi riconducibili alle deformazioni superficiali lente di versante (soliflusso) in stato di attività quiescente. Detti processi caratterizzano i versanti in destra idrografica del torrente Cene mentre, in sinistra idrografica prevalgono i processi gravitativi attivi, riconducibili sia a deformazioni lente superficiali sia a colamenti. La maggiore dinamicità morfoevolutiva dei versanti in sinistra idrografica del torrente Cene è accentuata ed indotta anche dall'erosione laterale operata dalle acque del torrente stesso che destabilizza e scalza al piede i locali versanti. Le forme, i depositi ed i processi caratterizzanti l'area di studio sono riportati nella cartografia geomorfologica del PAI alla scala 1:25.000, riportata nella figura sopra.

### 3. INDAGINI

#### 3.1 Indagini geognostiche

A completamento del rilievo geologico e geomorfologico di superficie è stata effettuata una campagna d'indagine specifica (Agosto 2016) mediante la realizzazione di n. 9 sondaggi geognostici spinti fino alla profondità massima di 25 m. dal p.c. (come definito in CdS del 16.06.2016).

Al fine di verificare la presenza di acqua ed eventualmente definire morfologia e direzioni di flusso preferenziale della falda, n. 5 fori, sono stati completati con piezometro costituiti da tubazioni in PVC microfessurato del diametro  $\phi$  3" con relativo filtro drenante di adeguata granulometria, costituito da ghiaietto siliceo calibrato.

Il tratto finale è stato cementato per evitare l'infiltrazione delle acque superficiali; i bocca-pozzi sono stati completati con la posa in opera di pozzetti/chiusini.

Nella tabella sottostante si riportano le coordinate geografiche dei sondaggi/piezometri

<i>n. sondaggio</i>	<i>Latitudine</i>	<i>Longitudine</i>
<b>PZ1</b>	42°02'13.70" N	14°37'45.10" E
<b>PZ2</b>	42°02'16.55" N	14°37'48.95" E
<b>PZ3</b>	42°02'11.44" N	14°37'52.97" E
<b>PZ4</b>	42°02'09.46" N	14°37'50.98" E
<b>PZ5</b>	42°02'12.20" N	14°37'49.48" E
<b>S1</b>	42°02'14.75" N	14°37'49.43" E
<b>S2</b>	42°02'12.73" N	14°37'46.64" E
<b>S3</b>	42°02'10,65"N	14°37'49,37" E
<b>S4</b>	42°02'12,52"N	14°37'51,54" E

#### 3.2 Stratigrafia di dettaglio e parametrizzazione geotecnica

Il rilevamento geologico, i dati provenienti dalla bibliografia ed i dati acquisiti direttamente in sito attraverso i sondaggi hanno permesso di ricostruire la successione stratigrafica dei terreni presenti nel sottosuolo del sito.

In particolare, nei nove sondaggi sono stati individuati i seguenti Orizzonti:

##### **Terreno vegetale/coltre colluviale**

Costituito da limo argilloso marrone-avana con rari clasti calcarei (1-2mm).

##### **Limi argillosi**

Trattasi di limi argillosi marrone-avana alternati ad argille limose grigie con livelletti e nuclei sabbiosi ossidati; si rinvencono concrezioni calcaree biancastre e mesocristalli di gesso. Presenti livelli e variegature violacee e livelli sabbioso-limosi avana azzurrini. Rari clasti spigolosi calcarei (1-3mm).

##### **Argille ed argille marnose**

Argille ed argille marnose grigio scure e/o grigio azzurre con livelli sabbiosi grigi e frustoli di materiale organico carbonioso nerastro.



**Sondaggio SP1**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 – 0.80	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 – 1.8
0.80 - 3.00	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 – 0.15	1.8 – 1.9
3.00 – 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 – 2.5	0.1 – 0.25	1.9 – 2.1

**Sondaggio SP2**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.80	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 – 1.8
0.80 - 5.10	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 – 0.15	1.8 – 1.9
5.10 – 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 – 2.5	0.1 – 0.25	1.9 – 2.1

**Sondaggio SP3**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 – 0.50	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 – 1.8
0.50 - 11.50	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 – 0.15	1.8 – 1.9
11.50 – 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 – 2.5	0.1 – 0.25	1.9 – 2.1

**Sondaggio SP4**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 – 0.40	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 – 1.8
0.40 - 6.00	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 – 0.15	1.8 – 1.9
6.00 – 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 – 2.5	0.1 – 0.25	1.9 – 2.1

**Sondaggio SP5**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.50	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 – 1.8
0.50 - 9.40	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 – 0.15	1.8 – 1.9
9.40 – 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 – 2.5	0.1 – 0.25	1.9 – 2.1

**Sondaggio S1**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.40	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 - 1.8
0.40 - 2.80	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 - 0.15	1.8 - 1.9
2.80 - 10.00	Argille limose	22 - 26	0.6 - 1.2	0.08 - 0.18	1.9 - 2.0
10.00 - 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 - 2.5	0.1 - 0.25	1.9 - 2.1

**Sondaggio S2**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.50	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 - 1.8
0.50 - 3.20	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 - 0.15	1.8 - 1.9
3.20 - 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 - 2.5	0.1 - 0.25	1.9 - 2.1

**Sondaggio S3**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.80	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 - 1.8
0.80 - 2.10	Limo argilloso	20 - 24	-	0.06 - 0.15	1.8 - 1.9
2.10 - 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 - 2.5	0.1 - 0.25	1.9 - 2.1

**Sondaggio S4**

Strato/quote	Descrizione	Angolo di attrito $\phi^\circ$	Coesione non drenata Cu parte coesiva	Coesione efficace C'	Peso unità di volume $\gamma$
Da m a m	litologie	$^\circ$	Kg/cmq	Kg/cmq	t/mc
0.00 - 0.30	Terreno agrario	18 - 20	-	-	1.7 - 1.8
0.30 - 5.00	Limo argilloso e limo sabbioso	20 - 25	-	-	1.8 - 1.9
5.00 - 10.00	Limo argilloso e argilla limosa	22 - 24	0.4 - 0.6	-	1.9 - 2.0
10.00 - 25.00	Argille marnose	24 - 26	1.5 - 2.5	0.1 - 0.25	1.9 - 2.1

Inoltre per meglio caratterizzare i depositi argillosi costituenti il substrato locale, che andranno a costituire il bacino impermeabile di contenimento della discarica, nella campagna geognostica pregressa realizzata nel 2007, sono stati prelevati n.3 campioni indisturbati mediante campionatore a pressione a

tubo aperto a parete sottile tipo Shelby in modo da ottenere campioni indisturbati di qualità idonea per la determinazione delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni. Tutte le operazioni di perforazione e campionamento dei terreni sono state svolte secondo le "Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche" elaborate dalla Commissione AGI per la Normativa Geotecnica e pubblicato nel giugno 1977. Si riportano di seguito due tabelle estratte dalle Raccomandazioni AGI che individuano il tipo di campionamento da eseguire in base alla classe di qualità che si vuole ottenere per la corretta determinazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni.

Caratteristiche geotecniche determinabili	Classe di qualità				
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5
Profilo stratigrafico	x	x	x	x	x
Composizione granulometrica		x	x	x	x
Contenuto naturale di acqua			x	x	x
Peso dell'unità di volume				x	x
Caratteristiche meccaniche (resistenza, deformabilità, ecc.)					x

Classi di qualità e classi di qualità ottenibili con i diversi campionatori (da Raccomandazioni AGI, 1977)

Tipo di terreno	Classe di qualità ottenibile col campionatore				
	Percussione		Pressione		Rotazione doppio carotiere
	pesante	a parete sottile	a parete sottile	a pistone	
Coerenti poco consistenti	—	Q3	Q4	Q5	—
Coerenti, moderatamente consistenti o consistenti	Q3(Q4)	Q4	Q5	Q5	—
Coerenti molto consistenti	Q2(Q4)	Q3(Q4)	Q5*	—	Q5
Sabbie fini al di sopra della falda	Q2	Q3	Q3	Q3(Q4)	—
Sabbie fini in falda	Q1	Q2	Q2	Q2(Q3)	—
Rocce lapidee continue	—	—	—	—	Q5

( ) solo con operazioni estremamente accurate  
 \* solo in terreni con resistenza di 1-2 kg/cm<sup>2</sup> misurata con penetrometro tascabile

Nello specifico sono stati prelevati n.1 campione nel sondaggio pregresso denominato S1, n.1 campione nel sondaggio pregresso S2 e n.1 campione nel sondaggio pregresso S3.

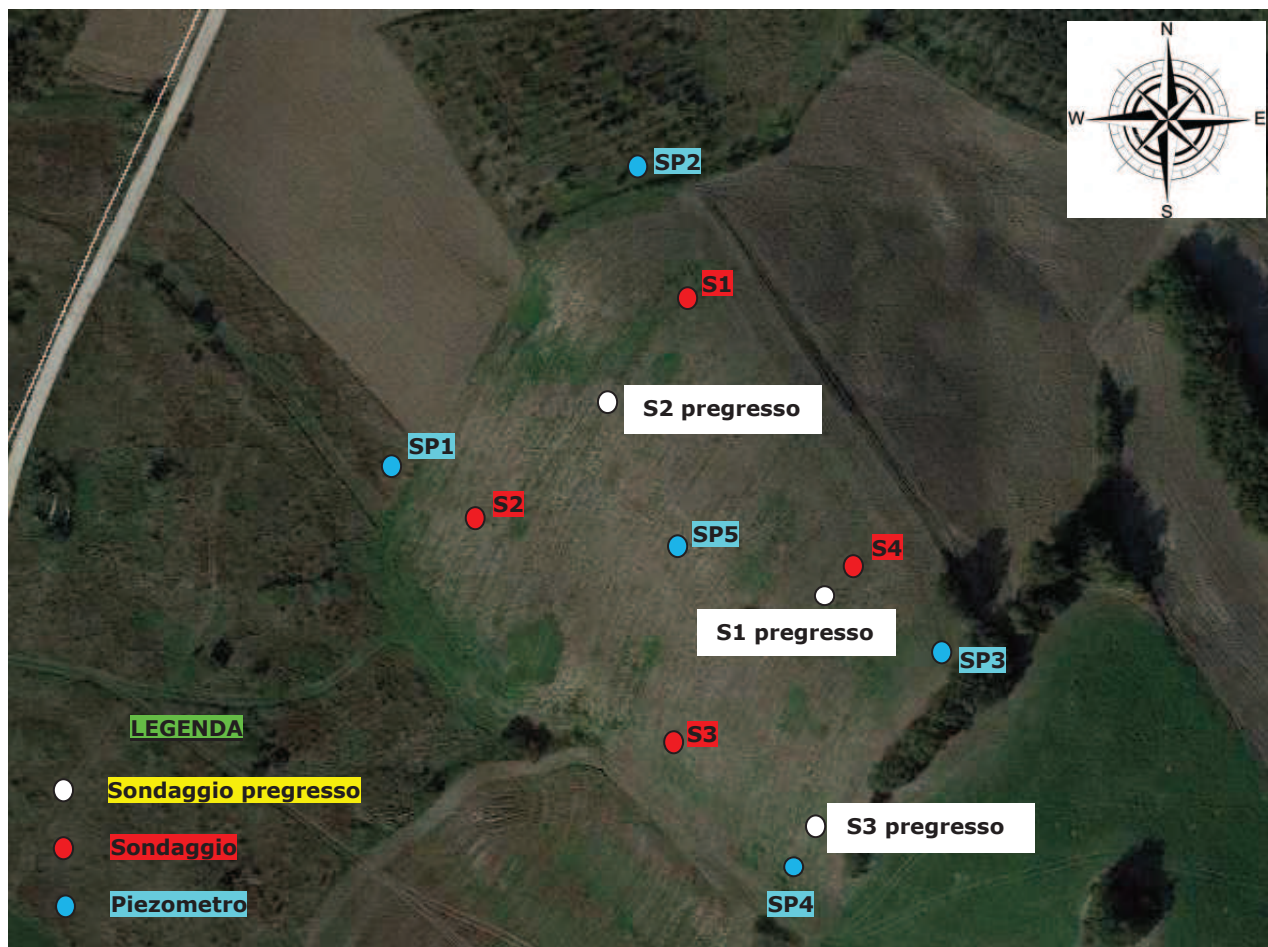


Fig. 4 – Ubicazione sondaggi geognostici: In bianco sondaggi pregressi realizzati nel 2007, in rosso sondaggi realizzati nel 2016, in azzurro sondaggi attrezzati a piezometro realizzati nel 2016.

Si riportano di seguito le caratteristiche fisico-meccaniche principali dei tre campioni determinate con prove di laboratorio specifiche. Per maggiori dettagli si rimanda ai certificati di prova allegati al presente lavoro.

**SONDAGGIO S1 CAMPIONE C1 (profondità di prelievo da 11.00 m a 11.50 m)**

		CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE			
Densità naturale [gr/cm³]	Porosità [%]	Peso specifico [gr/cm³]	Densità secca [gr/cm³]	Densità satura [gr/cm³]	Indice dei vuoti
1.92	29.10	2.71	1.92	2.21	0.4104
INDICE DI PLASTICITA'		GRADO DI PLASTICITA'			
-		-			
INDICE DI CONSISTENZA		STATO			
-		-			
CONSISTENZA			RES. POCK. PEN. [kN/m²]		
Molto consistente			250.0 – 280.0		
DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE					
Argilla marnosa di colore grigio					



CARATTERISTICHE MECCANICHE CAMPIONE	
Prova di taglio diretto	
C' (coesione efficace) [Kg/cm <sup>2</sup> ]	φ (angolo di attrito) [°]
0.12	29.7

## SONDAGGIO S2 CAMPIONE C1 (profondità di prelievo da 10.50 m a 10.80 m)

		CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE			
Densità naturale [gr/cm³]	Porosità [%]	Peso specifico [gr/cm³]	Densità secca [gr/cm³]	Densità satura [gr/cm³]	Indice dei vuoti
2.21	18.3	2.699	2.21	2.39	0.2239
INDICE DI PLASTICITA'		GRADO DI PLASTICITA'			
-		-			
INDICE DI CONSISTENZA		STATO			
-		-			
CONSISTENZA			RES. POCK. PEN. [kN/m²]		
Molto consistente			>600		
DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE					
Argilla marnosa di colore grigio. Presenta struttura scagliosa					

CARATTERISTICHE MECCANICHE CAMPIONE	
Prova di taglio diretto	
C' (coesione efficace) [Kg/cm <sup>2</sup> ]	φ (angolo di attrito) [°]
0.17	35.7

## SONDAGGIO S3 CAMPIONE C1 (profondità di prelievo da 10.00 m a 10.50 m)

		CARATTERISTICHE FISICHE DEL CAMPIONE			
Densità naturale [gr/cm³]	Porosità [%]	Peso specifico [gr/cm³]	Densità secca [gr/cm³]	Densità satura [gr/cm³]	Indice dei vuoti
2.1	22.31	2.699	2.1	2.32	0.2871
INDICE DI PLASTICITA'		GRADO DI PLASTICITA'			
-		-			
INDICE DI CONSISTENZA		STATO			
-		-			
CONSISTENZA			RES. POCK. PEN. [kN/m²]		
Molto consistente			>600		
DESCRIZIONE MACROSCOPICA DEL CAMPIONE					
Argilla limosa di colore nocciola-verdastra con livelletti sabbioso-limosi					

CARATTERISTICHE MECCANICHE CAMPIONE	
Prova di taglio diretto	
C' (coesione efficace) [Kg/cm <sup>2</sup> ]	φ (angolo di attrito) [°]
0.21	25.33

## 4. IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

### 4.1 Caratteristiche generali

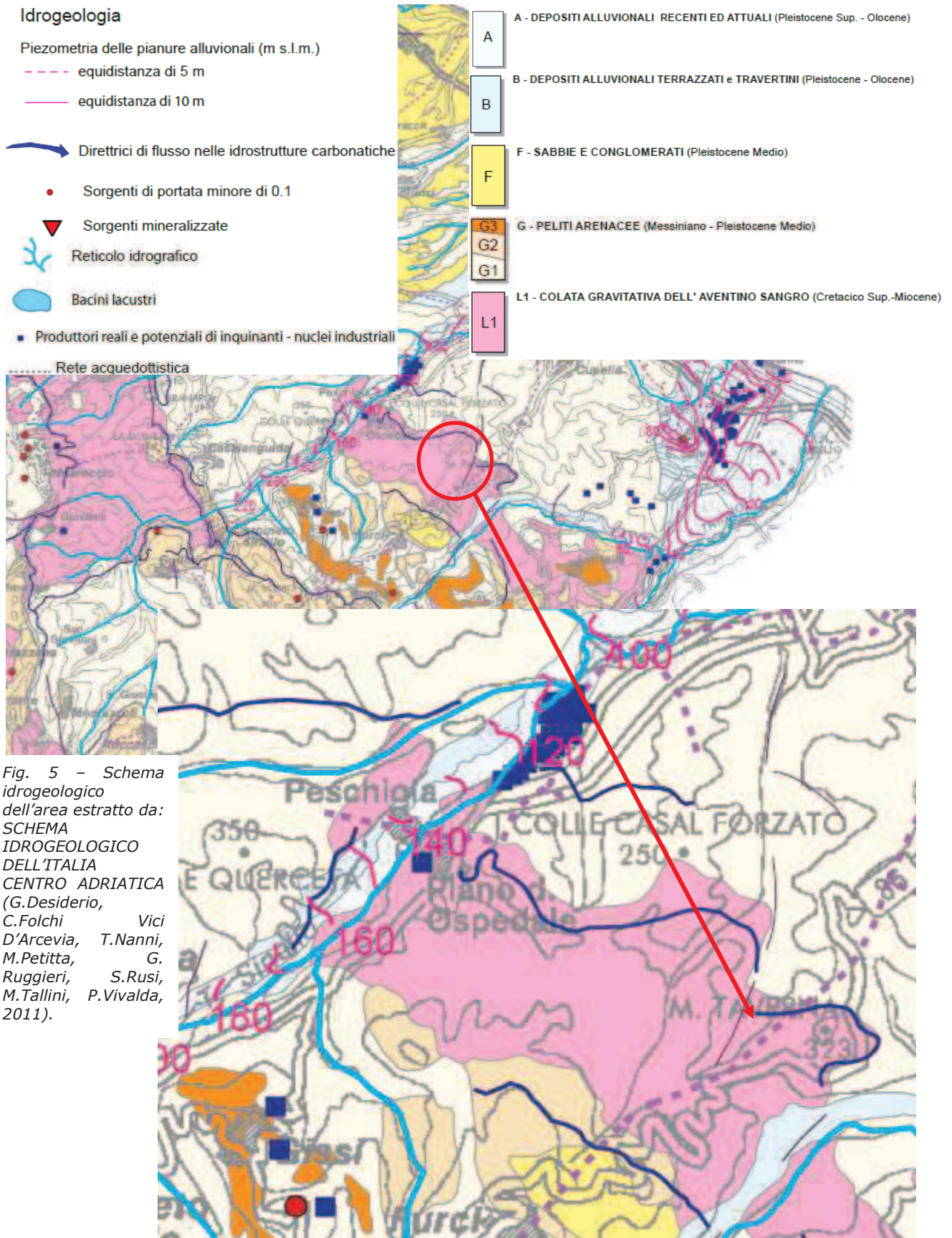


Fig. 5 - Schema idrogeologico dell'area estratto da: SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRO ADRIATICA (G.Desiderio, C.Folchi, Vici D'Arcevia, T.Nanni, M.Petitta, G. Ruggieri, S.Rusi, M.Tallini, P.Vivalda, 2011).

L'area oggetto di studio è caratterizzata dalla presenza di terreni argilloso-limosi che presentano permeabilità modesta. Sono presenti locali intercalazioni e coperture sabbioso-ciottolose.

Dal punto di vista idrogeologico l'area ricade nel complesso idrogeologico dei depositi marini tardo orogenici e sinorogenici prevalentemente terrigeni, caratterizzati da limitata circolazione sotterranea. Fungono da acquicludi ai modesti depositi sabbioso-ciottolosi ed alluvionali sovrastanti e agli acquiferi carbonatici appenninici locali. In ragione della caratterizzazione clastica del deposito affiorante la permeabilità del terreno è bassa. L'idrografia superficiale è rappresentata dal torrente Cena che borda il perimetro occidentale del sito di progetto, il quale, defluendo verso nord diviene affluente in destra idrografica del fiume Sinello che sfocia direttamente in Adriatico, subito a nord, nei pressi dell'abitato del Lido di Casalbordino.

Subito ad est del sito di progetto si individuano diversi corsi d'acqua secondari che confluendo tra di loro danno origine al torrente Moro e torrente Treste che a loro volta confluiscono in sinistra idrografica del fiume Trigno.

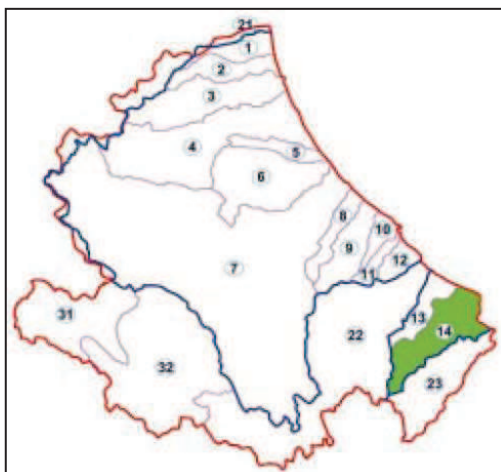
Nel territorio in esame si individuano tre Unità Idrogeologiche principali costituite dall' U.I. del fiume Sinello, dall'U. I. della Serie Terrigena Appenninica – Adriatica e dall'U. I. dell'Alloctono Molisano.

Il fiume Sinello nasce dalle pendici del Monte Castel Fraiano (1.412 m s.l.m) con tre differenti sorgenti, le cui quote variano da 950 m a 820 m, e che presentano una portata complessiva di circa 0,048 mc/s quasi del tutto captate dall'Acquedotto Consortile di Vasto.

Presenta un bacino di 327 kmq e dopo un percorso di circa 45 km sfocia a nord di Punta Penna, in località Lido di Casalbordino. A monte del paese di Montazzoli il fiume ha formato un piccolo lago naturale che ha avuto origine nel 1956 a seguito di una frana che ha interessato il versante sinistro della valle. E' stata rilevata l'esistenza di sorgenti lineari laddove il fiume incide piccoli affioramenti di calcareniti, non ricevendo più alcun tipo di apporto nel suo tratto terminale.

Il bacino del Sinello è caratterizzato da importanti fenomeni di instabilità dei versanti, in corrispondenza degli affioramenti di litotipi argillosi, con fenomeni franosi a bassa e bassissima velocità, attualmente in atto.

I dati a disposizione si limitano al solo anno 1937. La portata media annua rilevata alla stazione di Casalbordino (localizzata a 8 km dalla foce) è di 1,3 mc/s. Il periodo di morbida, un po anomalo, è rappresentato da due picchi pari a 2,9 mc/s e a 2,7 mc/s che corrispondono rispettivamente al mese di febbraio ed aprile, mentre nel periodo di magra si arriva ad un valore minimo pari a 0,03 mc/s relativo al mese di settembre.



Area geografica interessata dal bacino del fiume Sinello.



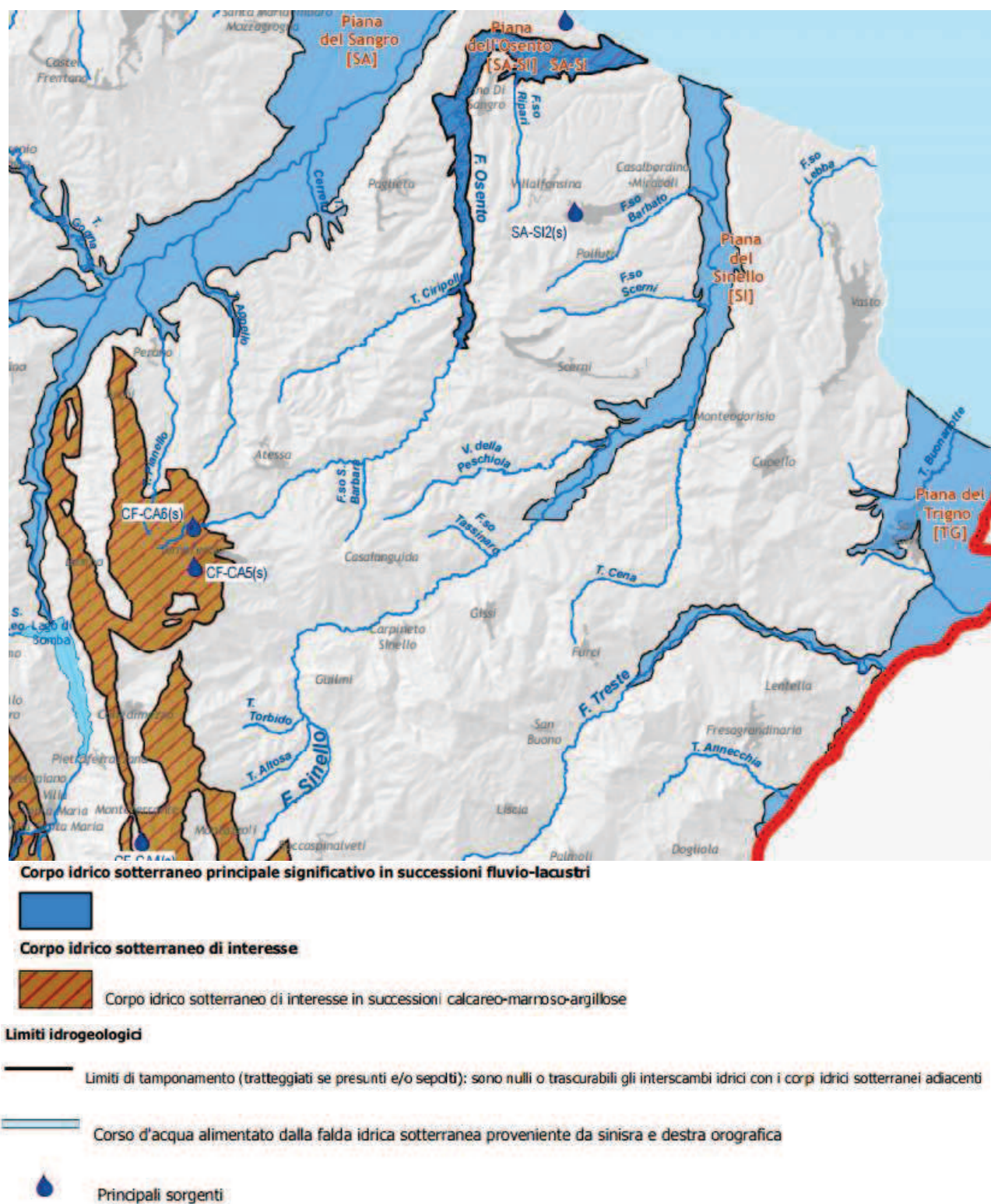


Fig. 6 – Stralcio Carta Idrogeologica del settore in esame. Da: PIANO DI TUTELA DELLE ACQUE D.Lgs. 3 Aprile 2006, n.152 e s.m.i. - DIREZIONE LAVORI PUBBLICI, SERVIZIO IDRICO INTEGRATO, GESTIONE INTEGRATA DEI BACINI IDROGRAFICI, DIFESA DEL SUOLO E DELLA COSTA - Servizio Acque e Demanio Idrico.

L'acquifero è costituito da depositi alluvionali di fondo valle. Essi sono caratterizzati da alternanze irregolari di sabbie, limi e ciottoli aventi generalmente forma lenticolare (*Pliocene-Olocene*).

Ai margini dei depositi alluvionali recenti affiorano quelli antichi terrazzati, costituiti da conglomerati con sabbie e limi. Essi sono posti a quota più elevata dei precedenti.

Il substrato “impermeabile” è costituito da depositi flyschoidi e da depositi argillosi pliopleistocenici.

L’acquifero è delimitato:

- dai depositi flyschoidi costituiti essenzialmente da alternanze di argille siltose con sottili intercalazioni arenacee e da peliti con intercalazioni di marne gessose, talora bituminose (*Miocene sup.*); essi, infatti, hanno un grado di permeabilità relativa molto basso e, talora, pressoché nullo;
- dai depositi prevalentemente argillosi a luoghi intercalati con sabbie, conglomerati e calcareniti (*Pleistocene inf.-Pliocene medio*); essi, infatti, hanno un grado di permeabilità relativa basso e, talora, pressoché nullo.

A causa della sostanziale eterogeneità che caratterizza la giacitura dei vari litotipi (con lenti più o meno estese e tra loro interdigitate a depositi con differente grado di permeabilità) che costituiscono l’acquifero fluvio-lacustre, la circolazione idrica sotterranea può essere considerata preferenzialmente basale, anche se si esplica secondo “falde sovrapposte” (appartenenti, quasi sempre, ad un’unica circolazione).

La capacità ricettiva dell’acquifero fluvio-lacustre è complessivamente buona nei confronti dell’alimentazione diretta (fenomeno, questo, molto facilitato dalla morfologia piatta degli affioramenti).

L’acquifero del Sinello è di importanza limitata, per la scarsa potenza ed ampiezza della fascia alluvionale, la quale tende ad allargarsi solo nel tratto prossimo alla foce.

Come si può notare dall’andamento delle curve isopiezometriche (Fig. 7) si evince che il fiume rappresenta il principale recapito della falda. La pendenza piezometrica media, il cui valore ( $i = 1,4\%$ ) è più elevato di quello mediamente riscontrato negli altri corpi idrici alluvionali, denuncia l’esistenza di un acquifero che, nel complesso, è relativamente poco permeabile.

Ai margini dei depositi alluvionali di fondo valle esistono numerose sorgenti di piccola entità, analogamente a quanto si riscontra negli altri bacini terrigeni della fascia costiera adriatica abruzzese; le maggiori scaturiscono dalle strutture carbonatiche in facies molisano-sannitica.

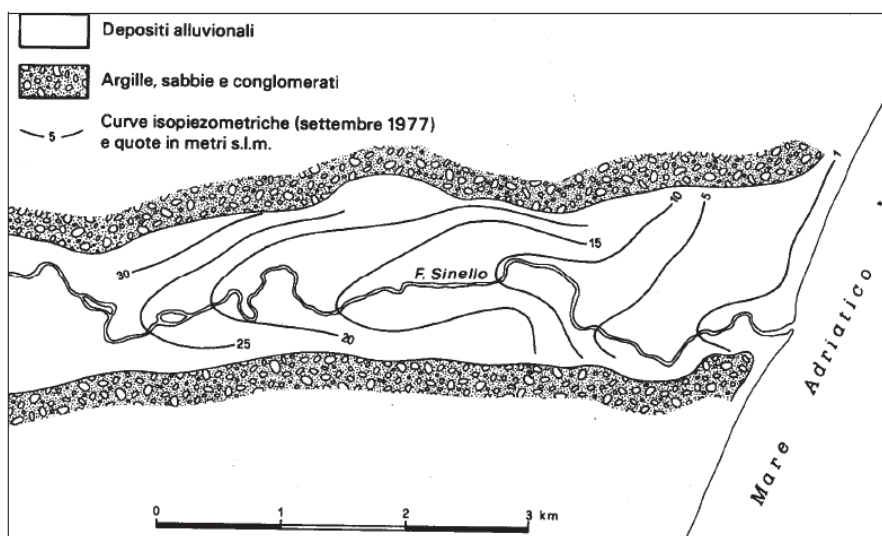


Fig. 7 - Schema idrogeologico della Piana del Sinello (da Celico P., 1983/a)

Il torrente Cena, all'interno del cui bacino è ubicato il sedime dell'opera, è ricompreso nel bacino idrografico del fiume Sinello. Il torrente Cena, essendo un corso d'acqua minore, ha un regime idraulico di tipo torrentizio con prolungati periodi di minima portata (estate-autunno) interrotti da eventi di media portata legati strettamente all'intensità delle precipitazioni. La natura prettamente argilloso-marnosa e quindi impermeabile dei depositi su cui è impostato il bacino, consente un rapido deflusso delle acque correnti superficiali verso l'alveo torrentizio che quindi ha un breve tempo di corrivazione. L'asta principale del torrente Cena è orlata da depositi alluvionali ghiaioso-sabbioso-argillosi di modesta estensione, con lembi terrazzati che si rilevano sulle pendici delle circostanti dorsali collinari (terrazzi di I, II e III ordine). Il torrente Cena ha le sue scaturigini ai piedi della collina su cui è edificato il centro abitato di Furci. Con buona probabilità i modesti apporti idrici da cui prende origine il torrente provengono dalle calcareniti e brecce calcaree costituenti la sommità del rilievo collinare di Furci.

I depositi alluvionali del torrente Cena e del più ampio fiume Sinello sono tamponati alla base dai depositi limo-argillosi e argilloso-marnosi, rispettivamente dell'U.I. della Serie Terrigena Appenninica-Adriatica e dell'U.I. dell'Alloctono Molisano.

Nello specifico, il torrente Cena, nel suo tratto iniziale ha impostato il proprio corso sui depositi argilloso-marnosi dell'Alloctono Molisano che localmente prende il nome di Colata Gravitativa dell'Aventino Sangro. Dal punto di vista idrogeologico il complesso in parola è costituito da sedimenti in generale a bassa permeabilità relativa, composti da argille marnose con intercalazioni di calcareniti, micriti calcaree, talora alternate a calcari marnosi e da marne con liste di selci. Appartengono ad esso le Argille Varicolori della colata gravitativa dell'Aventino Sangro. All'interno del complesso sono talora intercalati corpi permeabili per fratturazione costituiti da olistostromi ed olistoliti calcareo marnosi. Il complesso si comporta da acquiclude nei confronti dei complessi adiacenti e dei corpi sovrastanti come i depositi alluvionali del torrente Cena e del fiume Sinello.

Detto complesso idrogeologico caratterizza l'area in esame e nello specifico il territorio che si estende dall'abitato di Furci sino ed oltre il sito di progetto in località Cicella nel tratto mediano del torrente Cena.

Subito a NE dell'Alloctono si rileva la presenza dei depositi pelitico-arenacei del bacino abruzzese. Il complesso è costituito dalla successione marina prevalentemente argillosa plio-pleistocenica al cui interno si intercalano a diversa altezza corpi arenacei, arenaceo-conglomeratici, arenaceo-pelitici e conglomeratici, spesso sede di acquiferi, dalla successione marnoso-argillosa della Gessoso Solifera e dai depositi torbiditici pelitico arenacei. Detto complesso svolge un ruolo di acquiclude nei confronti dei complessi alluvionali e tampona, a scala regionale, gli acquiferi carbonatici delle diverse idrostrutture con contatti sia stratigrafici che tettonici. E' sede di falde di modeste estensioni localizzate nelle intercalazioni più sabbiose e/o arenacee del complesso. Le falde vengono esclusivamente ricaricate dalle precipitazioni meteoriche. I bassi valori di permeabilità del complesso possono venire influenzati positivamente dalla presenza di un'alta frequenza di livelli arenacei al loro interno e dalla densità di fratturazione; in generale il complesso può considerarsi prevalentemente impermeabile.

E' costituito da sedimenti terrigeni torbiditici caratterizzati, in genere, da una alternanza ritmica di prevalenti strati a granulometria più fine (argille ed argilliti, marne argillose, marne, marne calcaree) con banchi a granulometria più grossolana (arenarie, sabbie e siltiti prevalentemente calcaree). Il complesso appena descritto funge da acquiclude agli acquiferi alluvionali, nel tratto medio basso del torrente Cena e del fiume Sinello. Lo stesso complesso è sovrastato, in corrispondenza dei maggiori rilievi collinari locali, dai sedimenti sabbioso-conglomeratici ascrivibili all'associazione sabbioso-



conglomeratica della Formazione di Mutignano (FMTd – nomenclatura CARG) e ai depositi argilloso-conglomeratici di transizione dal marino al continentale delle Argille e Conglomerati di Ripa Teatina (RPT – nomenclatura CARG). Il complesso è costituito principalmente dalle placche sabbioso-conglomeratiche in facies da litorale a fluvio-deltizia, poste al tetto delle argille marnose plio-pleistoceniche dell'avanfossa adriatica, sulle quali sono ubicati i nuclei storici degli abitati di Cupello, Montedisorio e Vasto a sud del fiume Sinello, e di Scerni, Pollutri, Casalbordino e Villalfonsina a nord dello stesso. La falda contenuta viene sostenuta dal complesso argilloso plio-pleistocenico. Essa alimenta, localmente, i complessi alluvionali del fiume Sinello e, l'alimentazione è prevalentemente connessa con le piogge.

Nell'area interessata dal progetto si conferma l'assenza di sorgenti e le acque piovane che corrono dai modesti impluvi caratterizzanti il sito stesso non vanno ad alimentare nessuna sorgente a valle di esso.

Nell'area di studio sono stati realizzati n. 9 sondaggi geognostici con posa di n. 5 piezometri a tubo aperto. Le letture freatiche effettuate il giorno 08.11.2016, in contraddittorio con i tecnici dell'ARTA Abruzzo, Distretto sub provinciale di San Salvo-Vasto, hanno messo in evidenza una generale assenza d'acqua all'interno delle argille marnose costituenti il substrato locale. Infatti, dopo aver effettuato le operazioni di spurgo dei piezometri il giorno 07.11.2016, il giorno seguente (08.11.2016) le letture freatiche hanno evidenziato la presenza di modesti quantitativi di acque al fondo dei piezometri (circa un metro di colonna d'acqua e fango/deposito di fondo). Dette acque non appartengono, quindi, ad una falda freatica ma, derivano da modeste infiltrazioni di acque meteoriche superficiali, attraverso gli strati di terreno più superficiali costituiti da litologie relativamente più permeabili. La scarsità d'acqua all'interno dei piezometri non ha consentito il prelievo di campioni di acque da sottoporre ad analisi di laboratorio per la determinazione analitica di eventuali contaminanti.

Di seguito si riportano i livelli piezometrici rilevati nelle campagne di monitoraggio effettuate nei giorni 18.10.2016 e 08.11.2016.

PIEZOMETRIA DEL 18.10.2016 - FURCI-Vallecena S.r.l.								
PIEZOMETRO	Q. p.c.	Q.chiusino	Hchiusino	soggiac. da testa chiuso	soggiacenza dal p.c.	Q. falda	profondità piezometro	altezza colonna d'acqua
	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m	m	m.	m.s.l.m.	m.	m
SP1	175	175	0	20,47	20,47	154,53	24,30	3,83
SP2	180	180,3	0,3	20,42	20,12	159,88	25,40	4,98
SP3	211	211,27	0,27	14,59	14,32	196,68	25,60	11,01
SP4	207	207,13	0,13	12,79	12,66	194,34	25,80	13,01
SP5	201	201,34	0,34	21,38	21,04	179,96	25,40	4,02
PIEZOMETRIA DEL 08.11.2016 - FURCI - Vallecena S.r.l.								
PIEZOMETRO	Q. p.c.	Q.chiusino	Hchiusino	soggiac. da testa chiuso	soggiacenza dal p.c.	Q. falda	profondità piezometro	altezza colonna d'acqua
	m.s.l.m.	m.s.l.m.	m	m	m.	m.s.l.m.	m.	m
SP1	175	175	0	23,20	23,20	151,80	24,30	1,10
SP2	180	180,3	0,3	24,80	24,50	155,50	25,40	0,60
SP3	211	211,27	0,27	25,17	24,90	186,10	25,60	0,43
SP4	207	207,13	0,13	24,53	24,40	182,60	25,80	1,27
SP5	201	201,34	0,34	24,74	24,40	176,60	25,40	0,66

Quanto sopra evidenziato, ovvero l'assenza di falda freatica nel sottosuolo del sedime dell'opera è condizione essenziale perche si possa realizzare un impianto di discarica, in attuazione dell'art.9 – comma 2 del D. Lgs. 36/2003 (discariche per rifiuti non pericolosi) che recita: “... omissis ... Il piano di imposta dello strato inferiore della barriera di confinamento deve essere posto al di sopra del tetto dell'acquifero confinato con un franco di almeno 1,5 m, nel caso di acquifero non confinato, al di sopra della quota di massima escursione della falda con un franco di almeno 2 m. ... omissis ...”. In caso di presenza di falda libera, la quota di massima escursione della superficie piezometrica deve rimanere al di sotto della base impermeabile della discarica, ad una distanza di almeno 2,0 metri, ed in caso di falda

confinata ad almeno 1,5 m. Nel caso in esame, per realizzare il bacino di discarica saranno effettuati scavi e sbancamenti che raggiungeranno una profondità massima di 20,00 metri dall'attuale piano campagna. Come già affermato, il substrato argilloso-marnoso presente nel sottosuolo del sito è privo di falda freatica. Al di sopra di detti depositi, praticamente impermeabili, sono presenti spessori variabili (da 2,00 metri a 12,00 metri) di depositi limoso sabbiosi con permeabilità relativa più elevata. Detti depositi superficiali possono essere sede di falde superficiali temporanee, sospese, la cui potenza e persistenza è strettamente legata al regime pluviometrico locale. In corrispondenza degli eventi pluviometrici più intensi, la coltre di terreno superficiale si imbibisce e può risultare momentaneamente ricca di acque per tutto il loro spessore (spessore massimo rilevato nel sito pari a circa 5,00 metri).

## **4.2 Caratteristiche climatiche**

Il quadro delle caratteristiche climatiche del territorio regionale fa riferimento allo studio elaborato dalla Direzione Protezione della Natura del Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio, nell'ambito del progetto "Completamento delle Conoscenze Naturalistiche di base".

La carta schematica di Fig. 8 indica la distribuzione dei principali tipi climatici nel territorio della regione abruzzese, da un clima mediterraneo oceanico, nei settori sud-orientali della regione, a un clima temperato oceanico nelle aree montuose; il tipo più diffuso è tuttavia il clima temperato oceanico – semicontinentale di transizione, che occupa quasi tutta l'area pedemontana e gran parte delle aree delle conche intermontane.

Il territorio comunale di Furci ricade nell'ambito territoriale pedemontano con clima temperato oceanico – semicontinentale di transizione.

Nello specifico, le caratteristiche climatiche del territorio comunale di Furci e del bacino idrografico del F. Sinello in cui è compreso, sono state analizzate tenendo conto dei dati forniti dal Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (sede di Pescara) e dal Centro Agrometeorologico Regionale (CAR). Nello specifico sono stati analizzati i dati pluviometrici e termometrici della stazione pluviotermometrica di Gissi e Cupello, limitrofe al comune di Furci, dal 1921 al 2003. I dati analizzati hanno consentito di elaborare il diagramma climatico, realizzato secondo Bagnouls – Gaussen (Fig. 9). Per entrambe le stazioni si rilevano deficit idrici modestissimi e tale situazione non varia in maniera evidente nel corso della serie storica, in virtù del fatto che le variazioni di precipitazioni interessano in maniera più accentuata le stagioni autunnali e invernali.

Il regime pluviometrico è in generale piuttosto articolato con massimo in autunno – inverno (Novembre o Dicembre) e un massimo relativo in primavera (Aprile); l'estate è meno piovosa ma non secca.

Per la stazione di Cupello si registra una temperatura media di 14,30 °C, con una piovosità media annuale di 714 mm. Il mese più secco è Luglio e ha 37 mm di precipitazione, mentre il mese di Novembre è quello con maggiori precipitazioni, avendo una media di 85 mm.

Nella stazione di Gissi si registra una temperatura media di 13,00 °C ed una piovosità media annuale pari a 727 mm. Il mese più secco è Luglio con 39 mm di precipitazione; Novembre è il mese con maggiore piovosità, avendo una media di 88 mm.



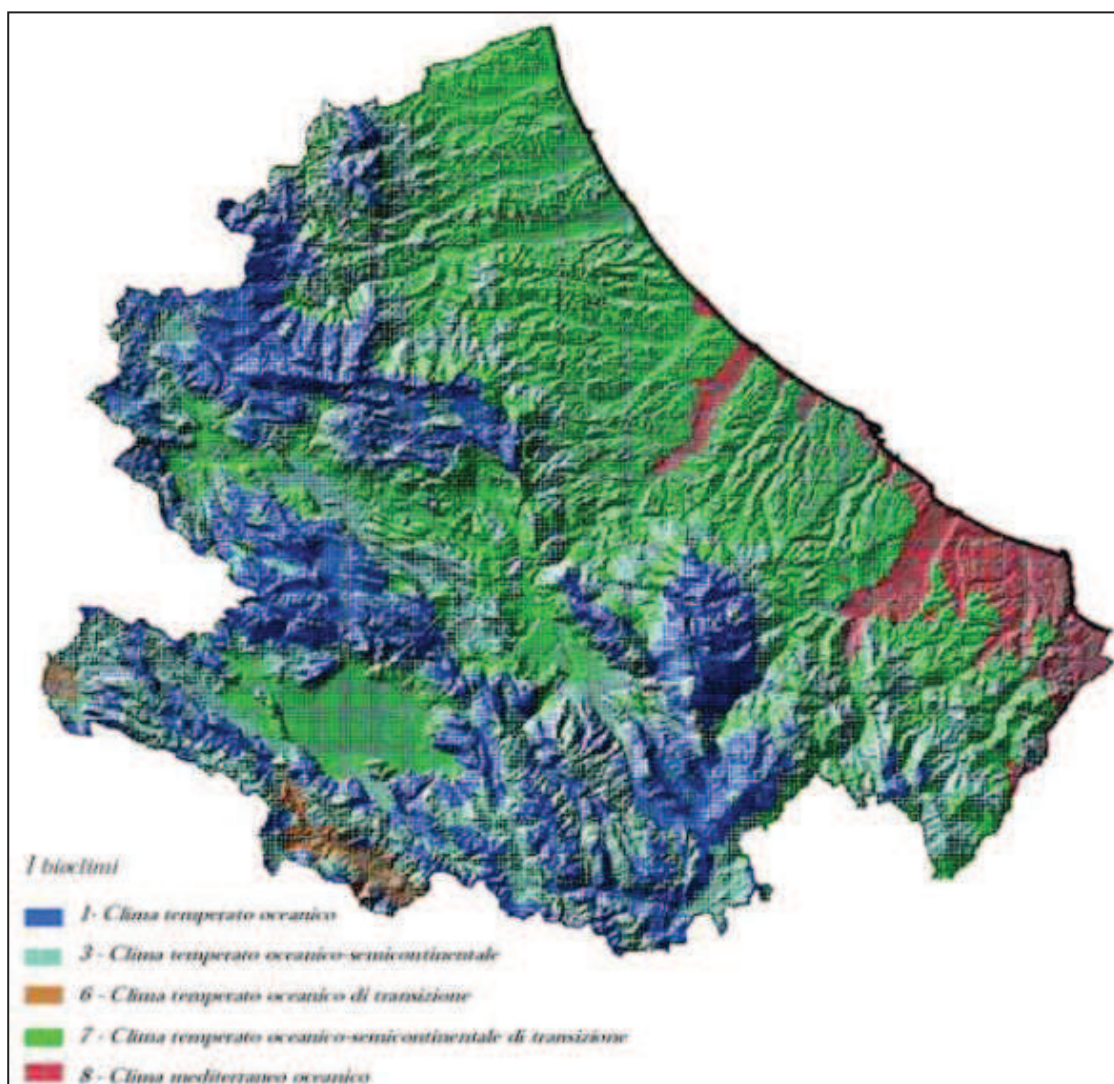


Fig. 8 – Distribuzione dei principali tipi climatici nel territorio abruzzese (da MATTM progetto "Completamento delle Conoscenze Naturalistiche di base").

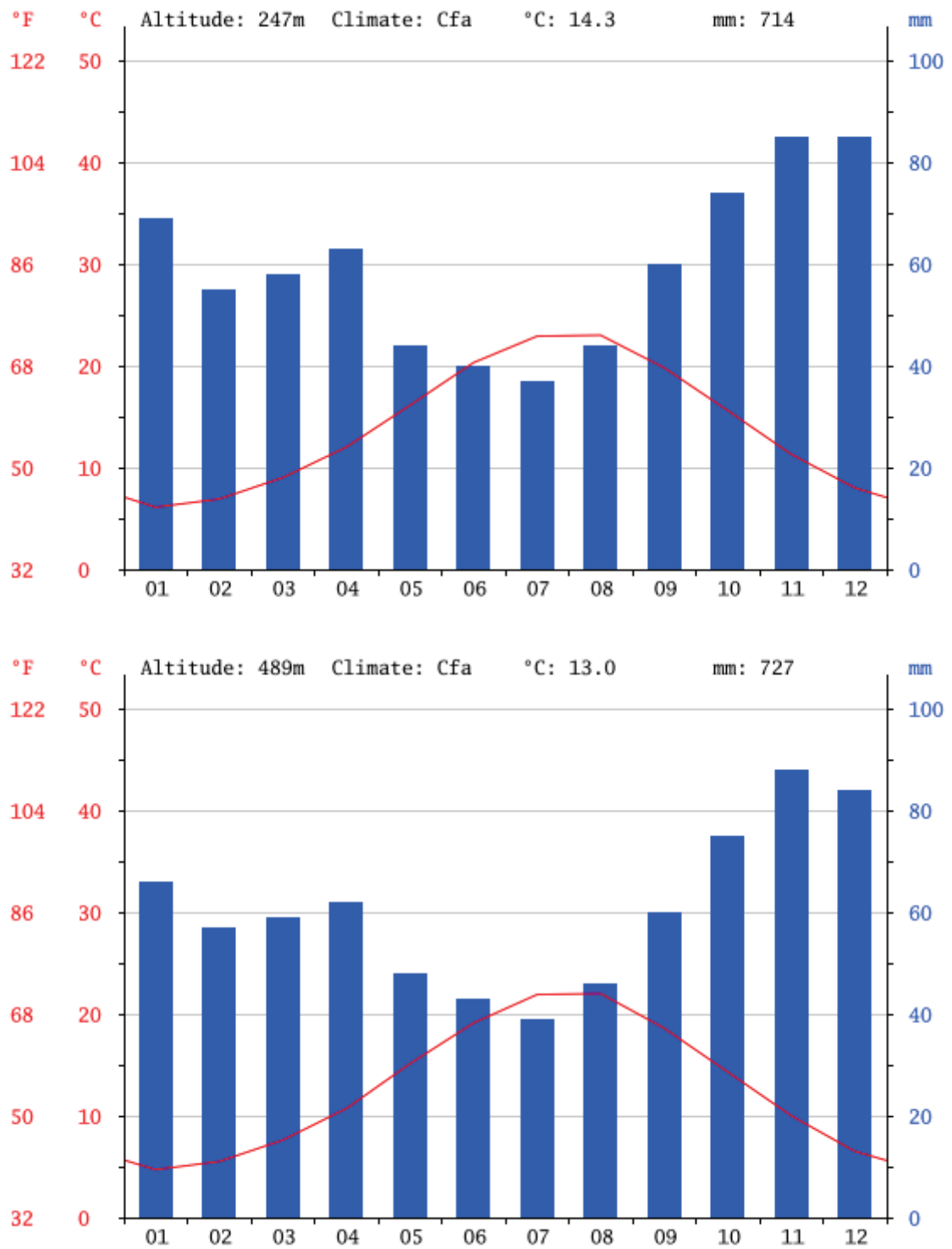


Fig. 9 – Diagramma climatico secondo Bagnouls – Gaussen per le stazioni di Cupello (sopra) e di Gissi (sotto).

In Cupello, nel mese di Agosto, il mese più caldo dell'anno, la temperatura media è di 23,0 °C e durante l'anno, Gennaio ha una temperatura media di 6,1 °C risultando la temperatura media più bassa di tutto l'anno. Esiste una differenza di 48 mm tra le precipitazioni del mese più secco e quelle del mese più piovoso. Le temperature medie variano di 16,9 °C nel corso dell'anno.

Per Gissi, il mese più caldo dell'anno è Agosto con una temperatura media di 22,0 °C e, con una temperatura media di 4,7 °C, Gennaio è il mese con la più bassa temperatura di tutto l'anno. La differenza tra le precipitazioni del mese più secco e quelle del mese più piovoso è 49 mm. Le temperature medie variano di 17,30 °C durante l'anno.

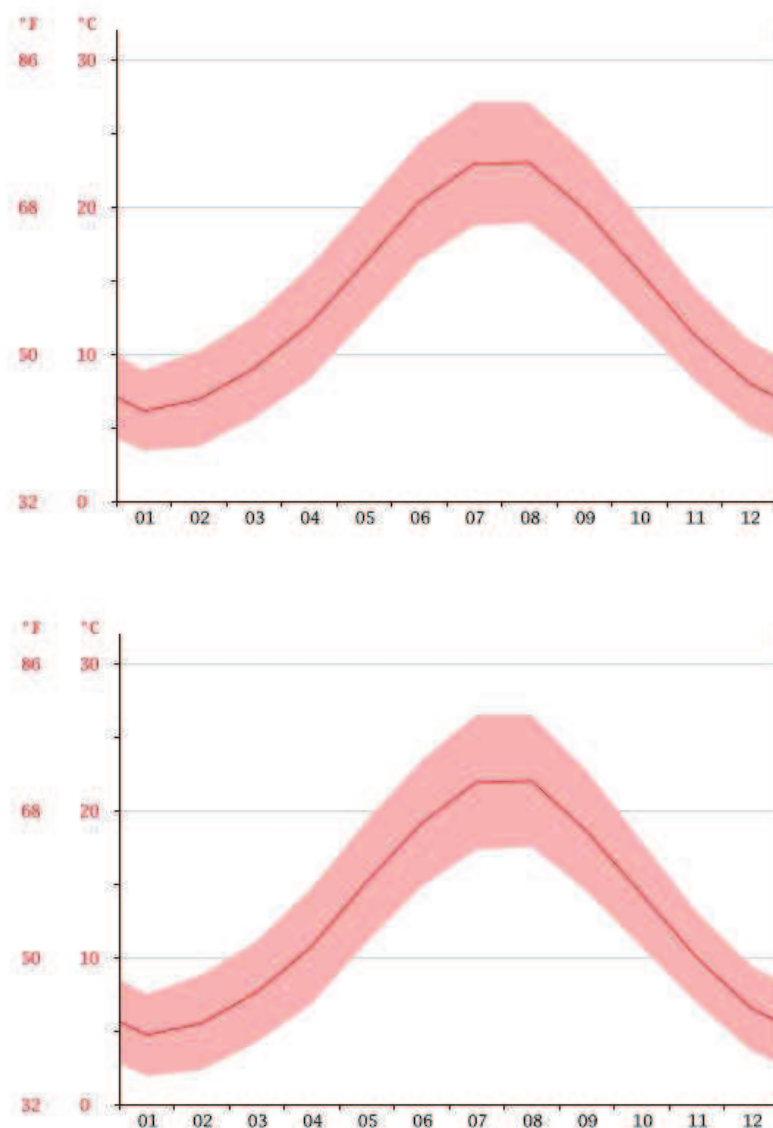


Fig. 10 – Grafico della temperatura: Cupello (sopra) e Gissi (sotto).



month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	69	55	58	63	44	40	37	44	60	74	85	85
°C	6.1	6.9	9.0	12.0	16.1	20.3	22.9	23.0	19.8	15.6	11.3	8.0
°C (min)	3.4	3.7	5.6	8.2	12.2	16.3	18.7	18.9	16.0	12.1	8.2	5.1
°C (max)	8.9	10.2	12.5	15.8	20.1	24.3	27.1	27.1	23.7	19.2	14.5	10.9

month	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mm	66	57	59	62	48	43	39	46	60	75	88	84
°C	4.7	5.5	7.6	10.7	15.1	19.1	21.9	22.0	18.6	14.3	10.0	6.5
°C (min)	1.9	2.3	4.2	6.8	11.0	14.8	17.3	17.5	14.5	10.7	6.9	3.6
°C (max)	7.5	8.8	11.1	14.7	19.3	23.4	26.5	26.5	22.7	17.9	13.1	9.4

Fig. 11 – Tabella climatica: Cupello (sopra) e Gissi (sotto).

I dati anemometrici rilevati dalla stazione meteorologica di Cupello, indicano una direzione prevalente dei venti da O-ONO con episodi sporadici da E-ESE. La velocità media annua del vento è pari a 5 Km/h (Fig. 12).

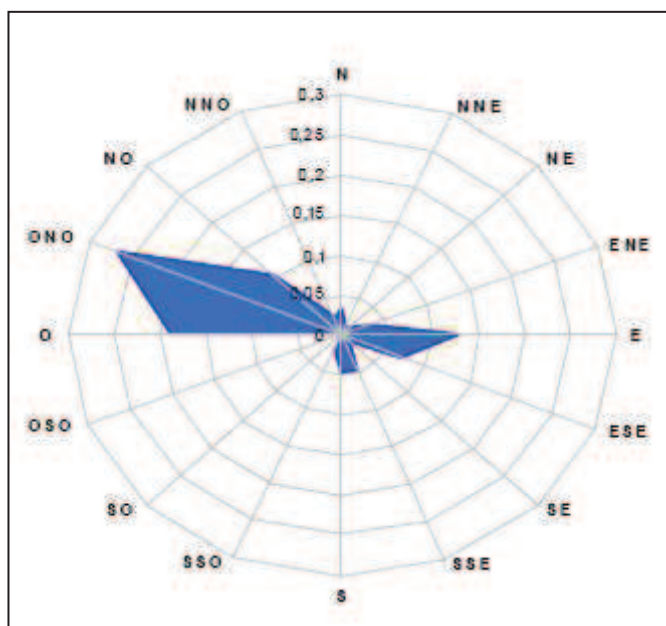


Fig. 12 – Direzione prevalente del vento rilevata nella stazione meteorologica di Cupello (CH).

### 4.3 Caratteristiche idrografiche ed idrogeologiche locali

Il sito di progetto è ubicato all'interno del bacino idrografico del torrente Cena, tributario in destra idrografica del F. Sinello. Per tale corso d'acqua minore non si hanno dati idrologici disponibili. Comunque, essendo un corso d'acqua minore, ha un regime idraulico di tipo torrentizio con prolungati periodi di minima portata (estate-autunno) interrotti da eventi di media portata legati strettamente all'intensità delle precipitazioni.



Fig. 13 – Stralcio Carta Idrogeologica del settore indagato (da SCHEMA IDROGEOLOGICO DELL'ITALIA CENTRALE – C. Boni, P. Bono, G. Capelli – 1986).

La carta idrologica del settore indagato (Fig. 13) mostra valori di infiltrazione efficace media annua minimi, inferiori a 100 mm/a (zone colorate di grigio nella carta). Per infiltrazione efficace si intende la quantità d'acqua (espressa in mm/a), che dalla superficie si infila in profondità fino a raggiungere la zona di saturazione dell'acquifero. I modesti valori di infiltrazione efficace sono dovuti principalmente alla natura geologica dei terreni costituenti l'area d'indagine. Infatti, le litologie caratterizzanti il sito di progetto sono quelle limoso-argillose e argilloso-marnose, a bassa permeabilità che limitano notevolmente l'infiltrazione delle acque meteoriche. Inoltre, analizzando i dati idrologici più significativi dei corsi d'acqua presenti nell'area d'interesse, quali la portata media (a) e la portata media del mese di massima magra (b), si identifica l'indice del flusso di base (Fb) il rapporto  $b/a$ . Tale indice (Fb) è indicativo del contributo di acque sotterranee alla portata totale dei corsi d'acqua. Per il settore in

esame, dai dati reperiti in bibliografia, si evidenziano valori di  $F_b$  molto bassi ( $0.15 < F_b < 0.30$ ) che confermano i bassi valori di infiltrazione efficace delle acque meteoriche nel suolo.

Considerando, quindi, l'espressione semplificata del bilancio idrologico quale  $P = ETR + R + IE$  ( $P$ =precipitazioni;  $ETR$ =evapotraspirazione;  $R$ =ruscellamento;  $IE$ =infiltrazione efficace) per il settore in esame si ha che la maggior parte delle acque di precipitazione vengono "smaltite" per ruscellamento e per evapotraspirazione e solo una minima parte si infila nel sottosuolo alimentando i modesti acquiferi sotterranei.

Il monitoraggio freaticometrico effettuato sulla rete di piezometri installati nel sito ha rivelato l'assenza di acque sotterranee. Tale dato è giustificato dalla natura del sottosuolo costituito principalmente da depositi argilloso-marnosi a bassissima permeabilità primaria. Ciò non toglie che nella parte più superficiale dei depositi, costituiti da terreno agrario e coltre eluvio/colluviale limo-sabbiosa e limo-argillosa, nei periodi in cui si verificano precipitazioni intense e/o prolungate, si instauri una falda acquifera superficiale strettamente legata al regime pluviometrico. Il potenziale acquifero superficiale è quindi individuato dalla coltre eluvio/colluviale superficiale con spessore variabile da 0,50 metri a 5,00 metri.

Per la determinazione del coefficiente di conducibilità idraulica dei terreni sedime dell'opera, sono state realizzate due prove in sito, rispettivamente nei fori di sondaggio realizzati nel 2007 e denominati S1 ed S2, che hanno permesso di investigare una porzione di acquifero abbastanza estesa, idonea a caratterizzare dal punto di vista della permeabilità idraulica il sedime dell'opera.

In questo caso, le prove di permeabilità eseguite in sito nei fori di sondaggi S1 ed S2, hanno permesso di valutare la vulnerabilità dell'acquifero e le velocità di propagazione di potenziali inquinanti. Nel nostro caso, tali informazioni sono fondamentali in quanto, trattandosi di un sito da destinarsi a discarica, risulta essenziale la conoscenza dei principali parametri idrogeologici del terreno in modo da poter valutare nel modo più attendibile la fattibilità dell'opera.

Durante la realizzazione dei fori di sondaggio denominati S1 ed S2 è stata eseguita, per ciascun foro, una prova di permeabilità di tipo Lefranc. In S1 il tratto di prova è compreso tra 13.0 e 13.5 metri da p.c. Il diametro del foro è di 101 millimetri. Il tratto di prova, lungo 0.5 metri, ha riguardato i depositi costituiti da argille marnose e marne argillose (vedasi profilo stratigrafico sondaggio pregresso S1 allegato).

Per il sondaggio S2, il tratto di prova lungo 0.5 metri è compreso tra 8.0 e 8.5 metri dal p.c., con diametro del foro pari a 101 millimetri. Anche in questo caso la prova di permeabilità ha interessato i depositi costituiti da argille marnose e marne argillose.







## **5. VULNERABILITA' della FALDA**

**(punto 12 della tabella paragrafo 11.3.3. " impianti di discarica" L.R. 45/07 e L.R. 36/13)**

Nel sito di progetto vi è assenza di falda freatica. L'unico acquifero potenziale è costituito dalla coltre eluvio/colluviale superficiale di spessore variabile tra i 0,50 ed i 5,00 metri. In corrispondenza degli eventi meteorici più intensi si potrà instaurare una falda superficiale che risulterà strettamente legata alla variabilità degli spessori della coltre eluvio/colluviale ed al regime pluviometrico stesso.

La vulnerabilità della falda, quindi, per il solo bacino di discarica è stata valutata considerando in prima approssimazione i fattori critici elencati nell'allegato 7 alla parte III del Dlgs 152/06 e smi, riferendosi alla sola falda superficiale, a carattere modesto e discontinuo, strettamente legata al regime pluviometrico.

a) *Presenza di un acquifero libero ... omissis...*

Non è presente una vera e propria falda ma sono presenti modesti quantitativi di acqua all'interno della coltre eluvio/colluviale locale. L'acquifero è costituito, in modo discontinuo, dalla coltre eluvio/colluviale superficiale, con permeabilità primaria per porosità elevata; questo orizzonte/livello potrebbe risultare una via preferenziale di migrazione di eventuali contaminazioni.

b) *Presenza di una litologia ...omissis...*

Le litologie di superficie e dell'insaturo caratterizzate da limi sabbiosi sovrapposte ad argille marnose sono particolarmente permeabili;

c) *Presenza di suoli a capacità di attenuazione ...omissis...*

Il suolo nel sito è costituito dai depositi limoso sabbiosi discontinui che caratterizzano l'acquifero superficiale. Tali depositi hanno capacità di attenuazione bassa ed al loro interno non sono presenti livelli di sedimenti particolarmente impermeabili che possano attenuare il percorso di migrazione di eventuali contaminanti verso le acque in essi contenute.

Le verifiche effettuate identificano una vulnerabilità medio-alta del solo acquifero superficiale. Per tale motivo, il progetto di realizzazione del bacino di discarica prevede la rimozione della locale coltre eluvio/colluviale costituente il potenziale acquifero superficiale e la realizzazione di opere idrauliche per la regimazione delle acque in esso contenute. Con tali interventi si elimineranno e/o confineranno le acque contenute nell'acquifero superficiale e principalmente si eliminerà l'acquifero stesso.

## **6. PRESCRIZIONI IN MATERIA DI VINCOLO IDROGEOLOGICO**

Per realizzare l'intervento in progetto si effettuerà un inevitabile movimento di terreno. I materiali di risulta provenienti dagli scavi devono essere riutilizzati sullo stesso lotto, ad esempio per formare materia prima per opere di sostegno a secco. I materiali recuperati devono essere messi in opera senza mai alterare l'assetto orografico della pendice e senza ostruire eventuali incisioni naturali del terreno. A tal proposito si evidenzia che l'opera che si andrà a realizzare, non altera e/o modifica il regime idraulico dei locali versanti, scevri da impluvi e/o incisioni operate da fossi e corsi d'acqua minori. Il tratto di versante in esame sarà "coperto" e sostituito dal bacino di discarica che, con il suo sistema di regimazione delle acque piovane convoglierà le acque di prima pioggia nel tratto di torrente Cena subito a valle del bacino stesso. Il bacino di discarica da realizzarsi, trovandosi nella zona medio bassa del versante priva da incisioni operate da corsi d'acqua, non riceverà apporti idrici da alcun fosso che ne potrebbe compromettere la stabilità e la tenuta idraulica. Se si eseguono prismi artificiali di riporto, si devono evitare anche piccoli movimenti di massa; pertanto si devono realizzare opportune opere di



contenimento e/o sistemazioni a basso impatto secondo le tecniche dell'ingegneria naturalistica. Come abbiamo visto precedentemente, la lettura geologica dei pendii ci dà un quadro della possibilità che si realizzino movimenti gravitativi locali allorquando si effettuano scavi sub verticali del versante. Pertanto alte pareti prodotte da eventuali tagli, dovrebbero essere contenute da adeguati muri di controripa. Al fine di non innescare disturbi alla compagine pedologica limitrofa o dissesti nelle aree poste più a valle, le acque piovane in genere e quelle spioventi dalle coperture impermeabili delle opere in progetto devono essere opportunamente regolate. Gli interventi di regolazione idrica devono essere capaci di contenere il nuovo carico idraulico favorendo l'infiltrazione efficace e rallentando la velocità di scorrimento superficiale. Per lo stesso motivo, sui tratti di versante circostanti il sito di progetto, è proponibile anche un intervento sistematorio intensivo in grado di ottenere una regimazione razionale delle acque di precipitazione. L'intervento sistematorio può essere realizzato, ove possibile, con la semplice costruzione di piccoli muretti a secco di sostegno del terreno. I materiali da utilizzare sono costituiti da pietrame o lo stesso materiale proveniente dallo scavo di terreno da sistemare. Con questa semplice ed atavica tecnica di sistemazione idraulico-agraria si hanno molti vantaggi per la difesa del suolo delle pendici, tra cui: diminuzione della pendenza locale; limitazione dell'erosione idrica di materiale fine; preparazione del terreno sostenuto a conservare una giusta riserva idrica; accumulo di sedimento a tergo del muretto; condizioni migliori per favorire la pedogenesi a medio e lungo termine; condizioni favorevoli per la messa a dimora di essenze vegetali adeguate una volta che l'impianto di smaltimento verrà chiuso. Per garantire la permeabilità naturale della formazione geologica interessata e quindi mantenere il regime naturale di infiltrazione, le superfici adibite a viabilità carrabile e pedonale, ovvero a parcheggio, non devono essere pavimentate o quanto meno impermeabilizzate. Tutto questo però dovrà essere attuato nei limiti del possibile in quanto, trattandosi di un sito destinato ad accogliere un impianto di smaltimento rifiuti, anche se non pericolosi, si dovrà garantire l'impermeabilità delle superfici su cui saranno stoccati e/o movimentati i rifiuti stessi.

In virtù della vastità dell'area di intervento e delle locali condizioni idrogeomorfologiche, le caratteristiche geologiche delle pendici possono variare anche bruscamente. Durante l'esecuzione dei lavori saranno realizzate ulteriori indagini geologico-tecniche. Le indagini devono essere finalizzate a verificare le reali condizioni di resistenza, consistenza e stabilità puntuali dei versanti, e in base a ciò, se del caso, proporzionare più correttamente l'intervento in progetto.

Gli accertamenti geologici e la relativa supervisione, devono essere sempre condotte da un geologo professionista, e ciò non solo per motivi di attendibilità dei risultati, ma soprattutto quale ulteriore conferma dei parametri geotecnici di progetto per la valutazione dell'interazione opera-terreno.

Nel tempo, su tutti i tratti di pendice, si devono costantemente praticare le attività manutentorie finalizzate a prevenire dissesti o erosioni concentrate.

## **7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE**

I risultati acquisiti attraverso lo studio effettuato insieme agli elementi di documentazione bibliografica esaminati hanno permesso di caratterizzare il sito, che si ricorda è ubicato in località Cicella, nel Comune di Furci, dal punto di vista geologico, geomorfologico ed idrogeologico.

L'area in esame si sviluppa in destra idrografica del torrente Cena, a ridosso della locale strada Fondovalle Cena. Il sedime dell'opera si individua nella parte medio bassa del versante che digrada dal Monte Taverna ad est, verso il corso del torrente Cena ad ovest.

Dal punto di vista geologico stratigrafico l'area sedime dell'opera è caratterizzata dalla presenza di litologie limo-argillose e argilloso-marnose marine ascrivibili all'associazione pelitico-sabbiosa della "Formazione Mutignano" Plio-Pleistocenica ed all'Alloctono Molisano localmente caratterizzato dalla Colata Gravitativa dell'Aventino-Sangro.

All'interno dell'area oggetto dell'intervento sono presenti aree caratterizzate da spessori variabili di coltri eluvio/colluviali, costituiti principalmente da litologie limoso-sabbiose e limoso-argillose variamente alternate con inclusi clasti calcarei e concrezioni calcaree. Tali depositi risultano presenti lungo il versante in destra idrografica del torrente Cena, dove raggiungono lo spessore massimo di 5,0 metri.

Lo studio idrogeologico del sito, con la realizzazione di un sistema di monitoraggio costituito da una serie di piezometri che hanno consentito di effettuare misure di soggiacenza, ha evidenziato l'assenza di una falda freatica. In data 08.11.2016 in contraddittorio con i tecnici del distretto ARTA di San Salvo – Vasto, sono state effettuate misure piezometriche che hanno evidenziato la presenza di modestissime quantità di acque sul fondo dei piezometri stessi. La minima presenza di acqua (colonna d'acqua e fango/deposito di fondo foro pari a circa 1 metro) è imputabile alla percolazione in profondità delle acque di precipitazione meteorica che imbibiscono i depositi superficiali più permeabili. Infatti, il giorno prima (07.11.2016) tutti i piezometri presenti nel sito sono stati spurgati e svuotati dalle acque di infiltrazione superficiale e dopo 24 ore, circa, sono risultati praticamente privi di acque. I depositi costituenti l'area di progetto sono costituiti principalmente da argille-marnose e marne-argillose a bassissima permeabilità primaria. Le prove di permeabilità realizzate in due fori di sondaggio hanno restituito, per i depositi argilloso-marnosi, valori del coefficiente di permeabilità  $K$  dell'ordine di  $10^{-7}$  e  $10^{-8}$  m/sec.

Per contro, i depositi superficiali eluvio/colluviali costituiscono un modesto acquifero potenziale, la cui entità e potenzialità è strettamente legata al regime pluviometrico. In corrispondenza degli eventi meteorici più intensi la coltre eluvio/colluviale superficiale (spessore variabile da 0,5 a 5,0 metri) è sede di modeste e discontinue falde sospese che hanno vita effimera.

Si ribadisce che le acque presenti nel sito sono legate all'acquifero superficiale costituito dalla coltre eluvio/colluviale e non costituiscono una falda nel senso stretto del termine.

Il progetto di realizzazione del bacino di discarica prevede la rimozione totale della coltre eluvio/colluviale e quindi dell'acquifero superficiale. A tale intervento sarà affiancata la realizzazione di opere idrauliche atte a regimare le acque.

Si ricorda inoltre che i pendii con le pendenze e l'esposizione naturale sono sostanzialmente stabili; alte pareti di scavo sub verticali possono alterare l'equilibrio del sistema e provocare localmente potenziali instabilità. Si raccomanda pertanto di tener ben presente tale raccomandazione in fase esecutiva del progetto.

Sull'area di intervento sono consigliate sistemazioni idraulico-agrarie così come descritto nel paragrafo precedente.

I settori di versante interessati da processi gravitativi lenti di superficie saranno preventivamente rimodellati asportando la coltre superficiale di suolo rimaneggiato.

La realizzazione dell'impianto di smaltimento rifiuti dovrà essere conforme alle normative tecniche di settore vigenti riguardanti le tecniche di costruzione e la tutela dell'ambiente.

Si riassumono di seguito i principali aspetti geologici e geotecnici di cui tener conto.

1. I fronti di scavo artificiali dovranno essere opportunamente realizzati con opportuna pendenza e consolidati con adeguate opere di sostegno che tengano conto del modello geologico e geotecnico locale. Inoltre, sistemi drenanti e di captazione dovranno favorire il rapido deflusso verso valle delle acque meteoriche ed evitare che queste degradino gli strati più superficiali delle pareti.
2. Da non dimenticare l'elevata vulnerabilità dell'acquifero/falda superficiale, per cui si evidenzia sia la necessità dell'impermeabilizzazione della zona di deposito del rifiuto in ingresso che chiaramente dell'area di deposito definitivo che deve essere realizzato conformemente alle prescrizioni dettate dal Dlgs 36/03 e s.m.i.;

Si resta a disposizione per ogni eventuale chiarimento.



The image shows a handwritten signature in black ink, which appears to read "Massimo Ranieri". The signature is written over a circular blue ink stamp. The stamp contains the text "Dott. Geol. Massimo Ranieri" and "RANIERI" in the center. The stamp is slightly faded and the signature is written over it.



## **COROGRAFIE**

**STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA scala 1:25.000**

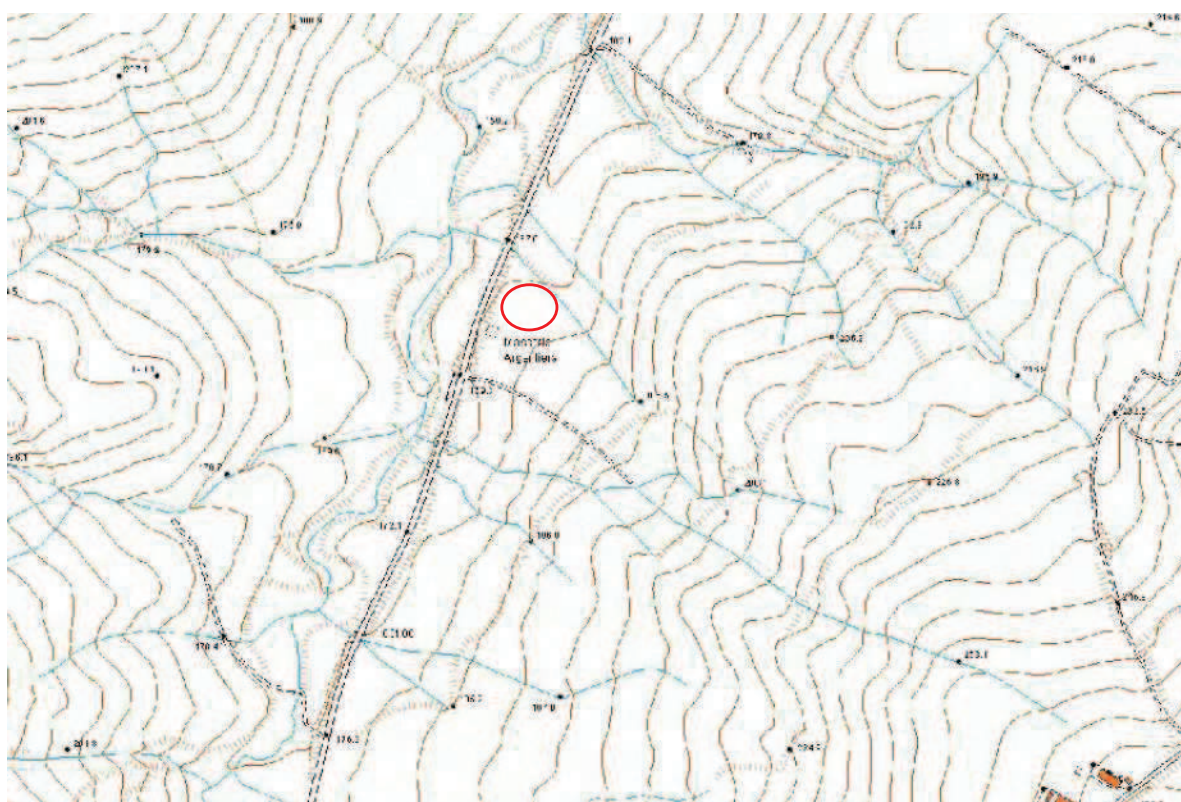


Area oggetto d'intervento



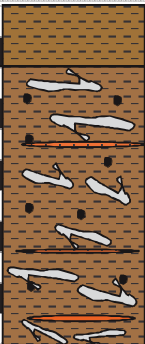
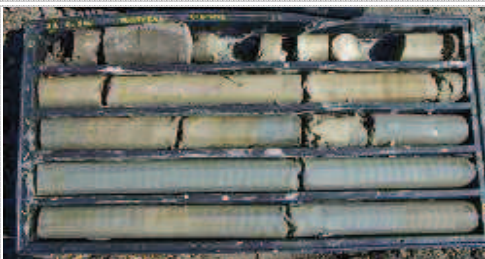
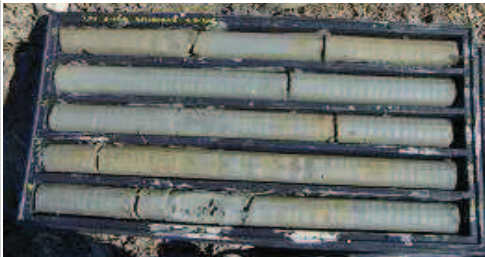
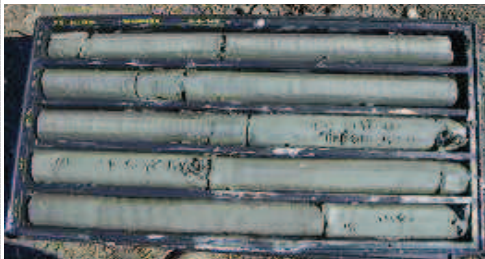


**STRALCIO CARTA TOPOGRAFICA scala 1:5.000**



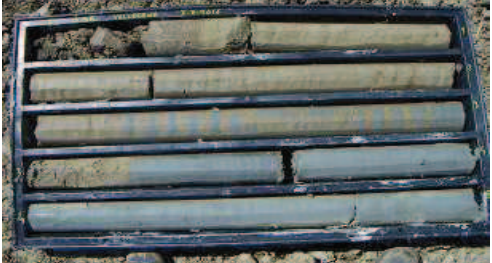


 Area oggetto d'intervento

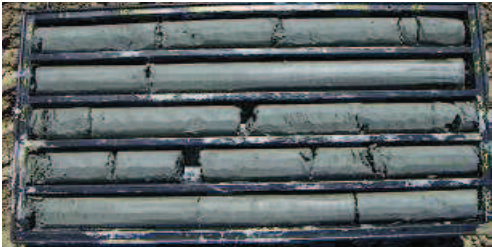
## **STRATIGRAFIE CON DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA**

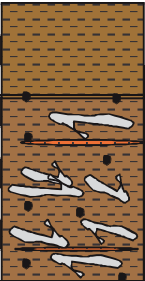
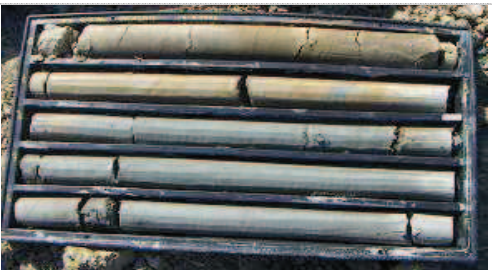
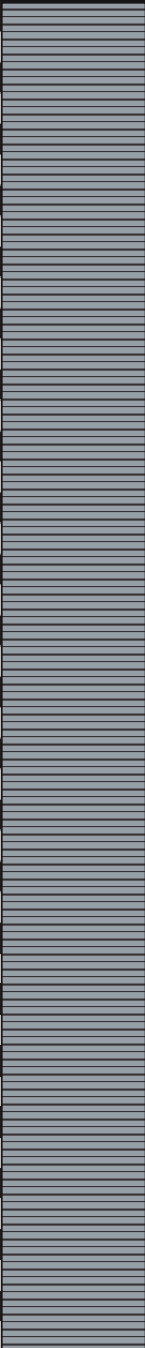

Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: <b>Vallecena S.r.l.</b>  Indagine: <b>Caratterizzazione idrogeologica</b>  Località: <b>Loc. Cicella - Furci (CH)</b>		Sondaggio: <b>S1</b> (0 - 13,50m) Quota: 192 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'14.75" E 14°37'49.43" Data inizio: <b>04/08/2016</b> Data fine: <b>04/08/2016</b>	
Geologo: <b>D'Andrea A.</b> Operatore: <b>Tecno Geo</b>			Unità: <b>CMV 900</b> Diametro perforazione: <b>ϕ 101 mm</b>		Diametro rivestimento provv: <b>ϕ 152 mm</b> Diametro alesaggio: <b>ϕ 152 mm</b>	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica		Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
0,40	0,40		Terreno agrario costituito da limi argillosi marrone avana		  	
2,80	2,40		Limo argilloso marrone-avana con variegature rossicce ossidate sabbiose e variegature grigio chiare. Nuclei e livelli nerastri di materiale organico carbonioso			
5,00	2,20	Argille grigio scure con livelli marrone-avana limosi. Rari orizzonti sabbiosi ossidati, di colore rossiccio				
10,0	5,00	Alternanze di argille grigie e marroni-avana con livelli e nuclei sabbiosi ossidati				
13,5	3,5	Argille marnose grigio scure				

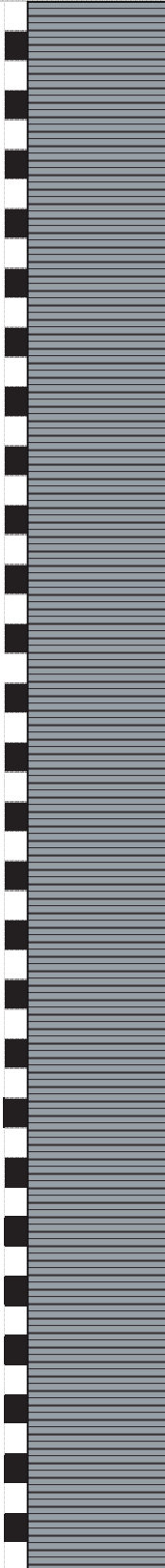
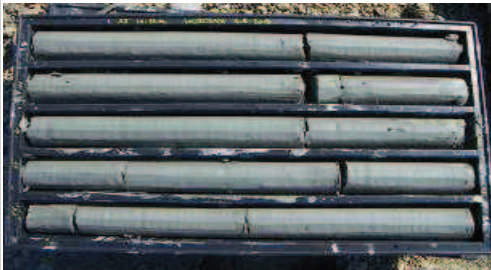
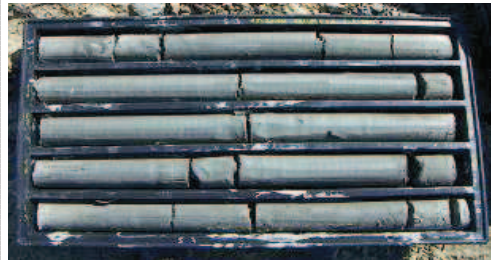
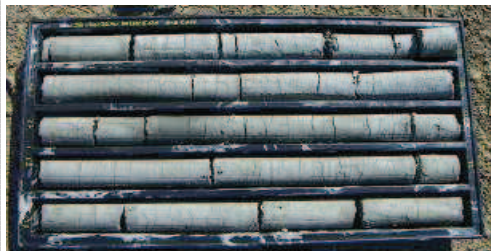
Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: F Valleccena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Cicella - Furci (CH)			Sondaggio: S1 (13,50 - 25,00 m) Quota: 192 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'14.75" E 14°37'49.43" Data inizio: 04/08/2016 Data fine: 04/08/2016		
Geologo: D'Andrea A.			Unità: CMV 900			Diametro rivestimento provv: Ø 152 mm		
Operatore: Tecno Geo			Diametro perforazione: Ø 101 mm			Diametro alesaggio: Ø 152 mm		
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica		Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA		
13,5			Argille marnose grigio scure					
								
								
25,0	11,5							
		</						



Geologia e progettazione ambientale Geol. Massimo Ranieri Lanciano georabinieri@alice.it		Committente: Vallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Loc. Cicella - Furci (CH)		Sondaggio: S2 (0 - 13,50m) Quota: 186 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'12.73" E 14°37'46.64" Data inizio: 03/08/2016 Data fine: 03/08/2016	
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo		Unità: CMV 900 Diametro perforazione: $\phi$ 101 mm		Diametro rivestimento provv: $\phi$ 152 mm Diametro alesaggio: $\phi$ 152 mm	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
0,50	0,50		Terreno agrario costituito da limi argillosi marrone avana		
3,20	2,70		Limo argilloso marrone-avana con variegature rossicce ossidate sabbiose e variegature grigio chiare. Nuclei e livelli nerastri di materiale organico carbonioso		
13,5	10,3		Argille marnose grigio scure		

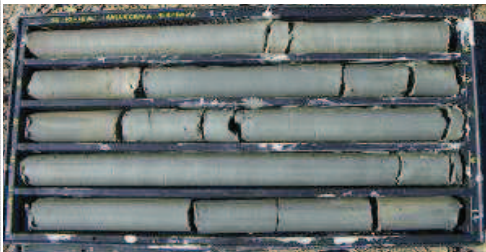
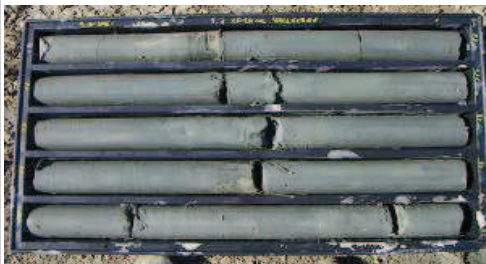
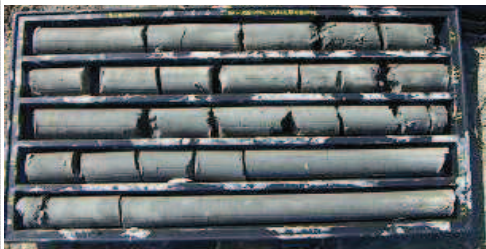

Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: F Vallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Cicella - Furci (CH)			Sondaggio: S2 (13,50 - 25,00 m) Quota: 186 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'12.73" E 14°37'46.64" Data inizio: 03/08/2016 Data fine: 03/08/2016		
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo			Unità: CMV 900 Diametro perforazione: Ø 101 mm			Diametro rivestimento provv: Ø 152 mm Diametro alesaggio: Ø 152 mm		
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica			Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
13,5			Argille marnose grigio scure				  	
25,0	11,5							

Geologia e progettazione ambientale Geol. Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it		Committente: Vallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Loc. Cicella - Furci (CH)		Sondaggio: S3 (0 - 13,50m) Quota: 202 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'10.65" E 14°37'49.37" Data inizio: 04/08/2016 Data fine: 04/08/2016	
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo		Unità: CMV 900 Diametro perforazione: $\phi$ 101 mm		Diametro rivestimento provv: $\phi$ 152 mm Diametro alesaggio: $\phi$ 152 mm	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
0,80	0,80		Terreno agrario costituito da limi argillosi marrone avana		
2,10	1,30		Limo argilloso marrone-avana con variegature rossicce ossidate sabbiose e variegature grigio chiare. Nuclei e livelli nerastri di materiale organico carbonioso		
13,5	11,4		Argille marnose grigio scure		

<div>Geologia e progettazione ambientale</div> <div>Geol.Massimo Ranieri</div> <div>Lanciano</div> <div>georranieri@alice.it</div>			<div>Committente: Vallecena S.r.l.</div> <div>Indagine: Caratterizzazione idrogeologica</div> <div>Località: Loc. Cicella - Furci (CH)</div>			<div>Sondaggio: S3 (13,50-25,00m)</div> <div>Quota: 202 m. (s.l.m.)</div> <div>Coordinate N 42°02'10.65" E 14°37'49.37"</div> <div>Data inizio: 04/08/2016</div> <div>Data fine: 04/08/2016</div>		
<div>Geologo: D'Andrea A.</div> <div>Operatore: Tecno Geo</div>			<div>Unità: CMV 900</div> <div>Diametro perforazione: <math>\phi</math> 101 mm</div>			<div>Diametro rivestimento provv: <math>\phi</math> 152 mm</div> <div>Diametro alesaggio: <math>\phi</math> 152 mm</div>		
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA			
13,50			Argille marnose grigio scure		  			
25,0	11,5							

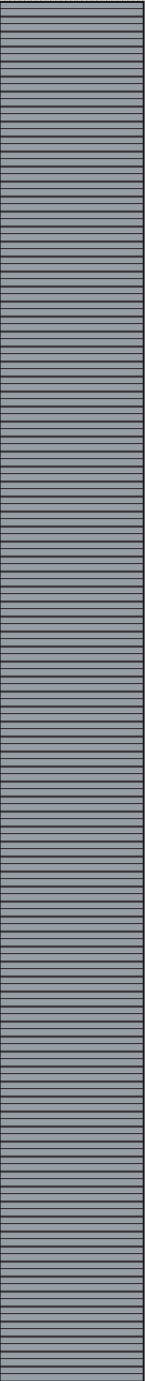
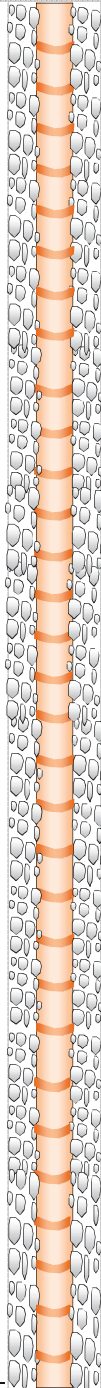










Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: <b>Vallecena S.r.l.</b>  Indagine: <b>Caratterizzazione idrogeologica</b>  Località: <b>Loc. Cicella - Furci (CH)</b>		Sondaggio: <b>S4</b> (0 - 13,50m) Quota: 203 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'12.52" E 14°37'51.54" Data inizio: <b>09/08/2016</b> Data fine: <b>09/08/2016</b>	
Geologo: <b>D'Andrea A.</b> Operatore: <b>Tecno Geo</b>			Unità: <b>CMV 900</b> Diametro perforazione: <b>φ 101 mm</b>		Diametro rivestimento provv: <b>φ 152 mm</b> Diametro alesaggio: <b>φ 152 mm</b>	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica		Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
0,30	0,30		Terreno agrario costituito da limi argillosi marrone avana con clasti spigolosi 2-5mm			
			Limo argilloso marrone-avana con variegature e livelli violacei. Livelli e nuclei sabbiosi fini ossidati. Concrezioni calcaree biancastre. Meso cristalli di gesso. Livelli sabbioso limosi avana azzurrini			
5,00	4,70		Limi argillosi marrone/avana con nuclei sabbiosi ossidati e clasti spigolosi. Mesocristalli di gesso. Livelli sabbiosi avana/biancastri. Alternanze di livelli grigio scuri e marroni.			
10,0	5,00		Argille marnose grigio scure			
13,5	3,5					

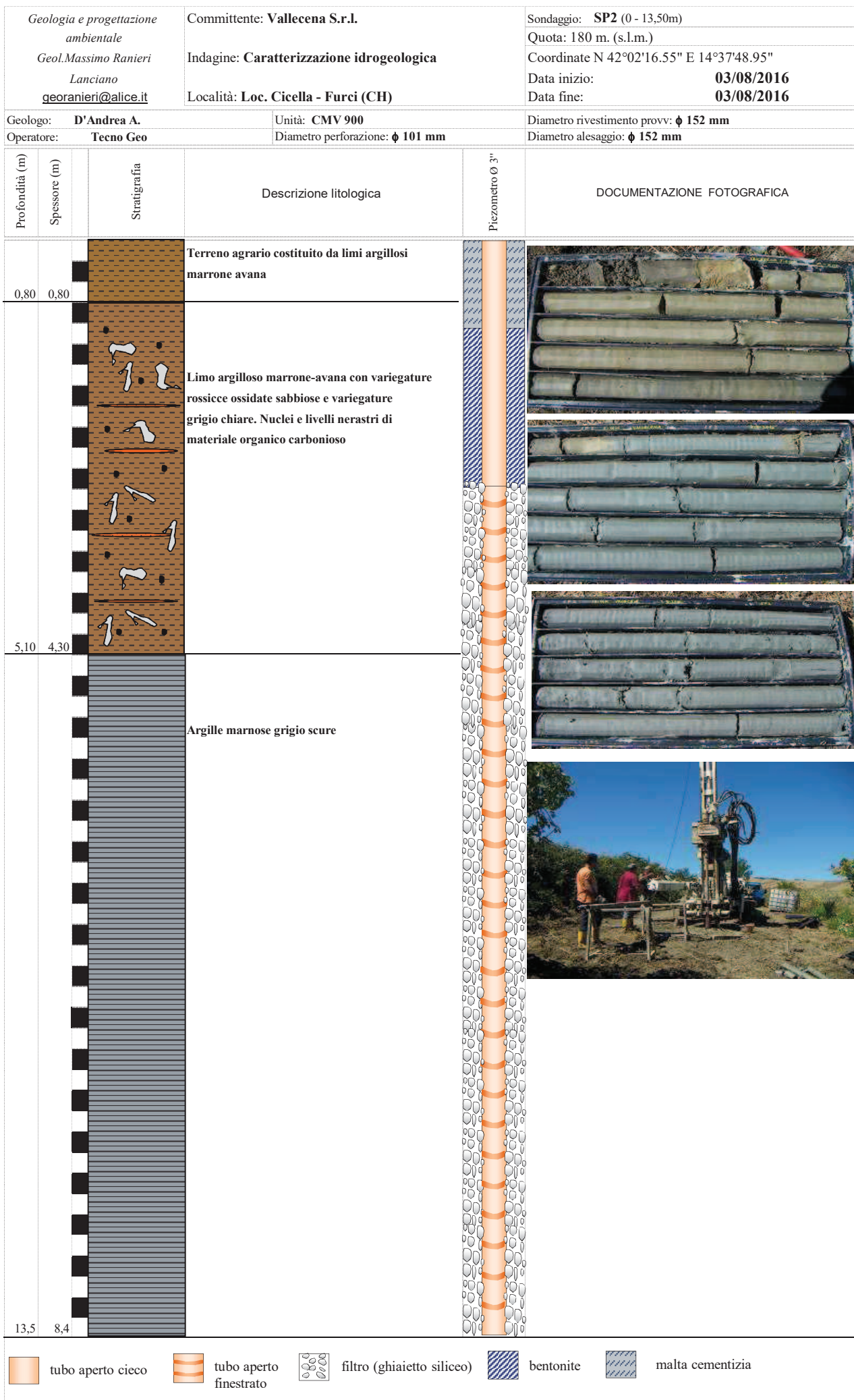
Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georranieri@alice.it			Committente: Vallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Loc. Cicella - Furci (CH)		Sondaggio: S4 (13,50-25,00m) Quota: 203 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'12.52" E 14°37'51.54" Data inizio: 09/08/2016 Data fine: 09/08/2016	
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo			Unità: CMV 900 Diametro perforazione: Ø 101 mm		Diametro rivestimento provv: Ø 152 mm Diametro alesaggio: Ø 152 mm	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
13,50						
						
						
			Argille marnose grigio scure			
25,0	11,5					

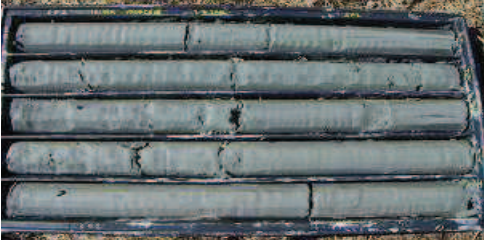
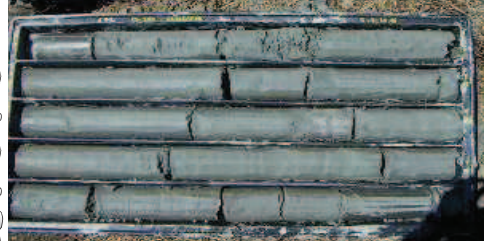
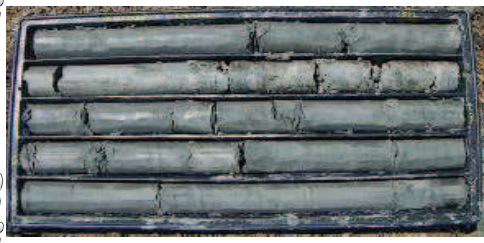






Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: F Vallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Cicella - Furci (CH)		Sondaggio: SP1 (13,50 - 25,00 m) Quota: 176 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'13.70" E 14°37'45.10" Data inizio: 02/08/2016 Data fine: 03/08/2016	
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo			Unità: CMV 900 Diametro perforazione: φ 101 mm		Diametro rivestimento provv: φ 152 mm Diametro alesaggio: φ 152 mm	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica	Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	
13,5			Argille marnose grigio scure			
						
25,0	11,5					
<div><div> tubo aperto cieco</div><div> tubo aperto finestrato</div><div> filtro (ghiaietto siliceo)</div><div> bentonite</div><div> malta cementizia</div></div>						








Geologia e progettazione ambientale Geol.Massimo Ranieri Lanciano georanieri@alice.it			Committente: FVallecena S.r.l.  Indagine: Caratterizzazione idrogeologica  Località: Cicella - Furci (CH)		Sondaggio: SP2 (13,50 - 25,00 m) Quota: 180 m. (s.l.m.) Coordinate N 42°02'16.55" E 14°37'48.95" Data inizio: 03/08/2016 Data fine: 03/08/2016	
Geologo: D'Andrea A. Operatore: Tecno Geo			Unità: CMV 900 Diametro perforazione: Ø 101 mm		Diametro rivestimento provv: Ø 152 mm Diametro alesaggio: Ø 152 mm	
Profondità (m)	Spessore (m)	Stratigrafia	Descrizione litologica		Piezometro Ø 3"	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA
13,5			Argille marnose grigio scure			
						
						
25,0	11,5					

 tubo aperto cieco

 tubo aperto finestrato

 filtro (ghiaietto siliceo)

 bentonite

 malta cementizia

