



Regione Abruzzo



Comune Massa d'Albe



Provincia L'Aquila

CESCA
di CONTESTABILE D. & C. SAS

PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI COMPOSTAGGIO DA MATRICI ORGANICHE DI QUALITA' PER LA PRODUZIONE DI AMMENDANTE COMPOSTATO MISTO

Elaborato

RELAZIONE GEOLOGICA ED IDROGEOLOGICA

AMB | 03R

Formato A4

n°pagine 51

Scala

Data Maggio 2013

Revisione 1

Proponente

CESCA
di CONTESTABILE D. & C. SAS

Progettisti

Capogruppo Ing. Massimiliano Il Grande

Studi Ambientali Ing. Marco Barbieri

Strutture Ing. Enrico De Cristofaro

Impianti e macchinari Dott. Giorgio Rustichelli

Geologia Geol. Marco Di Lollo

Sommario

PREMESSA.....	3
1. INSERIMENTO SUL TERRITORIO.....	3
2. DIMENSIONI DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	5
2.1. STATO DEI LUOGHI	5
2.2. CARATTERISTICHE PROGETTUALI	8
3. GEOLOGIA REGIONALE	8
3.1. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE	10
4. TOPOGRAFIA.....	12
5. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA	12
5.1. IDROLOGIA	12
5.2. IDROGEOLOGIA	16
6. GEOTECNICA	20
6.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI	20
6.2. SISMICITÀ DELL’AREA.....	22
6.2.1. STORIA SISMICA	23
6.2.2. RISPOSTA SISMICA LOCALE	24
7. CONCLUSIONI	27

Allegati:

- 1) Quaderno indagini
- 2) Prova sismica MASW

PREMESSA

La CESCA SAS è iscritta alla Camera di Commercio di L'Aquila, Ufficio Registro delle Imprese, al n. 001074506660 del 24.05.1973 ed alla Sezione Ordinaria dal 19.02.1996.

La sede legale della ditta è in Via Monsignor Bagnoli, 132 – Avezzano (AQ).

La Società ha, tra le altre cose, nella ragione sociale:

- La realizzazione di costruzioni edili e stradali, fognature ed acquedotti;
- La coltivazione e gestione di cave;
- La gestione dei rifiuti in generale.

La CESCA SAS, attualmente gestisce un impianto di compostaggio di materia organica di provenienza agricola-industriale e da raccolta differenziata, sulla base della Determinazione n°DF3/61 del 2005, ai sensi del D.Lgs. 152/06, rilasciata dalla Regione Abruzzo, Servizio Gestione Rifiuti.

L'impianto è sito in località Borgo Incile, in agro del Comune di Avezzano ed è attualmente autorizzato al trattamento di 15.000t/a di rifiuti, in virtù della Determinazione n° DR4/191 del 2009, ai sensi del D.Lgs.152/06.

Sulla scorta dell'esperienza e del *know-how* maturato in questi anni e dei positivi risultati ottenuti nel campo del compostaggio, la ditta si propone di realizzare un nuovo polo impiantistico, destinato al recupero dei rifiuti agroindustriali, dei fanghi di depurazione delle acque civili ed industriali, dei rifiuti lignocellulosici e, all'occorrenza, a supportare le potenzialità impiantistiche regionali per il recupero della FORSU (Frazione Organica Rifiuti Solidi Urbani) qualora temporanee situazioni contingenti lo rendessero necessario.

1. INSERIMENTO SUL TERRITORIO

Con Delibera del Consiglio Comunale n. 60 del 24.10.2001, sono state emanate le Norme Tecniche del "Programma Poliennale di Estrazione e Recupero Ambientale dell'Area Cave di Alba Fucens" in cui sono contenute, tra l'altro, le seguenti prescrizioni:

- *"Va prioritariamente perseguito il ripristino a zona agricola con possibilità di riconvertire parte della superficie aziendale(omissis)... ad insediamenti artigianali ed industriali mediante progetti piano volumetrici". (Art. 5 – Norme per la*

riconversione).

Nell'ottica di tale scenario, la CESCO SAS, presenta il presente progetto che riguarda la realizzazione e la gestione di un impianto di trattamento di rifiuti organici proveniente da raccolta differenziata, mediante il processo di compostaggio per la produzione di ammendante compostato misto conforme all'all.2 del D.Lgs. 75/2010.

L'ammendante prodotto può essere riutilizzato per il ripristino degli altri lotti dell'area di cava, o di altri siti e per la commercializzazione di fertilizzanti per uso agricolo.

La presente relazione è inerente il progetto definitivo dell'impianto di compostaggio secondo quanto previsto dall'art. 25 del DPR 207/2010.

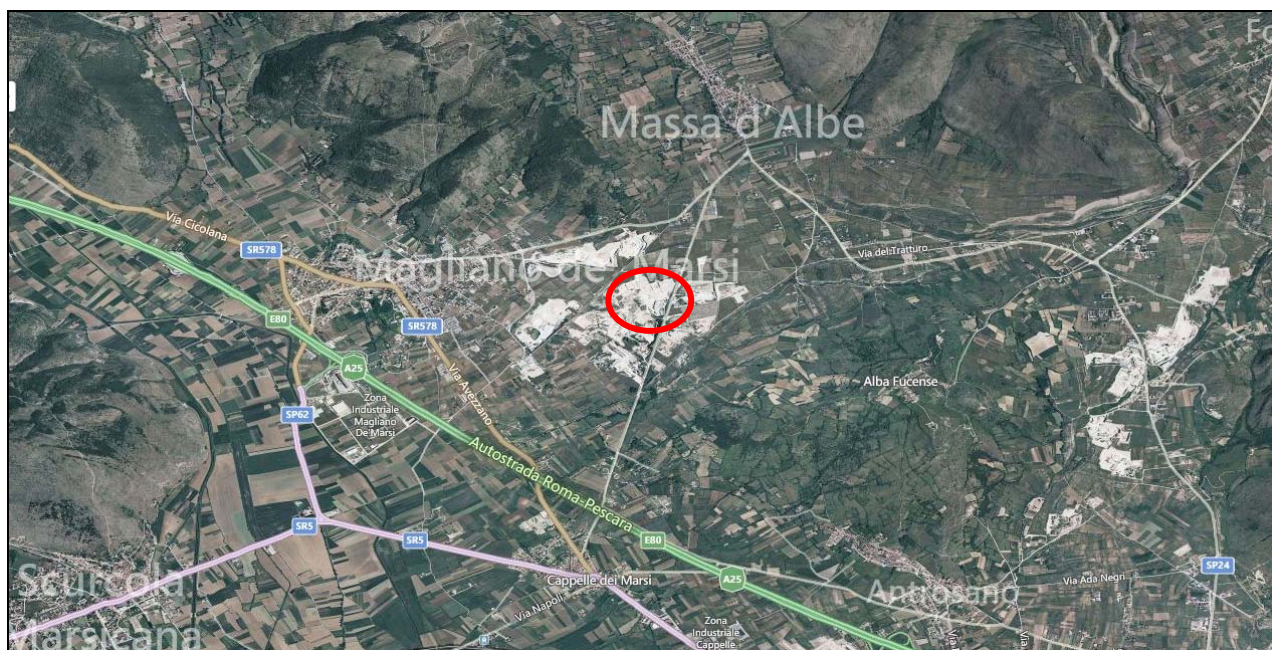


Figura 1: Foto aerea del sito (cerchio rosso) in località Il Campo – Massa d'Albe (AQ). Fonte web: BingMaps.

Il sito in esame, come detto, ricade nel territorio di Massa d'Albe, comune della provincia di L'Aquila sito circa 30Km a sud del capoluogo stesso.

Il centro abitato principale è sito ai piedi del Monte Velino e la fascia di raccordo tra il rilievo e la pianura, che degrada fino al livello della Piana del Fucino, ospita una moltitudine di siti, utilizzati per l'attività estrattiva, tra cui quello in oggetto, in prossimità del territorio comunale di Magliano de' Marsi.

Al sito si accede percorrendo verso nord la SP 62A Palentina lasciandola solamente in prossimità dell'area di cava, che ricade ad ovest della sede stradale. La stessa infrastruttura è ben collegata alla autostrada A25 come è possibile evincere dalla mappa riportata in fig.1.

A livello cartografico il sito è compreso nel Foglio 145 – Avezzano della Carta Topografica d'Italia, occupando il quadrante III SW.

Come detto il progetto s'inserisce in un lotto dell'area di proprietà della CESCA SAS, dove il piano d'imposta delle future strutture è depresso rispetto al piano stradale di circa 20m.

Tale situazione rende praticamente non visibile il sito progettuale, per chi percorre la strada provinciale, anche grazie alla naturale vegetazione arborea ed arbustiva, occupate il lato strada.

L'inserimento sul territorio dal punto di vista della percezione visiva, della viabilità e degli strumenti urbanistici vigenti, può ritenersi ottimale.

Tutto lo sviluppo del progetto è volto a recepire i contenuti tecnici del DM 29/01/2007 in riferimento alle "Linee guida recanti i criteri per l'individuazione e l'utilizzazione delle migliori tecniche disponibili (BAT)".

Il dimensionamento e le prestazioni dell'impianto sono in accordo con quanto previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 1244 del 25.11.2005, concernente le caratteristiche prestazionali e gestionali richieste per gli impianti trattamento dei rifiuti urbani.

2. DIMENSIONI DEL PROGETTO E CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

2.1. STATO DEI LUOGHI

L'area di proprietà della CESCA SAS in località Il Campo, si estende su di una superficie complessiva di circa 13ha ed è suddivisa in più lotti di cui uno, il IV° Lotto funzionale, è quello all'interno del quale si sviluppa il progetto.

Il IV° lotto ha un'estensione di poco superiore ai 3ha (di cui 2,1 saranno interessati dall'intervento in progetto) su cui, attualmente, vi sono due fabbricati che saranno riutilizzati ed integrati nell'impianto di compostaggio.

Il più piccolo dei due (fig.3) è un edificio in muratura a pianta rettangolare con dimensioni 12x7x4h ed occupa una superficie di circa 85m². L'edificio verrà ristrutturato completamente ed asservirà le funzioni di ufficio amministrazione e controllo degli accessi.

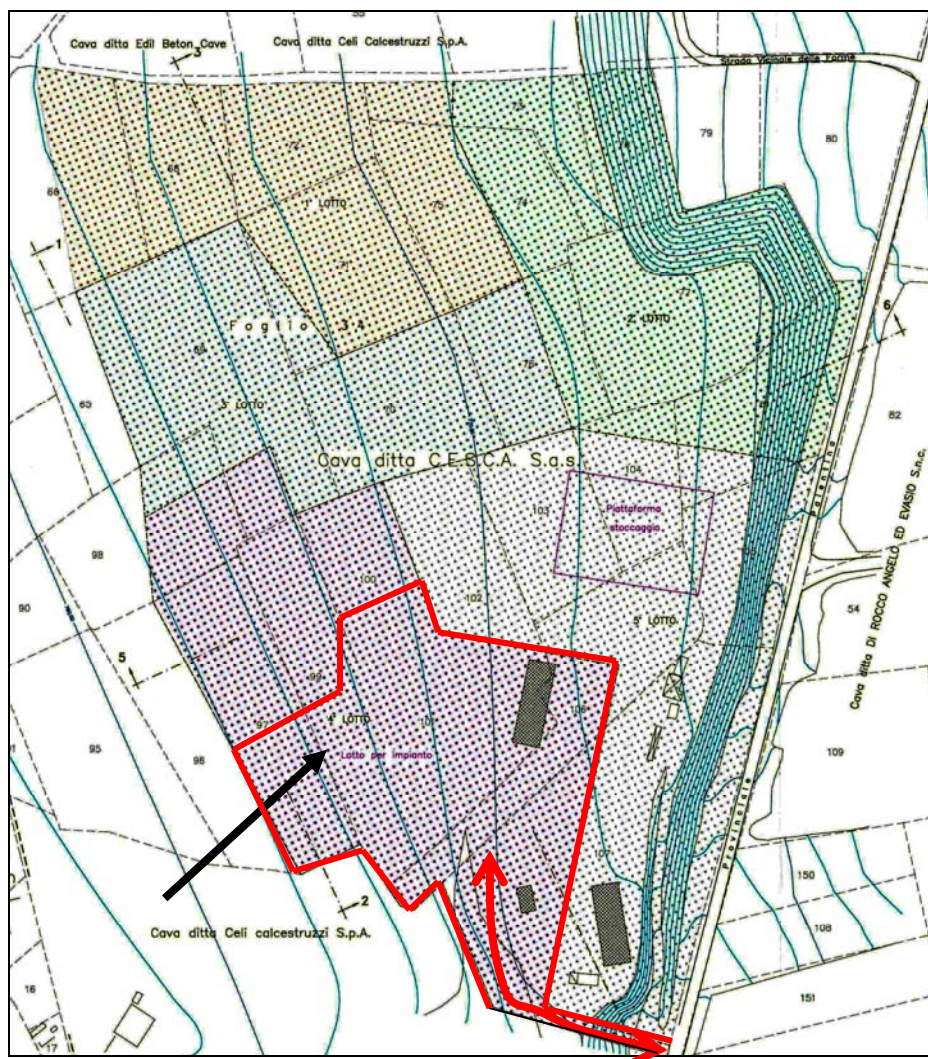


Figura 2: Suddivisione dell'area di cava in lotti. La freccia nera indica l'insediamento impiantistico. La doppia freccia rossa la viabilità d'accesso al lotto.



Figura 3: Immagine dell'edificio esistente da ristrutturare e destinare ad uffici.

Il secondo capannone (fig.4) interno al lotto è una struttura con pilastri e capriate in acciaio

e tamponature in muratura con dimensioni 15x40x5,5h ed occupa una superficie di 600m² circa.

L'edificio verrà completamente integrato nella nuova struttura, previa ristrutturazione verrà utilizzato per la messa in opera della linea di vagliatura, descritta di seguito.

La quota d'imposta delle fondazioni del fabbricato è posta a +2,0m rispetto al piano di posa della struttura da progetto; tale dislivello sarà mantenuto e sfruttato per approntare la zona di ricezione che verrà di seguito descritta.



Figura 4: Capannone esistente.

Attualmente l'accesso al lotto è garantito da una strada sterrata che, come da progetto, verrà sistemata e riutilizzata per la normale viabilità dei mezzi conferitori.

La strada d'ingresso (fig.5), percorre una lunghezza di 150m circa durante i quali vince un dislivello di 15m circa per una pendenza media del 10%.

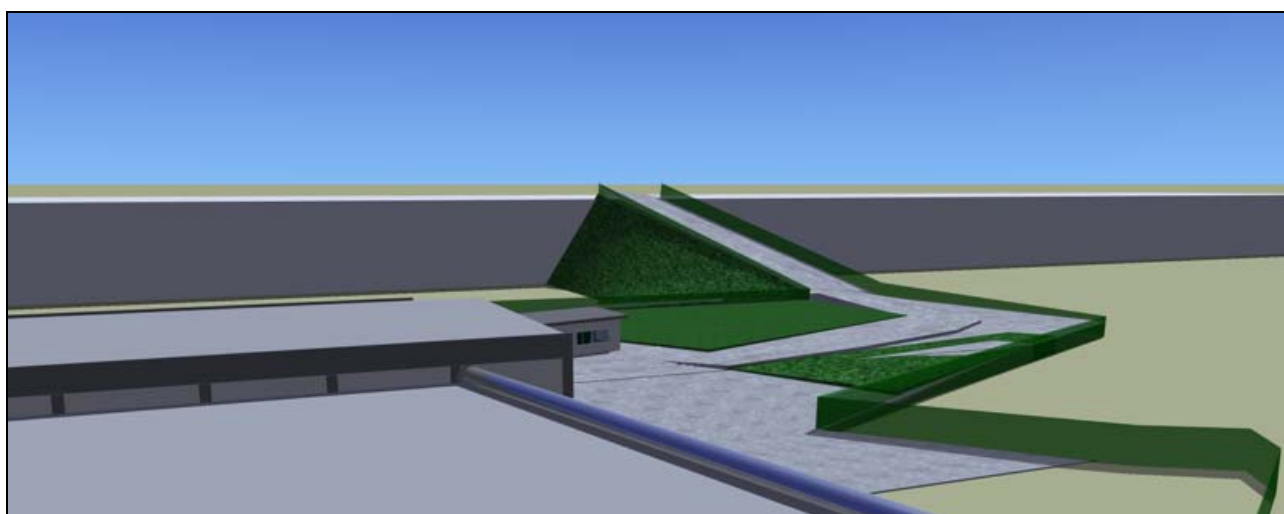


Figura 5: Rendering della sistemazione della strada d'accesso.

2.2. CARATTERISTICHE PROGETTUALI

Il nuovo impianto di compostaggio si avvarrà di strutture ed impianti tecnologici che occuperanno una superficie complessiva di 7.800m² circa che, considerando anche le aree pavimentate ed a servizio della viabilità interna, comprenderanno un'estensione di 2,1ha circa.

Come accennato, le strutture già presenti sul lotto, verranno riutilizzate ed integrate nel progetto.

Oltre alle strutture riutilizzate saranno realizzati capannoni ed impianti tecnologici idonei al corretto svolgimento dell'attività; queste vengono di seguito elencate:

1. Capannone ricezione e trattamento rifiuti;
2. Capannone maturazione;
3. Biocelle;
4. Biofiltro;
5. Tettoia carico ammendanti e triturazione rifiuti ligneocellulosici;
6. Pavimentazioni e sistemi di raccolta acque.



Figura 6: Rendering delle strutture in progetto: 1)Capannone ricezione e trattamento rifiuti; 2)Capannone maturazione; 3) Biocelle; 4) Biofiltro; 5) Tettoia carico ammendanti e triturazione rifiuti ligneocellulosici; 6)Pavimentazioni. Sono riportati gli edifici ristrutturati adibiti ad uffici (7) ed il capannone deposito ammendanti (8).

3. GEOLOGIA REGIONALE

L'assetto attuale del settore abruzzese è il risultato di differenti domini paleogeografici meso-cenozoici marini successivamente modificati strutturalmente e rimodellati dalla tettonica, dal sollevamento pliocenico-quadernario e da una serie di processi morfologici.

In generale tale settore è caratterizzato dalla presenza di diverse unità paleogeografico-strutturali che risultano incorporate nel sistema catena-avanfossa-avampaese. Risulta ben distinguibile una migrazione temporale e spaziale degli sforzi compressivi dai settori occidentali a quelli orientali (Bally et alii, 1986; Mostardini & Merlini, 1986; Patacca & Scandone, 1989; Boccaletti et alii, 1990; Patacca et alii, 1992; Casero et alii, 1992; Cipollari & Cosentino, 1992, 1995), accompagnati e spesso seguiti, a partire dal Miocene superiore, da una tettonica di natura distensiva che ha riattivato le preesistenti discontinuità di natura compressiva, non ancora ultimata (La Vecchia et alii, 1984; Bally et alii, 1986; La Vecchia, 1988) e da una componente trascorrente a luoghi molto pronunciata (Salvini & Tozzi, 1988; Alfonsi et alii, 1991; Corrado et alii, 1992; Salvini, 1992; Calamita & Pizzi, 1994; Ghisetti et alii, 1993; Montone & Salvini, 1993; Keller et alii, 1994; Miccadei e Parotto, 1999).

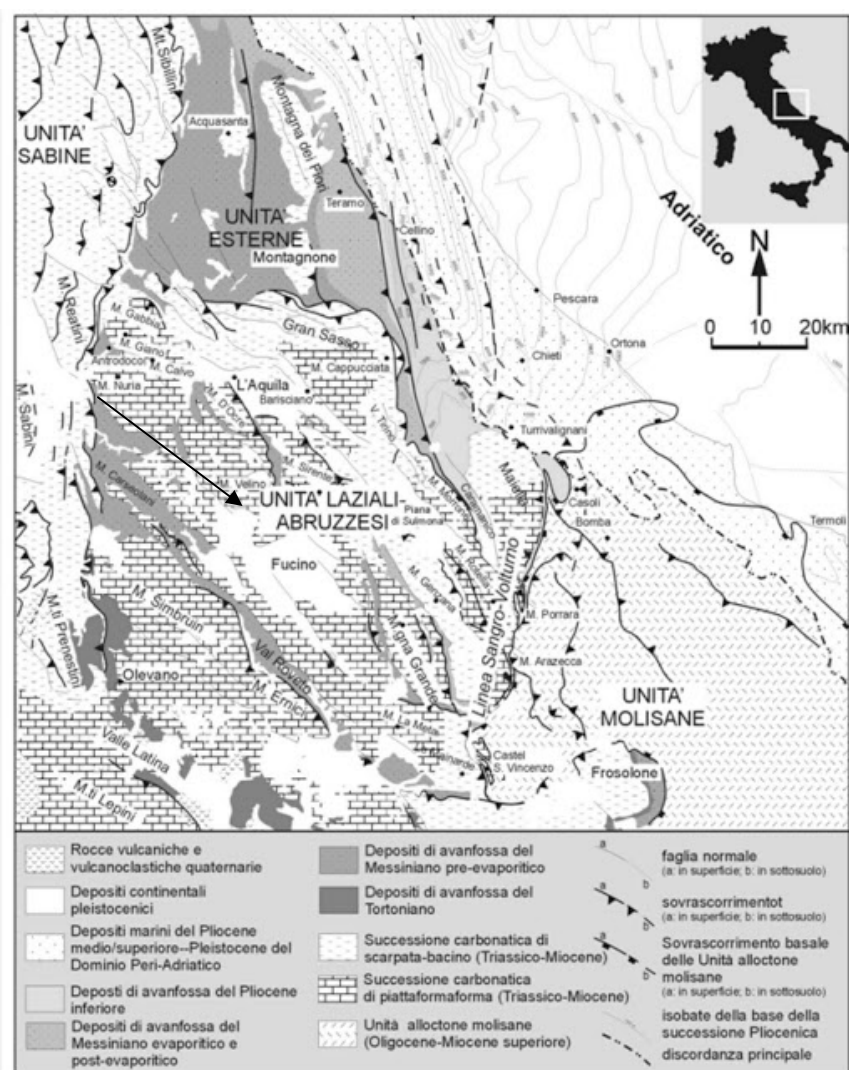


Figura 7: Schema strutturale dell'Appennino centrale esterno (da Calamita et alii, 2004). La freccia indica il sito d'interesse.

Sinteticamente si può affermare che questo settore di catena appenninica è caratterizzato

da facies di piattaforma carbonatica. La maggior parte delle successioni stratigrafiche passa verso l'alto, dopo lo sviluppo di facies marnose di spessore esiguo, a depositi di avanfossa in facies di flysch silicoclastico (Parotto & Pratlun, 1975; Accordi et alii, 1988), a cui si sono sovrapposti depositi quaternari sia continentali sia marini di spessore significativo.

Le unità paleogeografico-strutturali sono (da W verso E): la Piattaforma carbonatica Laziale - Abruzzese, la Piattaforma carbonatica Abruzzese Esterna, la Piattaforma carbonatica Apula Deformata (a cui appartiene la Montagna della Maiella); interposti a tali domini, sono presenti anche i Bacini esterni (Pratlun, 1993)

Piattaforma carbonatica Laziale Abruzzese: Appartenenti a tale unità paleogeografica (e più in generale ad un sistema deposizionale di piattaforma carbonatica generico) possiamo distinguere due diversi tipi di facies associati ad altrettanti subsistemi a sedimentazione carbonatica:

- facies di piattaforma carbonatica di tipo bahamiano dal Trias superiore al Cretacico superiore, e facies di rampa carbonatica fino al Miocene medio, con le relative facies marginali riconoscibili nell'area Velino - Monti d'Ocre, Sirente, Montagna Grande, Matese.

- facies di piattaforma carbonatica s.s., costituite da litotipi derivanti da deposizione in acque relativamente poco profonde a bassa energia, caratterizzata da una sedimentazione carbonatica fine (facies micritiche);

- facies di margine e di piede di scarpata, di cui i primi sono costituiti da potenti complessi sedimentari biocostruiti e biodetritici, caratterizzati da energia idrodinamica elevata (che assicura un buon ricambio alimentare e abbondante ossigenazione), estremamente sensibili a movimenti tettonici, variazioni eustatiche del livello marino e delle velocità di accumulo dei carbonati; i secondi sono rappresentati da facies pelagiche ed emipelagiche costituite prevalentemente da litotipi fangosi che si alternano a facies detritiche e bioclastiche provenienti dalle aree di piattaforma e di margine.

3.1. ASSETTO GEOLOGICO LOCALE

L'areale in esame ricade ai piedi del versante carbonatico che sovrasta l'abitato di Massa d'Albe, che culmina con l'allineamento di tre cime comprese tra i 1.326m slm ed i 1.250m slm che decrescono da NW verso SE.

La profonda fagliatura dei massicci carbonatici ha favorito l'instaurarsi di linee di debolezza del substrato litoide, che hanno permesso la formazione di incisioni fluviali, con trasporto verso valle dei detriti erosi, con la formazione di estese conoidi alluvionali.

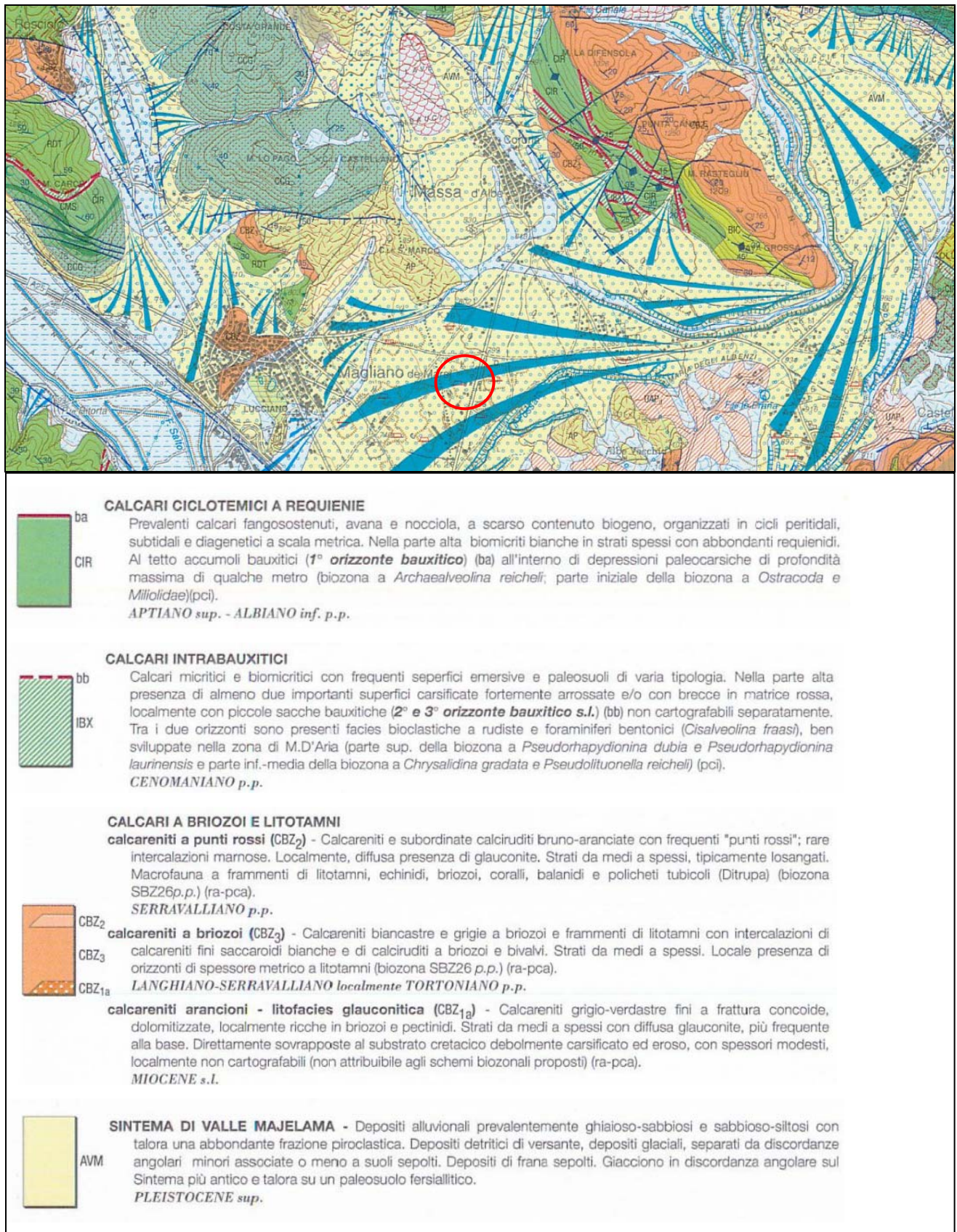


Figura 8: Carta Geologica d'Abruzzo alla scala 1:50.000 dal progetto CARG.

Il sito in progetto ricade appunto nella fascia occupata dai depositi di conoide alluvionale, derivanti dall'azione erosiva e di trasporto dei versanti circostanti, dove appunto si sono insediate

numerose attività estrattive di ghiaia.

4. TOPOGRAFIA

Gli elementi morfologici e topografici del sito in esame sono caratterizzati da forme sub pianeggianti, prive di segni premonitori di instabilità potenziale od in atto.

Il sito si colloca ad un quota di 760m slm, circa.

Le superfici, data la peculiare collocazione morfologica, risultano debolmente degradanti verso sud, e le forme principali del paesaggio sono quelle connesse con l'attività estrattiva.

Si tratta di superfici sub verticali con altezze decametriche, che bordano i limiti delle attività estrattive.



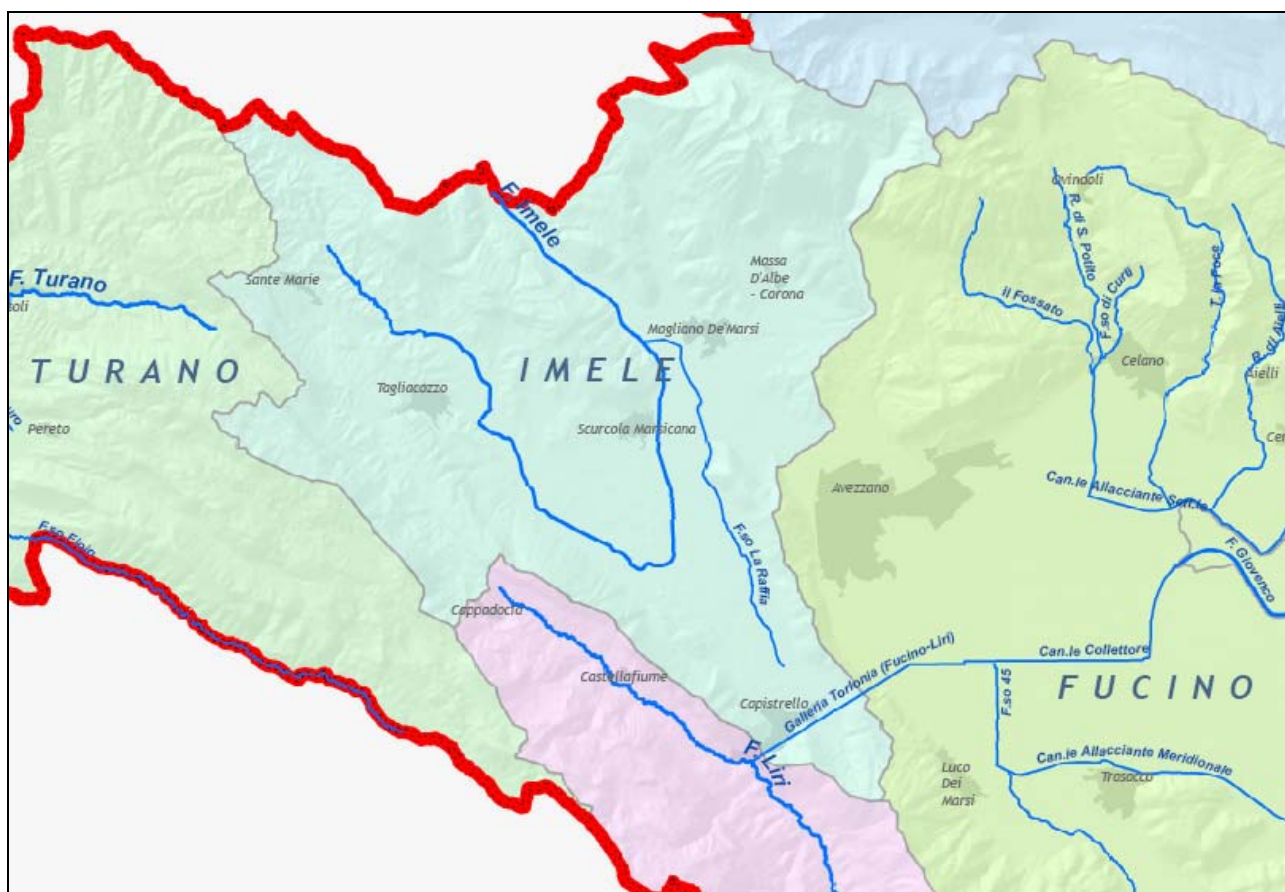
Figura 9: Morfologia antropizzata dell'area.

5. IDROLOGIA ED IDROGEOLOGIA

5.1. IDROLOGIA

L'area di pertinenza rientra nel bacino Idrografico del Fiume Tevere ed in particolare nel sottobacino del Fiume Imele che defluisce ad ovest di Magliano dei Marsi ad una distanza minima

L'Imele (*Himella* in latino) è un fiume dell'Abruzzo che, nascendo nell'area di Verrecchie in provincia dell'Aquila, segue successivamente un percorso sotterraneo per poi riemergere presso Tagliacozzo. In comune di Scurcola Marsicana si mescola con la Raffia divenendo Salto, tributario del Velino, il principale subaffluente del Tevere.



L'areale rientra nella cartografia di piano, nell'elemento PB 44, dove si registrano situazioni di rischio solamente nella zona di confluenza del F.Salto con il F. Imele.

Pagina 13 di 28

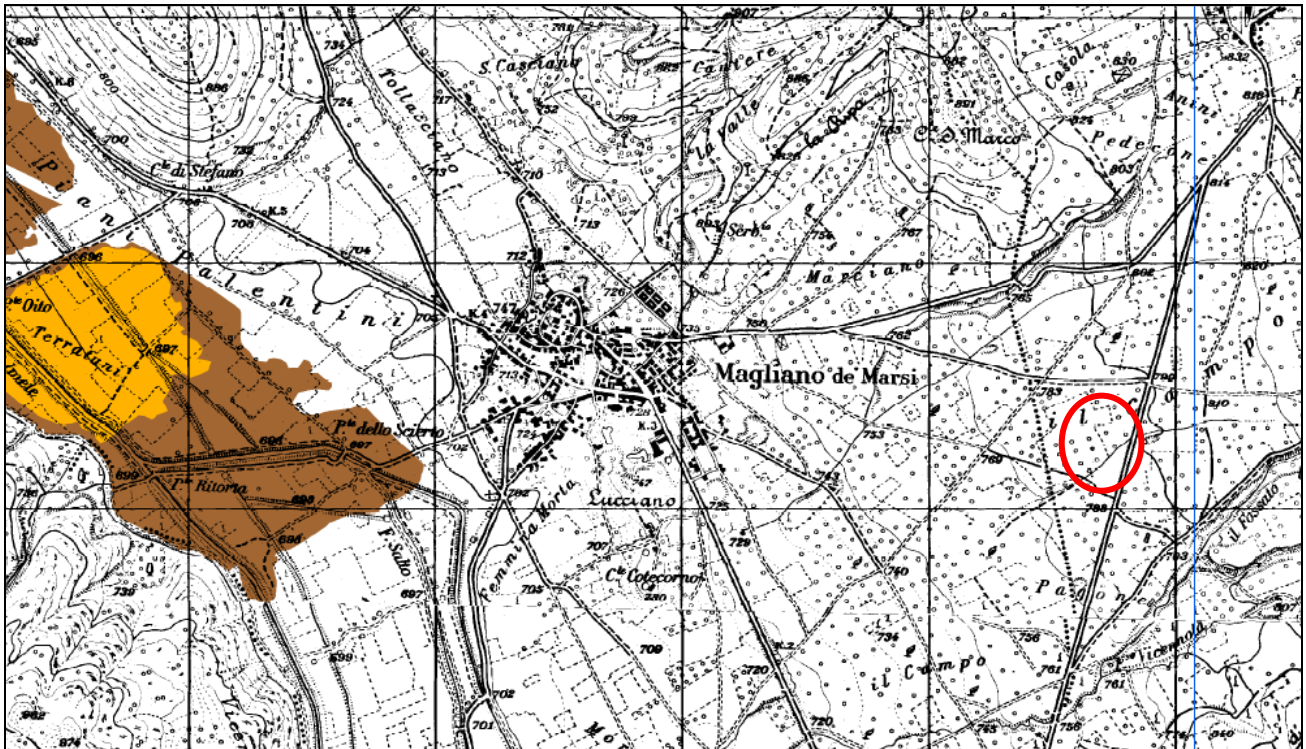


Figura 11: PAI Tevere con situazioni di rischio idraulico. L'area d'intervento (cerchio rosso) non rientra in aree esondabili.

A causa della natura litologica dei materiali affioranti, caratterizzata da elevata permeabilità primaria, nelle zone in esame non vi sono corpi idrici superficiali significativi.

Lo studio condotto sull'ambiente idrico circostante ha portato alle seguenti conclusioni:

- Non è stata rilevata la presenza di corsi di acqua superficiali nell'area intorno all'impianto. Solo a distanze superiori ai 2 km si rilevano alcune realtà di corsi superficiali, o ritenuti tali perché presenti nell'Elenco dei corsi di acqua della Provincia di L'Aquila:
- Fiume Imele, nel Comune di scurcola Marsicana, oltre il centro della frazione di Cappelle dei Marsi posto a sud dell'impianto, ad una distanza superiore ai 3300 metri linea d'aria;
- Il Vecchio Alveo del Fiume Imele, anch'esso a sud dell'area di impianto e distante oltre i 3.500 metri;
- Il Fosso del Vallone di Peschio Cervaro, nel Comune di Avezzano in direzione est rispetto l'area di impianto che sviluppa le proprie acque a ridosso del Monte Cervaro, e che dista oltre 4500 metri;
- Il Vallone Maielana e il Bicchiero (o "Bicchero"), che si sviluppa a nord, a oltre 8000 metri dall'area di impianto, ad una altitudine di circa 1700 mslm. Ad esso recapitano

le acque del Monte Bicchero e del versante ovest dei Monti della Magnola. Scende a valle, verso la frazione di Forme nel Comune di Massa d'Albe. Il suo percorso si perde più a Valle in direzione Massa d'Albe nella zona "Campo Frontone" ad una distanza minima di 2000 metri dall'area di impianto.

- Il Vallone Lama, che si sviluppa a nord di Massa d'Albe, nasce a quote comprese tra il 1610 e i 1390 mslm, ad una distanza di circa 4500 metri. Esso scende a ovest del centro di Massa d'albe, e le sue tracce si perdono in zona Lave a distanza di circa 3500 m. Si trova più a valle il percorso di un Fosso che, volendo ipotizzare per motivi precauzionali che fosse il continuo del Vallone Lave (anche se non è possibile affermare che esso continui il suo percorso oltre il Vallone Lave), segue verso Magliano dè Marsi, oltre la strada che congiunge i Comuni di Magliano dè Marsi e Massa d'Albe. La sua distanza minima dall'impianto è di 750 metri in linea d'aria.

Durante i sopralluoghi eseguiti, è stata trovata presenza di acqua solamente nel percorso del Fiume Imele.

L'ambiente idrico superficiale descritto rappresenta corsi di acqua abbastanza distanti dall'area di intervento. I terreni dell'area di intervento e di tutta l'area circostante sono caratterizzati da una buona permeabilità in virtù della loro natura ghiaiosa che si estende per molti metri sotto il piano campagna. La presenza di uno strato molto potente di ghiaie provoca la infiltrazione delle acque in profondità, senza dare possibilità di sviluppo di un reticolo idrografico gerarchizzato.

Nell'area in esame, a oltre 500 metri in direzione est è stato individuato un Fosso denominato "Il Fossato" (vedi Tav. 18 AMB). Esso non è contemplato nell'elenco dei corsi d'acqua della Provincia di L'Aquila. Al fossato recapitano le acque di pioggia scolanti dai rilievi collinari dell'area di Alba Fucens. Il Fossato è quasi sempre asciutto, anche in inverno.



Figura 12: Particolare dell'alveo del Fossato poco a valle dell'area di pertinenza.

5.2. IDROGEOLOGIA

Il Piano Tutela delle Acque della Regione Abruzzo, per il bacino dell'Imele recita: *"Nell'ambito del bacino idrografico del Fiume Imele non sono presenti corpi idrici sotterranei di interesse"*.

A livello idrogeologico regionale l'area in esame si colloca nei settori meridionali dell'unità idrogeologica Sirente – Velino.

Il sistema idrogeologico si inquadra nella situazione tipica dell'Appennino centrale, caratterizzata da importanti ed estesi acquiferi regionali, costituiti dalle dorsali carbonatiche, circondate da cinture di materiali meno permeabili, che fungono da limite di permeabilità basale (Boni et alii, 1986; Celico, 1983). I litotipi che costituiscono tali limiti sono rappresentati in linea generale da due diversi tipi di sedimenti:

- i sedimenti sinorogenici terrigeni (flysch), che essendo caratterizzati da una permeabilità molto bassa rappresentano dei limiti a flusso nullo e quindi non interagiscono con le falde regionali carbonato-carsiche contenute nei massicci montuosi;
- i sedimenti plio-quadernari continentali, che hanno riempito le depressioni determinate dall'attività tettonica recente oppure che costituiscono i depositi alluvionali dei corsi d'acqua. In questo caso, la permeabilità relativa dei sedimenti alluvionali quadernari può influenzare l'idrodinamica sotterranea, permettendo scambi idrici sotterranei tra acquiferi carbonatici e falde

multistrato dei depositi quaternari, che in genere ricevono apporti idrici sotterranei dai rilievi montuosi.

Gli importanti acquiferi carbonatici, permeabili per fessurazione e carsismo, sono alimentati direttamente dalle precipitazioni, sotto forma di infiltrazione efficace, con aliquote molto elevate, corrispondenti a circa il 70% del totale degli afflussi. Questi importanti acquiferi vengono generalmente drenati alla base da alcune sorgenti, caratterizzate da portate elevate (spesso maggiori di 1 m³/s), regime di portata abbastanza stabile e assenza di caratteri morfologici carsici in prossimità delle emergenze.

I gruppi sorgivi più importanti, localizzati al margine delle strutture carbonatiche, che vengono alimentati in prevalenza dal sistema idrogeologico del Sirente, sono Fontana Grande-S.Francesco (Celano), Forma Grande-Lago del Barone (Molina Aterno), la sorgente lineare dell'Aterno (gole di S.Venanzio) e Rio Pago (Ovindoli-S.Potito), l'unica appartenente al sistema del Velino (settore della Magnola). Va considerata a parte l'importante risorgenza carsica di Stiffe, come detto connessa ad un inghiottitoio carsico.

Spesso però, sorgenti di portata limitata si osservano ai margini dei rilievi carbonatici o nelle zone pianeggianti interne ai massicci, o ancora nelle piane alluvionali stesse. Quest'ultima categoria di sorgenti è molto diffusa e rappresenta una risorsa idrica strategica, soprattutto in aree montane, tanto da essere oggetto di sfruttamento intenso, sia a scopo idropotabile che civile e agro-zootecnico.

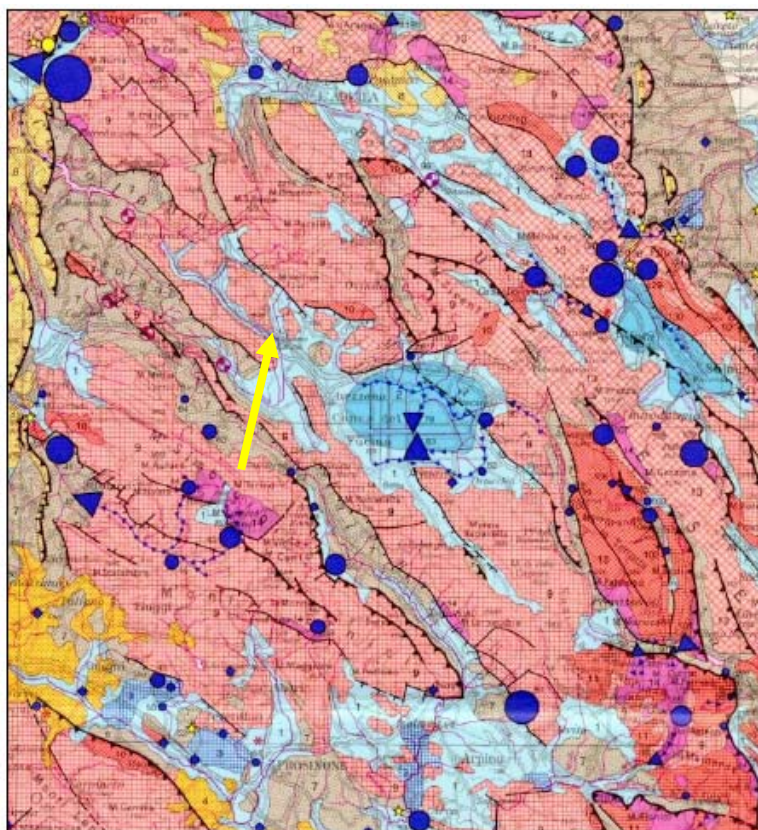


Figura 13: Carta Idogeologica dell'Italia Centrale (Boni et. Alii). La freccia gialla indica l'area di pertinenza. Le portate delle sorgenti sono proporzionali al diametro del cerchio. Legenda: 1) Complesso dei depositi detritici di limitato spessore; 2) Complesso dei depositi detritici di notevole spessore; 9) Complesso di piattaforma carbonatica; 10) Complesso di margine della piattaforma carbonatica; 11) Complesso dei depositi di scarpata; 14) Complesso dolomitico. Cerchi blu: Sorgenti s.s. ("puntuali"); Triangoli blu: Sorgenti "lineari"; Cerchi blu con croce esterna: pozzi.

Dal punto di vista idrogeologico locale, l'area ricade sul complesso idrogeologico detritico, caratterizzato da elevata permeabilità, posto alla base del complesso calcareo del Monte Velino.

In tale situazione litostratigrafica, il complesso detritico dovrebbe fungere da aquitardo nei confronti del massiccio calcareo e favorire la presenza di sorgenti al contatto con sedimenti meno permeabili disposti più a valle.

Come si evince dalla carta sopra riportata, però, nell'area in esame non sono presenti sorgenti importanti anche a causa della preferenziale direzione di deflusso sotterraneo delle acque circolanti all'interno del massiccio del Velino, che trovano recapito nei quadranti nordoccidentali e sudorientali della struttura.

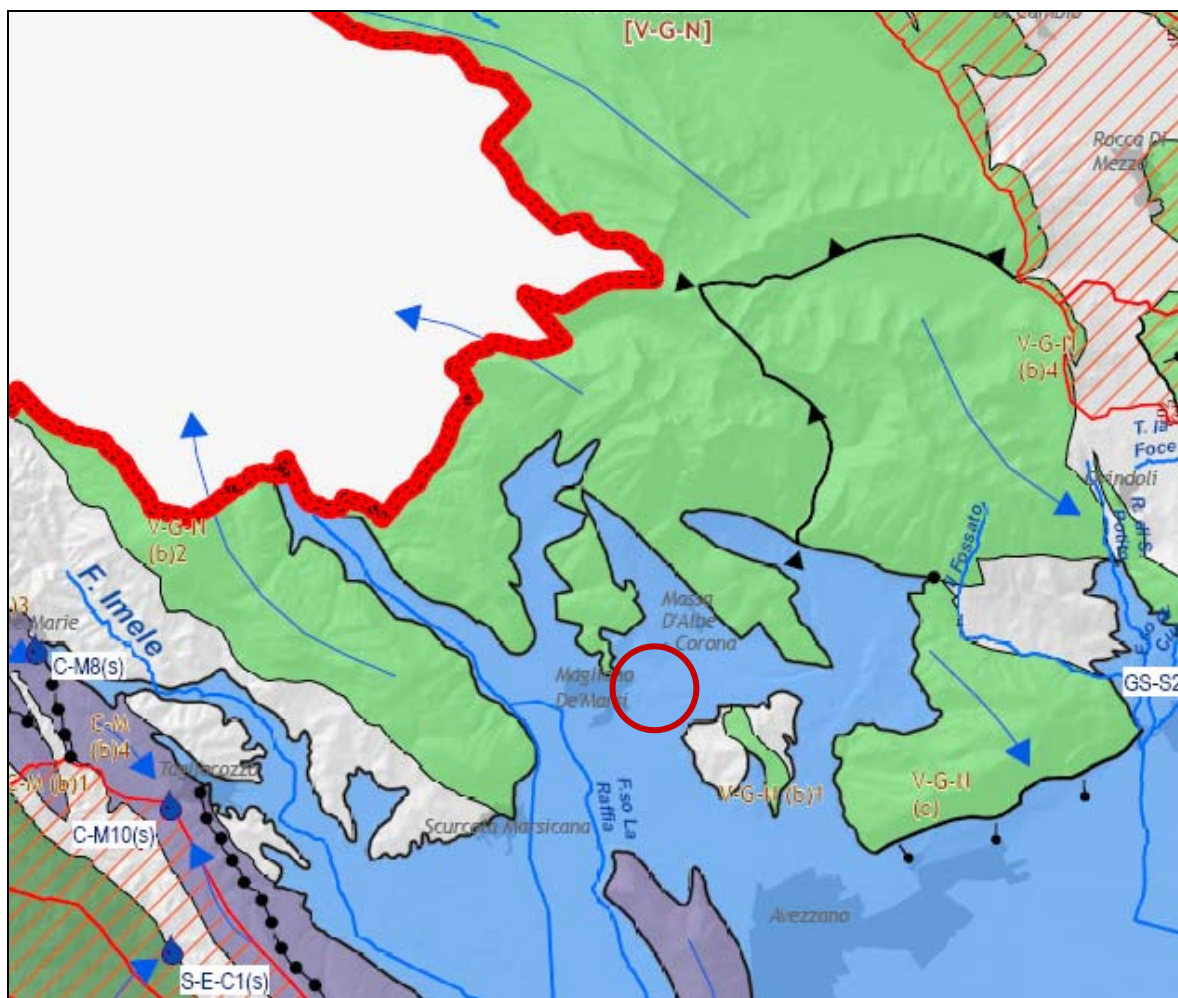


Figura 14: Carta Idrogeologica del Piano Tutela Acque Regione Abruzzo. Il verde rappresenta gli acquiferi carbonatici, il celeste i depositi detritici ed alluvionali (l'area in esame è caratterizzata da detritici), le frecce indicano le direzioni di deflusso sotterraneo delle acque, il cerchio rosso l'area di pertinenza.

La situazione idrogeologica è stata definita puntualmente nel corso della campagna indagini realizzata nel marzo 2013 al fine di investigare in maniera esaustiva gli orizzonti di terreno costituenti il substrato tecnico; sono state eseguite 3 terebrazioni (S1, S2, S3) spinte fino ad una profondità di 30m dal p.c. di cui una (S2) è stata attrezzata a piezometro per verificare l'effettiva soggiacenza della falda ed escludere l'interazione della stessa con le future fondazioni dei fabbricati.

Le perforazioni hanno testimoniato una situazione stratigrafica sufficientemente uniforme che vede la presenza di un orizzonte ghiaioso-sabbioso con potenza di 12m circa, sovrapposto ad un livello di 6m circa di argille consistenti (p.p. fino a 5 Kg/cm²), per poi ritrovare orizzonti ghiaioso-sabbiosi fino a fondo foro.

Il piezometro installato in S2 ha palesato l'assenza di falda almeno fino alla profondità di 13m dal p.c. Si è preferito non mettere in comunicazione i due livelli ghiaiosi, inserendo il piezometro per tutti i 30m di verticale, dove comunque non era stata riscontrata la presenza di

falda fino a fondo foro.

6. GEOTECNICA

6.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Le caratteristiche geotecniche dei terreni sono state determinate in base a ricerche bibliografiche, il rilevamento di superficie e tramite 3 sondaggi a rotazione e spinti fino ad una profondità di 20 m dall'originario p.c. nel corso dello studio eseguito dal Dott. Geol. Donato Letta nel 2003.

Essendo stato rimosso gran parte dell'orizzonte investigato con le perforazioni, a causa delle operazioni di coltivazione della cava, nel mese di Dicembre del 2012 è stato eseguito un pozzetto geognostico per investigare il substrato tecnico del costruendo manufatto.

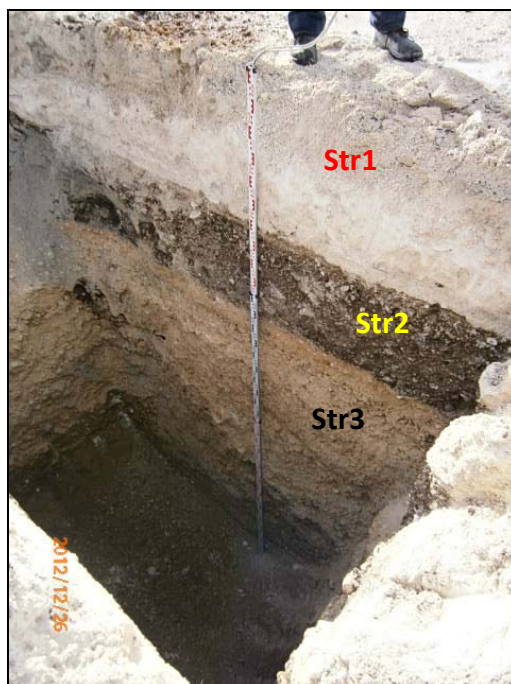


Figura 15: Sezione del pozzetto geognostico realizzato.

La stratigrafia dell'investigazione ha testimoniato come, al di sotto di circa 50cm di ghiaia sabbiosa (Str1) e di 50cm di ghiaia in terreno limo sabbioso alterato (Str2) si sia incontrato un orizzonte continuo di ghiaia in matrice sabbioso limosa e limoso argillosa, con la componente ghiaiosa prevalente (Str3).

Al fine di investigare in maniera esaustiva gli orizzonti di terreno costituenti il substrato tecnico, sono state eseguite 3 terebrazioni (S1, S2, S3) spinte fino ad una profondità di 30m dal p.c. di cui una (S2) è stata attrezzata a piezometro per verificare l'effettiva soggiacenza della falda

ed escludere l'interazione della stessa con le future fondazioni dei fabbricati.

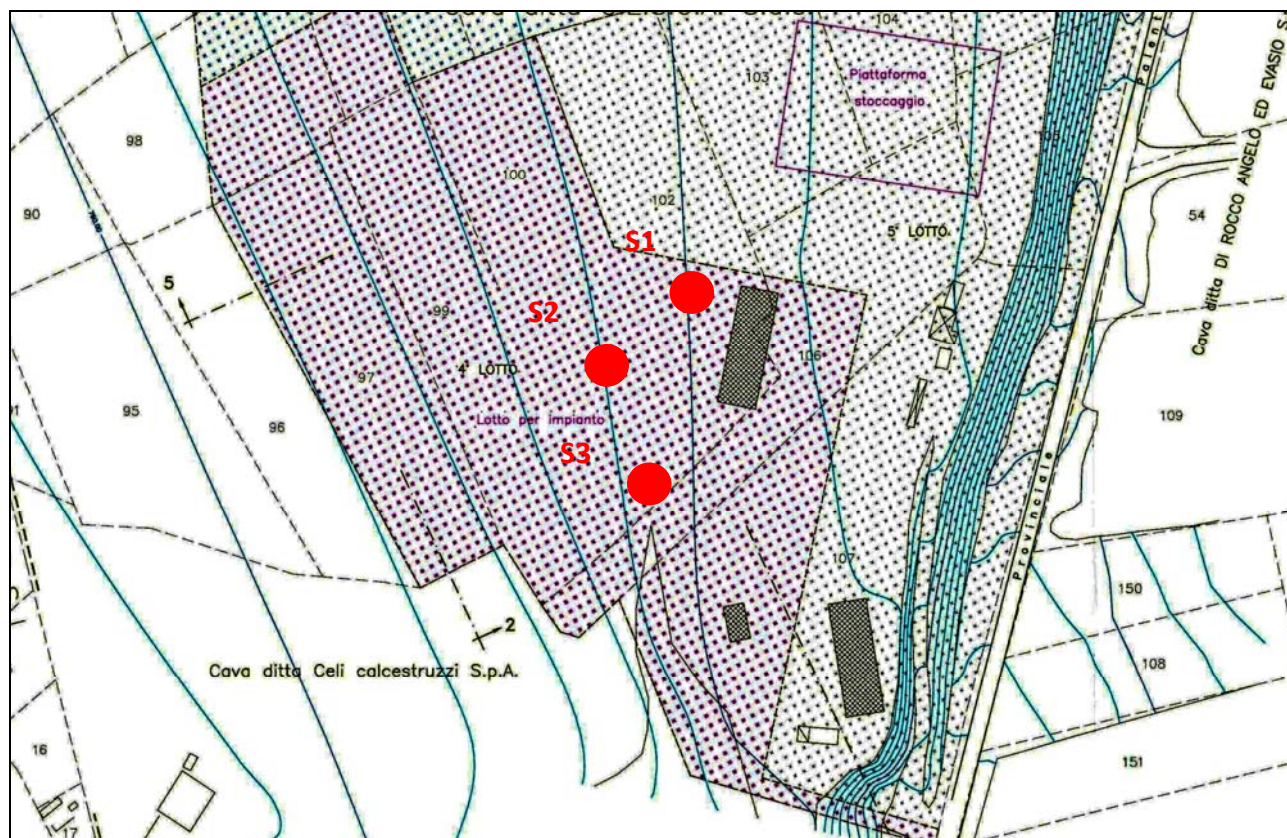


Figura 16: Ubicazione dei fori di sondaggio

Le perforazioni hanno testimoniato una situazione stratigrafica sufficientemente uniforme che vede la presenza di un orizzonte ghiaioso-sabbioso con potenza di 12m circa, sovrapposto ad un livello di 6m circa di argille consistenti (p.p. fino a 5 Kg/cm²), per poi ritrovare orizzonti ghiaioso-sabbiosi fino a fondo foro.

Sui materiali grossolani si è reso difficile il prelievo di campioni indisturbati ed anche le semplici prove in foro eseguite (SPT) non possono restituire valori uniformi a causa della presenza di ciottoli anche di notevoli dimensioni.

Tenendo conto anche delle verifiche fatte in occasione dello studio del 2003, possono conservativamente essere riportati i seguenti parametri geotecnici, inerentemente al primo orizzonte ghiaioso di 12m che costituirà il substrato tecnico di riferimento:

$$C' = 0,0 \text{ t/mq}$$

$$\Phi' = 30^\circ$$

$$\gamma = 1,8 \text{ t/mc}$$

Il piezometro installato in S2 ha palesato l'assenza di falda almeno fino alla profondità di 13m dal p.c. Si è preferito non mettere in comunicazione i due livelli ghiaiosi, inserendo il

piezometro per tutti i 30m di verticale.

Tutte le informazioni relative alla campagna indagini sono contenute all'interno dell'allegato 1 "Quaderno Indagini"

6.2. SISMICITÀ DELL'AREA

Le Norme Tecniche per le costruzioni (NTC DM 14/01/2008) adottano un approccio prestazionale alla progettazione delle strutture nuove e alla verifica di quelle esistenti. Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione. L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A, NTC-2008).

Con le NTC-08, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio "sito dipendente" e non più tramite un criterio "zona dipendente". La *pericolosità sismica di base* costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. In un generico sito, essa va resa compatibile con le NTC e dotata di un sufficiente livello di dettaglio, sia in termini geografici che in termini temporali; tali condizioni possono ritenersi soddisfatte se i risultati dello studio di pericolosità sono forniti:

- in termini di valori di accelerazione orizzontale massima *ag* e dei parametri che permettono di definire gli spettri di risposta;
- in corrispondenza dei punti di un reticolo (*reticolo di riferimento di 10571 punti*) i cui nodi sono sufficientemente vicini fra loro (non distano più di 10 km);
- per diverse probabilità di superamento in 50 anni e diversi periodi di ritorno TR ricadenti in un *intervallo di riferimento* compreso tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

L'azione sismica così individuata viene successivamente variata per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni stratigrafiche del sottosuolo di costruzione e dalla morfologia della superficie. Tali modifiche caratterizzano la risposta sismica locale.

Le azioni di progetto si ricavano dalle accelerazioni *ag* e dalle relative forme spettrali. Le forme spettrali previste dalle NTC sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri, che si ricavano mediante uno specifico software freeware della Geostru Srl :

- *ag* accelerazione orizzontale massima del terreno (pericolosità sismica);
- *Fo* valore max del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante (plateau) dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento VR della costruzione,
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento PVR associate a ciascuno degli stati limite considerati (§ 3.2.1 NTC), per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

Dall'indagine MASW eseguita nel Marzo 2013 dal Dott. Geol. Spaziani, è emerso che al settore in questione può essere assimilato un substrato riconducibile cautelativamente alla categoria di suolo di categoria "B" (§ 3.2.2 NTC 2008), (*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).*). La peculiare conformazione morfologica rientra nella categoria topografica T1, cui corrisponde un valore di amplificazione topografica $S_t = 1,0$.

I certificati d'analisi relativi all'indagine MASW sono riportati nell'All.2.

6.2.1. STORIA SISMICA

Con il D.M. 14/07/1984 sono state individuate le zone sismiche per la Regione Abruzzo. Sulla base di tale classificazione l'intera fascia costiera non era considerata a rischio sismico.

Successivamente la Regione, nell'ambito delle competenze attribuitele dall'art. 94, comma 2, lett. a) del D.L.vo 112/98, ha provveduto all'individuazione, formazione ed aggiornamento dell'elenco delle zone sismiche, sulla base dei criteri generali approvati con Ordinanza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20.03.2003 e dal DM 14.01.2008.

Le norme tecniche approvate individuano, a differenza di quanto disposto precedentemente, quattro zone sismiche di suddivisione del territorio e riportano le norme progettuali e costruttive da adottare nelle singole zone; alla luce di tale nuova classificazione, tutto il territorio Regionale risulta sismico. Ognuna delle 4 classi di sismicità individua un preciso valore di accelerazione orizzontale di picco atteso al suolo (a_g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni secondo i valori mostrati nella tabella successiva.

ZONA SISMICA	ACCELERAZIONE ORIZZONTALE CON PROBABILITA' DI SUPERAMENTO DEL 10% IN 50 ANNI (ag/g)
1	> 0,25
2	0,15 – 0,25
3	0,05 – 0,15
4	< 0,05

Il Comune di Massa d'Albe rientra in Zona Sismica 1 con $a_g > 0,25$. Le relative considerazioni progettuali ed i dimensionamenti delle strutture saranno effettuati tenendo conto di quanto previsto dalle NTC 2008.

Dai dati INGV si riporta la storia sismica del Comune di Massa d'Albe:

Numero di eventi: 10									
Effetti	In occasione del terremoto del:								
Is	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
NF	1899	07	19	13	18	Colli Albani	123	7	5.18
7	1904	02	24	15	53	Marsica	56	9	5.67
4	1913	01	03	13	39	VALLE DEL LIRI	37	6-7	4.83
10	1915	01	13	06	52	AVEZZANO	1040	11	6.99
5	1922	12	29	12	22	SORA	102	7	5.60
5	1933	09	26	03	33	Maiella	326	9	5.68
3	1960	03	14	04	44	MARSICA	40	7	5.17
NF	1961	10	31	13	37	ANTRODOCO	84	8	5.13
4-5	1984	05	07	17	49	Appennino abruzzese	912	8	5.93
5	1997	09	26	09	40	Appennino umbro-march.	869	9	6.05

6.2.2. RISPOSTA SISMICA LOCALE

Parametri di riferimento

(utilizzabili per strutture con periodo fondamentale di vibrazione < 4,0 sec, DM 14/01/2008 punto 3.2.3.2)

Coordinate sito (sessadecimali, datum WGS84) λ_{WGS84} : 13,3869 ϕ_{WGS84} : 42,0905

Categoria di suolo = B

Categoria topografica= T1 Classe d'uso = II

Amplificazione topografica $St = 1,0$ Coefficiente d'uso $Cu = 1,0$

Vita nominale $V_n > 50$ anni (opera ordinaria) Stati limite considerati SLD - SLV

Probabilità di superamento: SLD=63% SLV=10%

Tempo di ritorno (SLD) $Tr = 50$ anni

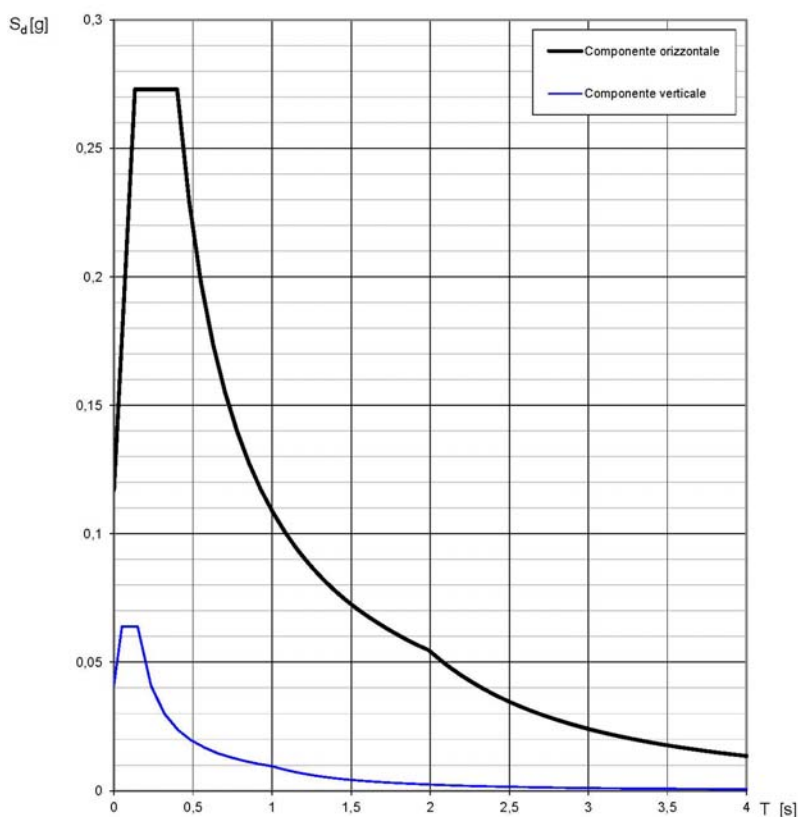
Tempo di ritorno (SLV) $Tr = 475$ anni

Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = 50$ anni

Metodo di interpolazione Media ponderata

Ai sensi della Circolare 617/2009 (Punto C.3.2.3), esplicitiva del DM 14/01/2008, essendo la costruzione de quo di dimensioni limitate, è possibile assumere che il moto sismico sia lo stesso, per tutti i punti sotto la costruzione, trascurando la sua variabilità spaziale.

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



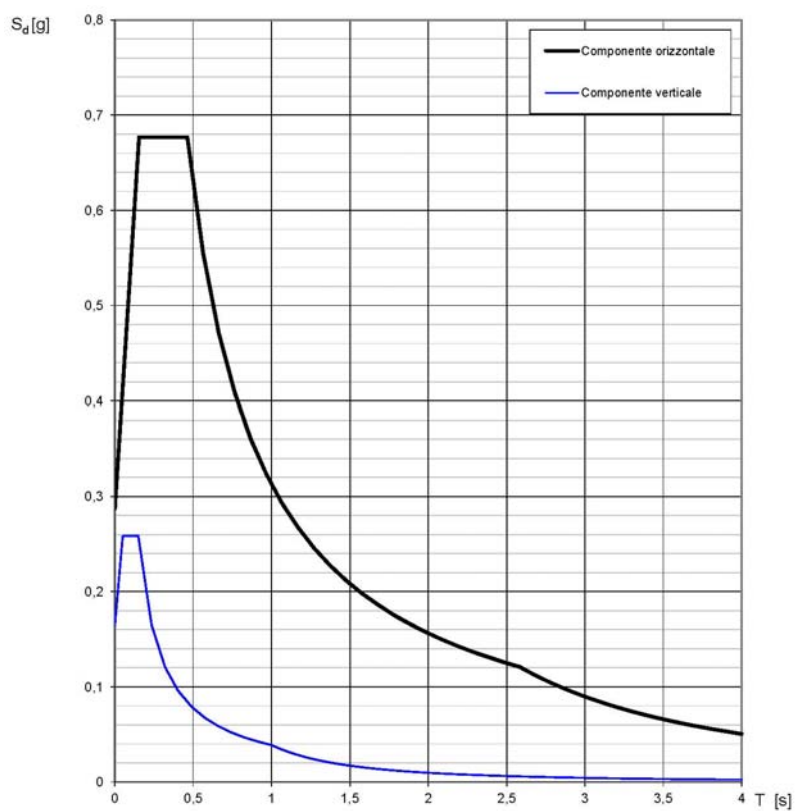
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,097 g
F_o	2,333
T_c^*	0,281 s
S_s	1,200
C_c	1,418
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,133 s
T_C	0,399 s
T_D	1,990 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,246 g
F_o	2,357
T_c^*	0,338 s
S_s	1,168
C_c	1,367
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,168
η	1,000
T_B	0,154 s
T_C	0,462 s
T_D	2,583 s

7. CONCLUSIONI

L'analisi geologico – tecnica, idrogeologica e sismica condotta nel presente studio, ha evidenziato come non si palesino elementi ostativi alla realizzazione del progetto.

Non vi sono infatti situazioni di dissesto idrogeologico, sia esso potenziale od in atto, tali da precludere la realizzazione delle opere.

Il substrato tecnico si dimostra idoneo ad accogliere le strutture in progetto.

Tutto ciò si traduce in un positivo parere di fattibilità geologica.

Avezzano (AQ), Maggio 2013

Il proponente

CESCA di D.Contestabile & C. SAS

Progettisti

Capogruppo	Ing. Massimiliano Il Grande
Studi Ambientali	Ing. Marco Barbieri
Strutture	Ing. Enrico De Cristofaro
Impianti e macc.	Dott. Giorgio Rustichelli
Geologia	Geol. Marco Di Lollo

ALLEGATI

REGIONE ABRUZZO
PROVINCIA DI L'AQUILA

COMUNE DI MASSA D'ALBE

STRATIGRAFIE

Committente:

CESCA S.a.s.

Postazione S1





Sondaggio 1 cassa1



Sondaggio 1 cassa2



Sondaggio 1 cassa3



Sondaggio 1 cassa4

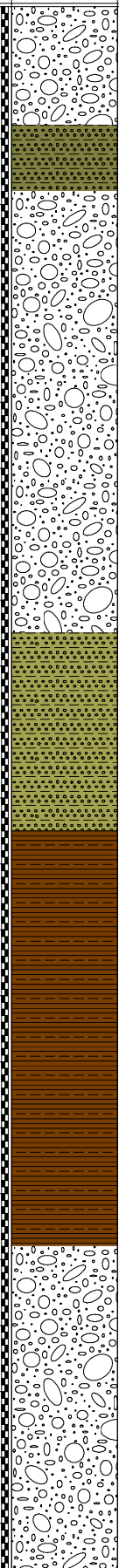
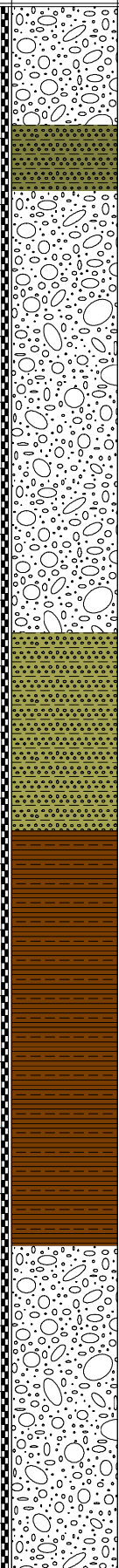
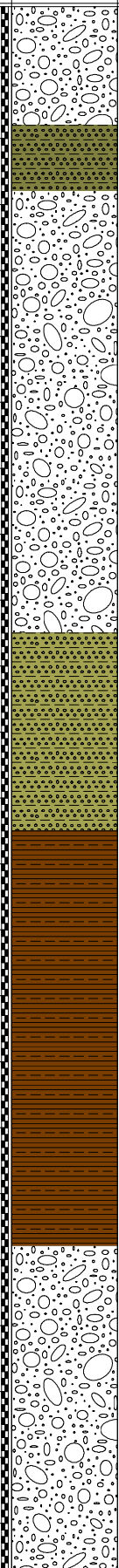
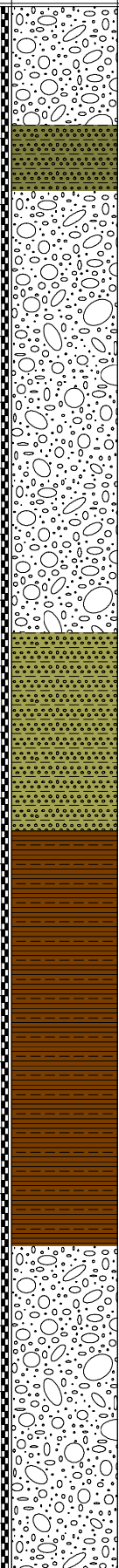
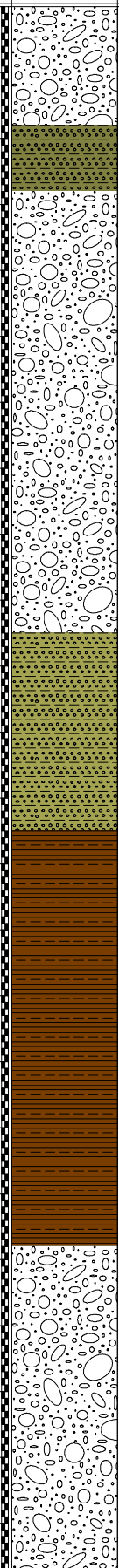
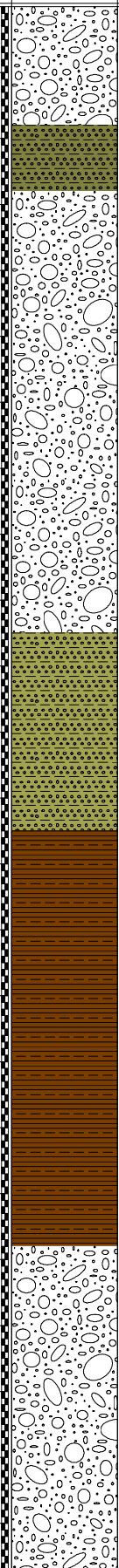
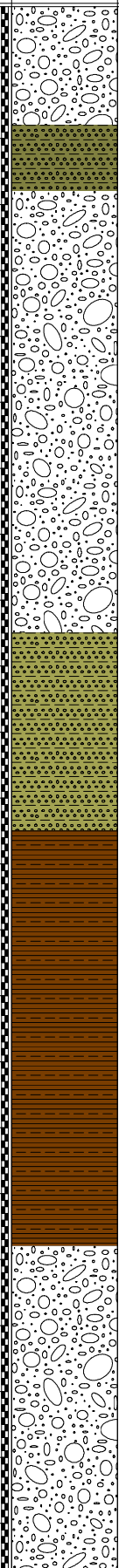
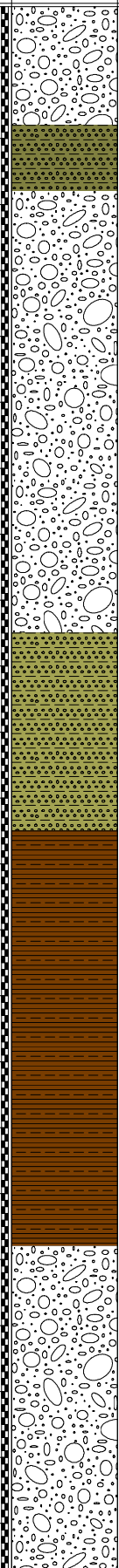
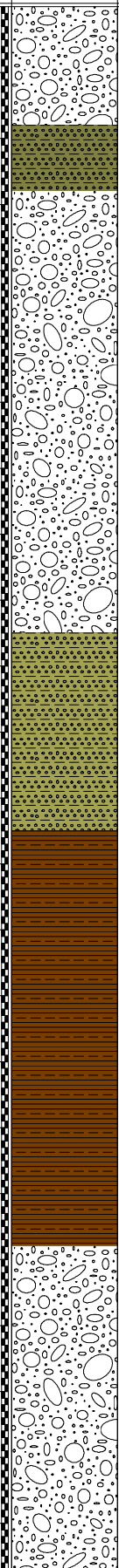
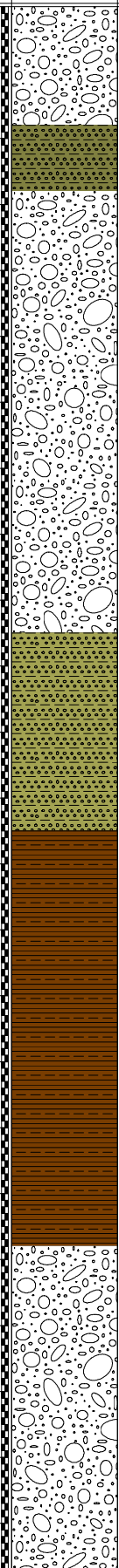
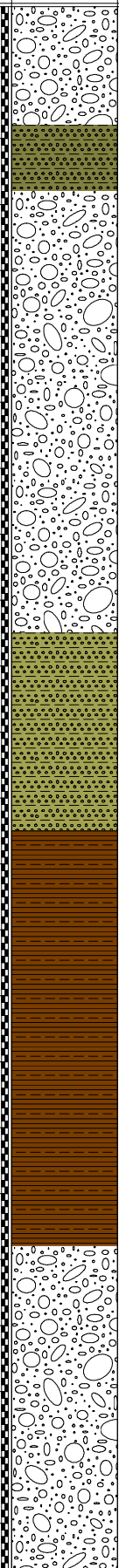
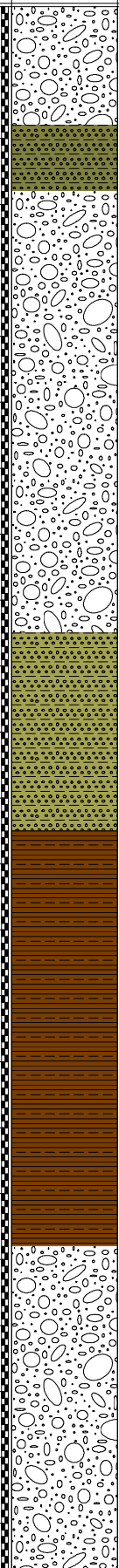
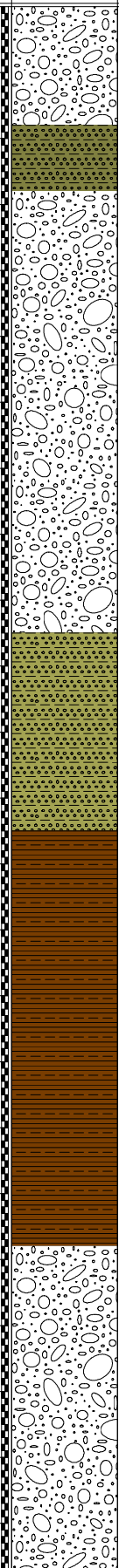
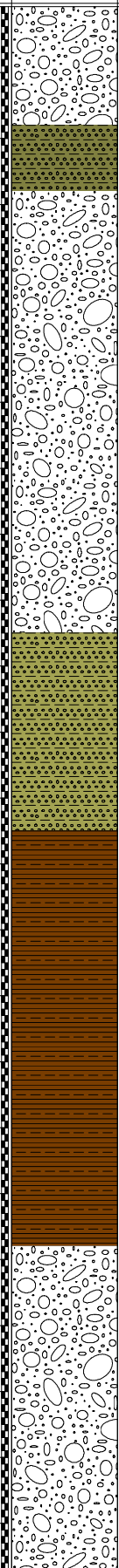
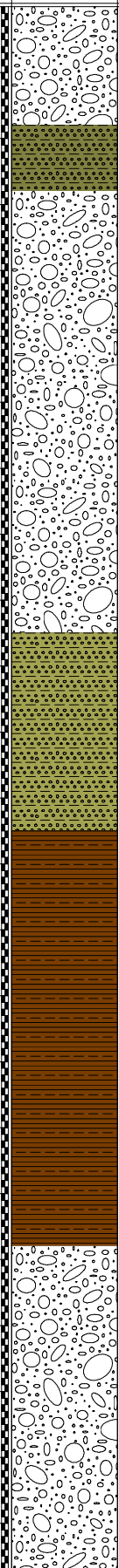
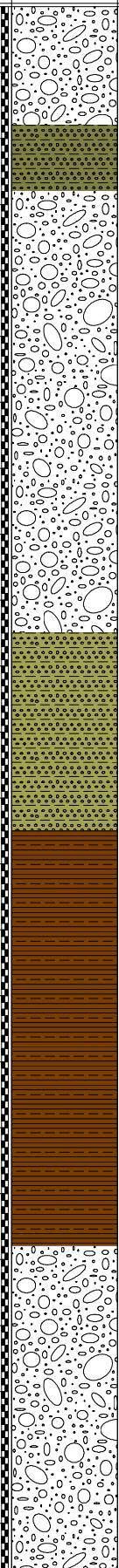
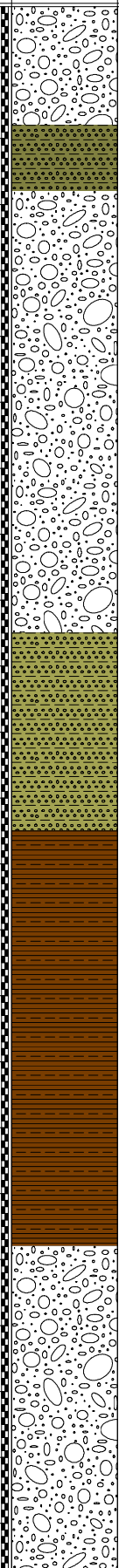
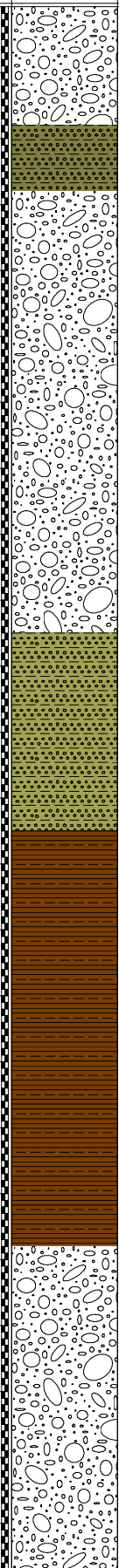
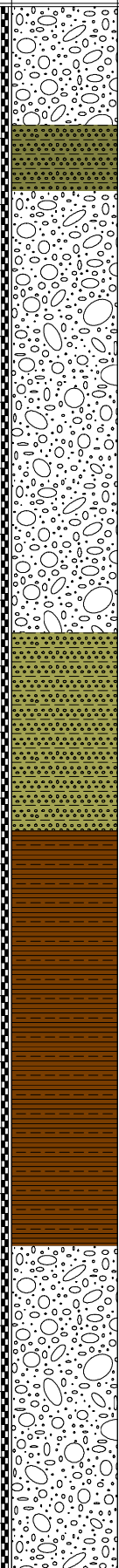
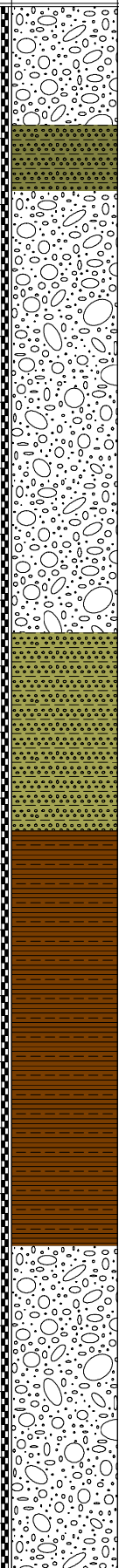
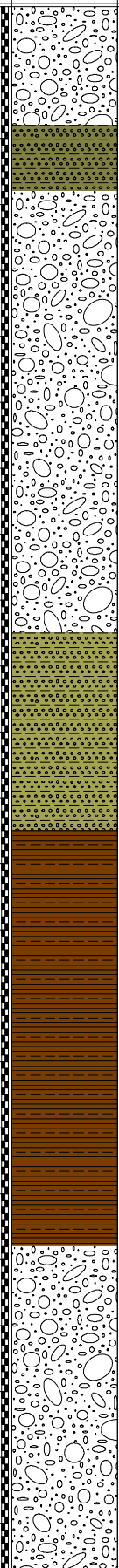
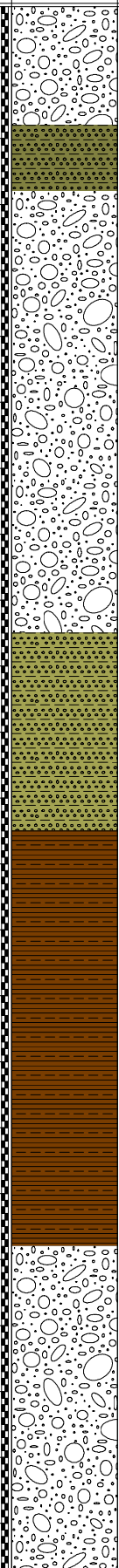
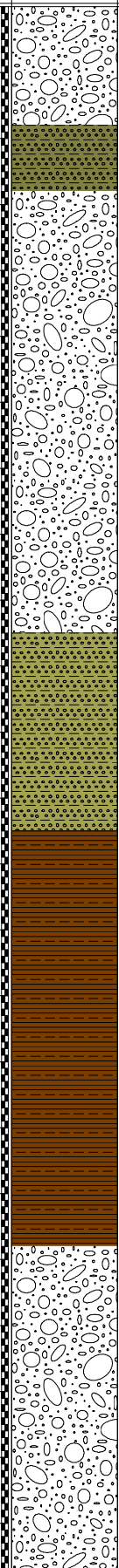
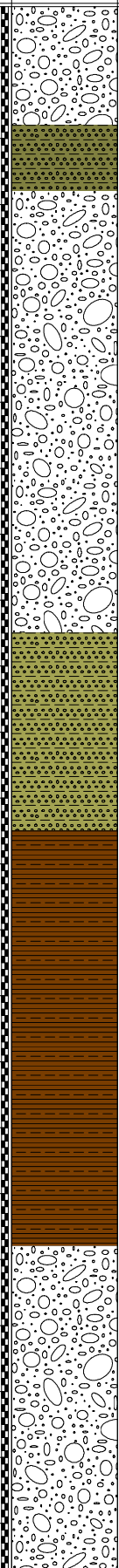


Sondaggio 1 cassa5



Sondaggio 1 cassa6

Riferimento: CESCO di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 1
Località: Comune di Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 25-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
					1										Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, mediamente addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.
					2									1,8	Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, immerse in una matrice limosa, molto addensate (vedi valori S.P.T.), asciutte, nell'insieme sono di colore marrone chiaro.
					3					17-13-24		37		2,8	Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, mediamente addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.
					4										
					5										
					6										
					7										
					8					23-20-26		46			
					9					34-10-50/11cm	Rif			9,5	
					10										Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, immerse in abbondante matrice limosa, molto addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore marrone chiaro sfumante all'ocraceo.
					11										
					12					3-11-22		33		12,5	
					13		3.4								Argilla dura e poco plastica (vedere valori di S.P.T. e Pocket Penetrometer) con tratti decimetrici plastici tra 14,4-14,6m e tra 18-18,5m dal piano campagna. Nell'insieme è poco umida e di colore marrone scuro.
					14		3.2								
					15		3.2								
					16		2								
					17		2.8								
					18		3.8								
					19		5								
					20										
					21										
					22										
					23										
					24									18,8	Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, mediamente addensate, nell'insieme sono di colore avana biancastro.

STRATIGRAFIA - 1

SCALA 1 : 100

Pagina 2/2

Riferimento: CESCO di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 1
Località: Comune di Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 25-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

[illegible]

Postazione S2 Piezometro





Sondaggio2 Pz cassa1



Sondaggio2 Pz cassa2



Sondaggio2 Pz cassa3



Sondaggio2 Pz cassa4



Sondaggio2 Pz cassa5



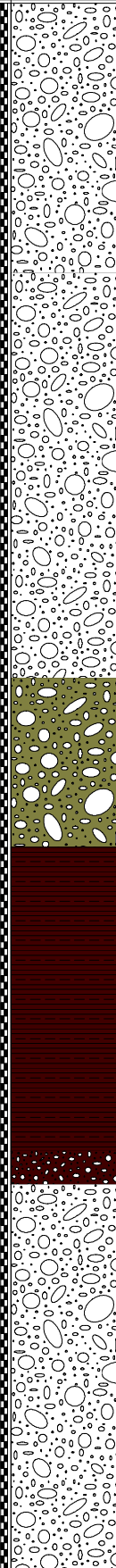
Sondaggio2 Pz cassa6

STRATIGRAFIA - 2

SCALA 1 : 100

Pagina 1/2

Riferimento: CESCO di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 2
Località: Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 28-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

ø mm	R v	A r	A s	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
															<p>Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, immerse in matrice limosa, mediamente addensate (vedere valori di S.P.T.), nell'insieme sono di colore marrone chiaro.</p> <p>Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, addensate (vedere valori di S.P.T.), asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.</p> <p>Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, scarsa presenza di matrice limosa, mediamente addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.</p> <p>Argilla dura e poco plastica (vedere valori di S.P.T.). Nell'insieme è poco umida e di colore marrone scuro brunastro.</p> <p>Livello di argilla con diffusi clasti di sabbie eterodimensionali carbonatiche, mediamente consistente, nell'insieme è di colore marrone.</p> <p>Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, mediamente addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.</p>

STRATIGRAFIA - 2

SCALA 1 : 100

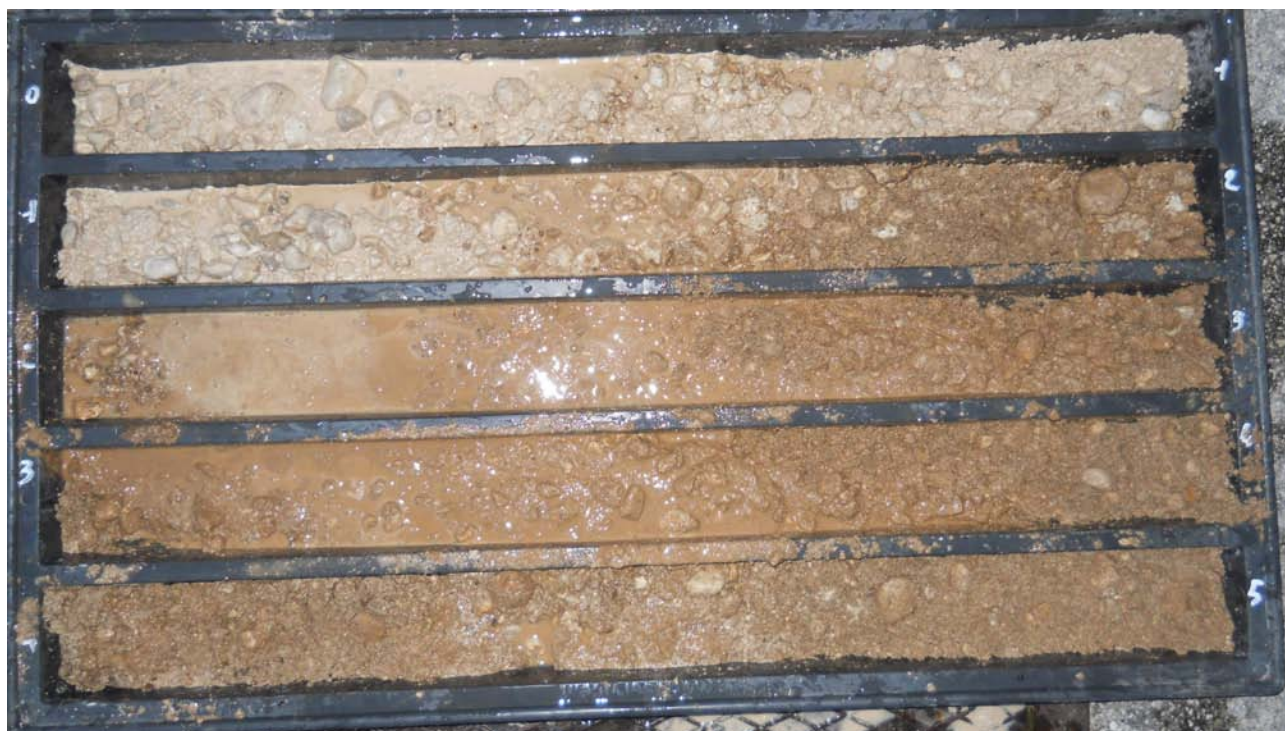
Pagina 2/2

Riferimento: CESCO di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 2
Località: Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 28-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

[illegible]

Postazione S3





Sondaggio3 cassa1



Sondaggio3 cassa2



Sondaggio3 cassa3



Sondaggio3 cassa4



Sondaggio3 cassa5



Sondaggio3 cassa6

STRATIGRAFIA - 3

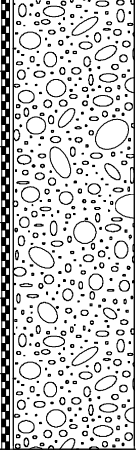
SCALA 1 : 100

Pagina 1/2

Riferimento: CESCÀ di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 3
Località: Comune di Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 29-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

[illegible]

Riferimento: CESCO di Contestabile Domenico & C. s.a.s.	Sondaggio: 3
Località: Comune di Massa d'Albe(AQ)	Quota:
Impresa esecutrice: Giovanni Mariani	Data: 29-03-2013
Coordinate:	Redattore: Dr. Geologo Angelo Spaziani
Perforazione: Carotaggio Continuo	

Ø mm	R v	A r	S	Pz	metri batt.	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. % 0 --- 100	S.P.T.		RQD % 0 --- 100	prof. m	DESCRIZIONE
											S.P.T.	N			
					25										Sabbie e ghiaie di natura carbonatica, ben arrotondate, mediamente addensate, asciutte, nell'insieme sono di colore avana biancastro.
					26										
					27										
					28										
					29										
					30									30.0	

--

Dott. Angelo Spaziani GEOLOGO Albo Geologi Abruzzo Sez. A n°551	Via Fioretta, 37 67100 Loc. Paganica (AQ) C.F. SPZNGL74E28D810I P.iva 01814500664 e-mail: <i>angelo.spaziani@libero.it</i> mobile: 328.84.62.942
--	---

	Data: aprile 2013
	Il committente: CESCA di CONTESTABILE D. & C. S.A.S.
	IL Tecnico
	Il Progettista
Indagine geofisica tramite tecnica MASW	

Easy MASW

La geofisica osserva il comportamento delle onde che si propagano all'interno dei materiali. Un segnale sismico, infatti, si modifica in funzione delle caratteristiche del mezzo che attraversa. Le onde possono essere generate in modo artificiale attraverso l'uso di masse battenti, di scoppi, etc.

Moto del segnale sismico

Il segnale sismico può essere scomposto in più fasi ognuna delle quali identifica il movimento delle particelle investite dalle onde sismiche. Le fasi possono essere:

- **P**-Longitudinale: onda profonda di compressione;
- **S**-Trasversale: onda profonda di taglio;
- **L**-Love: onda di superficie, composta da onde P e S;
- **R**-Rayleigh: onda di superficie composta da un movimento ellittico e retrogrado.

Onde di Rayleigh – “R”

In passato gli studi sulla diffusione delle onde sismiche si sono concentrati sulla propagazione delle onde profonde (P,S) considerando le onde di superficie come un disturbo del segnale sismico da analizzare. Recenti studi hanno consentito di creare dei modelli matematici avanzati per l'analisi delle onde di superficie in mezzi a differente rigidità.

Analisi del segnale con tecnica MASW

Secondo l'ipotesi fondamentale della fisica lineare (Teorema di Fourier) i segnali possono essere rappresentati come la somma di segnali indipendenti, dette armoniche del segnale. Tali armoniche, per analisi monodimensionali, sono funzioni trigonometriche seno e coseno, e si comportano in modo indipendente non interagendo tra di loro. Concentrando l'attenzione su ciascuna componente armonica il risultato finale in analisi lineare risulterà equivalente alla somma dei comportamenti parziali corrispondenti alle singole armoniche. L'analisi di Fourier (analisi spettrale FFT) è lo strumento fondamentale per la caratterizzazione spettrale del segnale. L'analisi delle onde di Rayleigh, mediante tecnica MASW, viene eseguita con la trattazione spettrale del segnale nel dominio trasformato dove è possibile, in modo abbastanza agevole, identificare il segnale relativo alle onde di Rayleigh rispetto ad altri tipi di segnali, osservando, inoltre, che le onde di Rayleigh si propagano con velocità che è funzione della frequenza. Il legame velocità frequenza è detto spettro di dispersione. La curva di dispersione individuata nel dominio f-k è detta curva di dispersione sperimentale, e rappresenta in tale dominio le massime ampiezze dello spettro.

Modellizzazione

E' possibile simulare, a partire da un modello geotecnico sintetico caratterizzato da spessore, densità, coefficiente di Poisson, velocità delle onde S e velocità delle Onde P, la curva di dispersione teorica la quale lega velocità e lunghezza d'onda secondo la relazione:

$$v = \lambda \times \nu$$

Modificando i parametri del modello geotecnico sintetico, si può ottenere una sovrapposizione della curva di dispersione teorica con quella sperimentale: questa fase è detta di inversione e consente di determinare il profilo delle velocità in mezzi a differente rigidità.

Modi di vibrazione

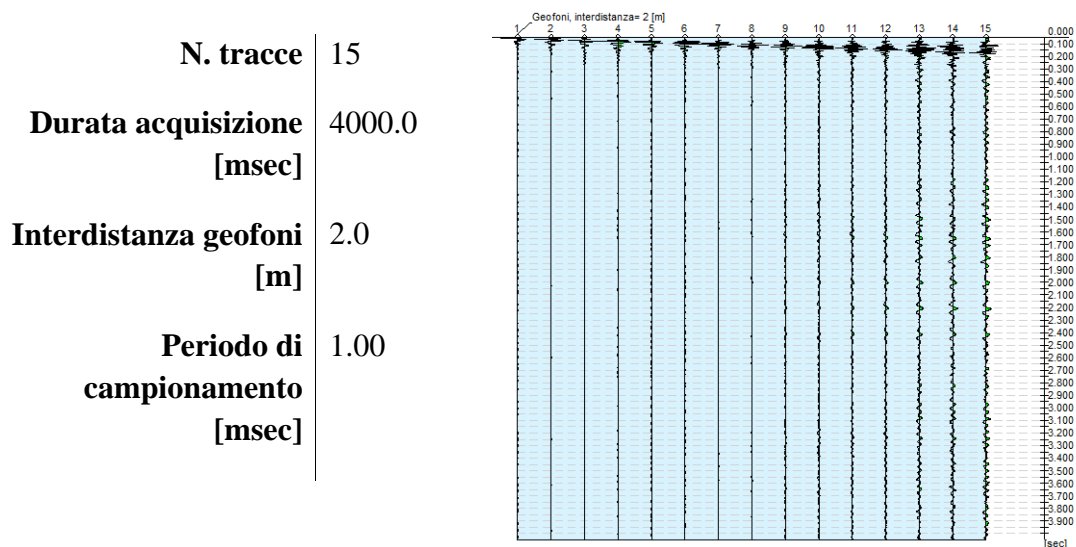
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a

contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

Profondità di indagine

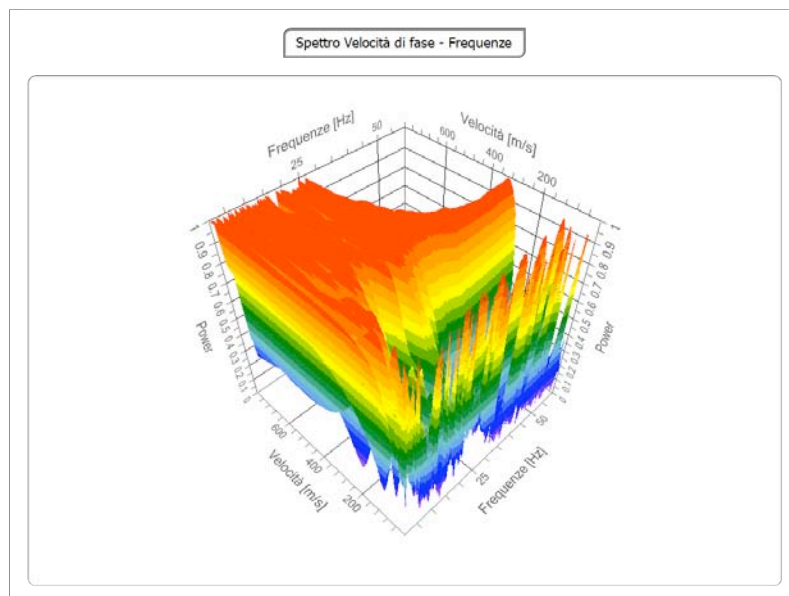
Le onde di Rayleigh decadono a profondità circa uguali alla lunghezza d'onda. Piccole lunghezze d'onda (alte frequenze) consentono di indagare zone superficiali mentre grandi lunghezze d'onda (basse frequenze) consentono indagini a maggiore profondità.

Tracce



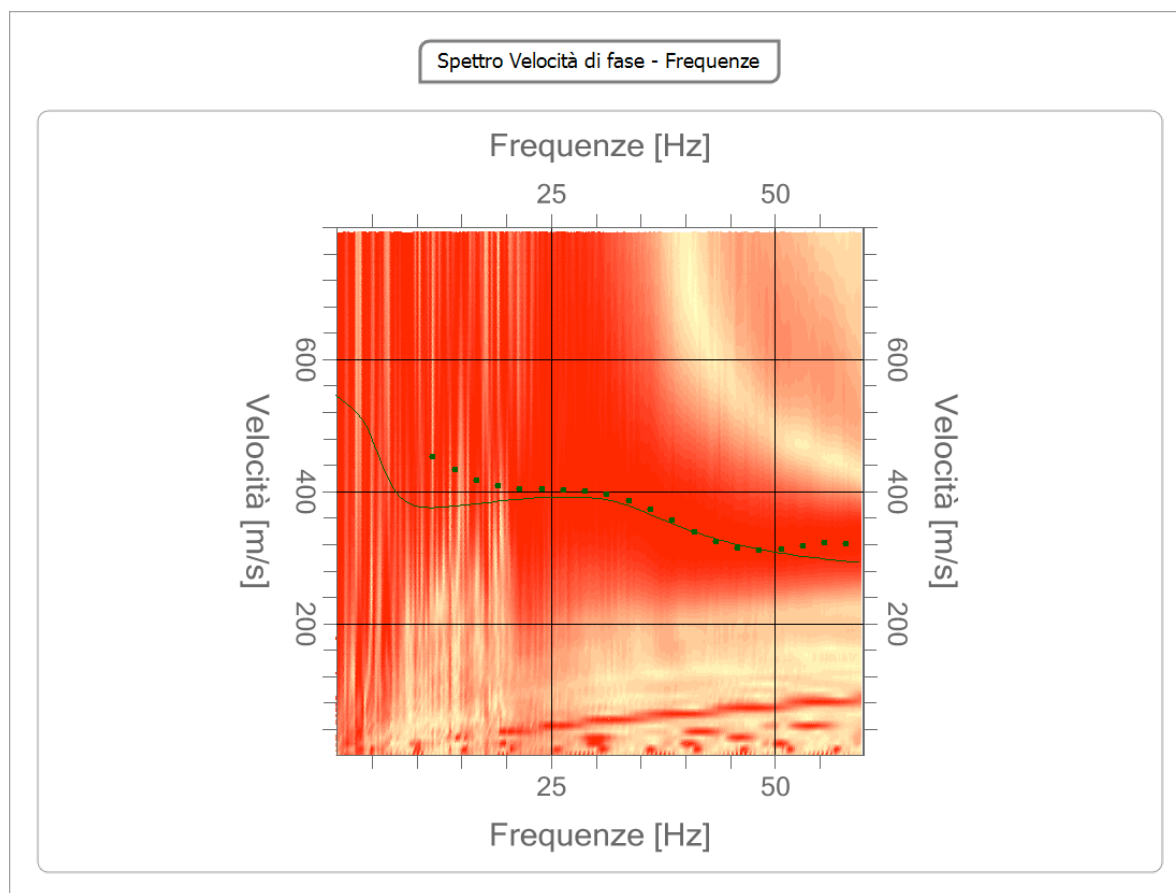
Analisi spettrale

Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	60
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1



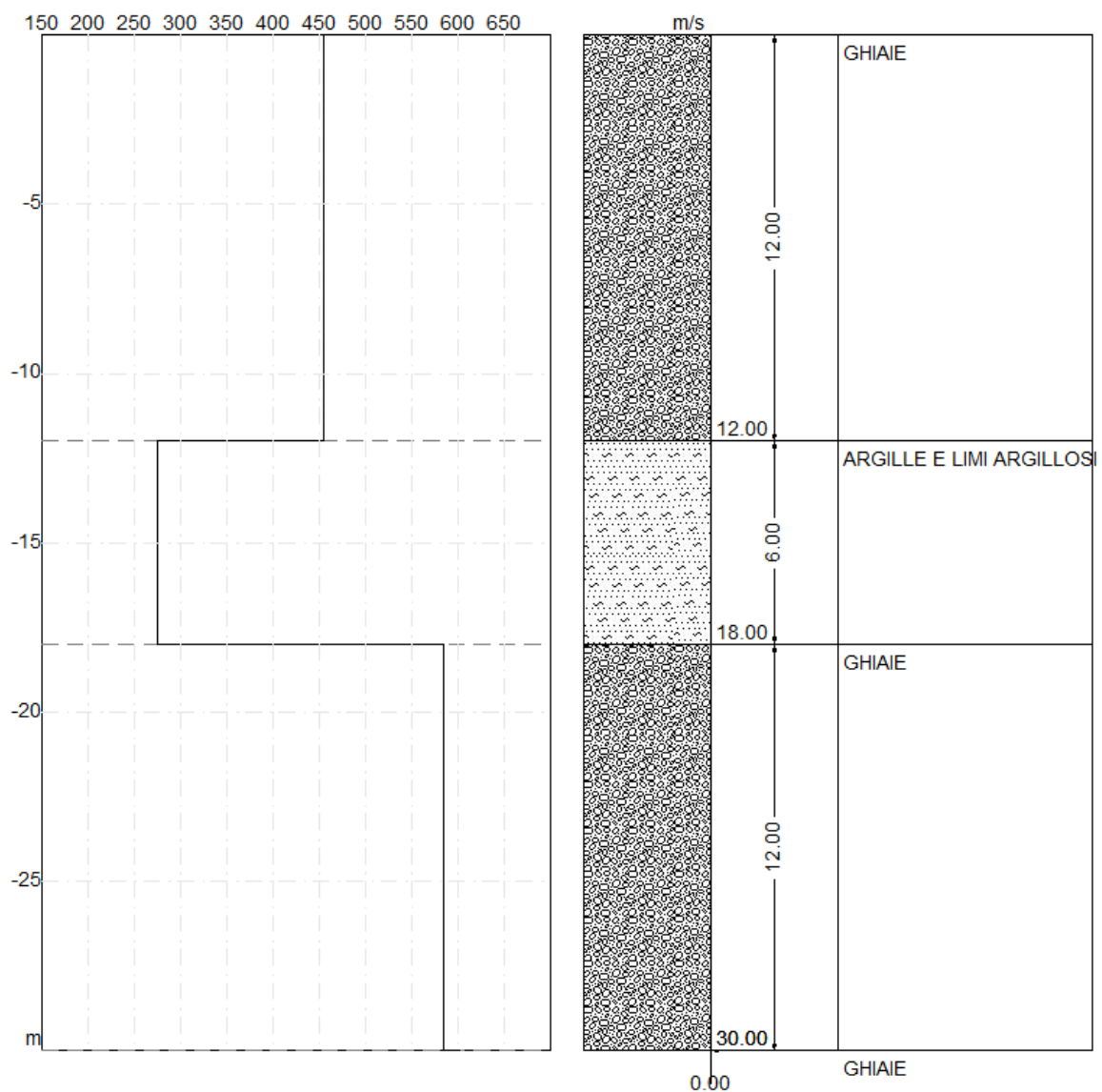
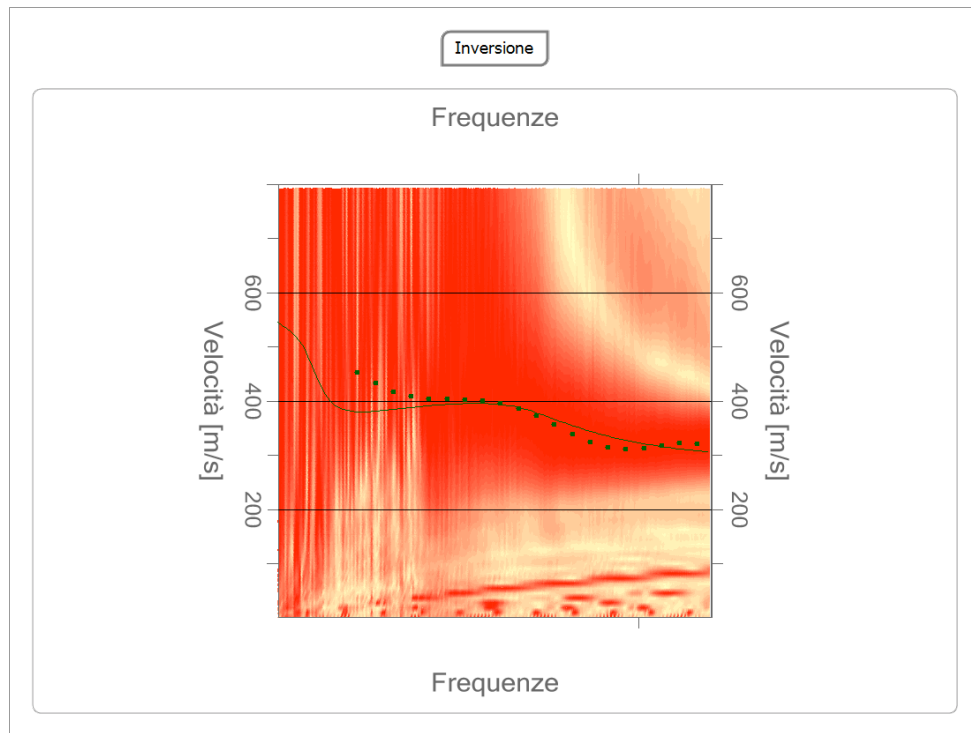
Curva di dispersione

n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	11.8	452.8	0
2	14.2	432.8	0
3	16.7	417.5	0
4	19.1	408.3	0
5	21.5	404.2	0
6	24.0	403.2	0
7	26.4	402.9	0
8	28.8	400.8	0
9	31.3	395.4	0
10	33.7	385.8	0
11	36.1	372.3	0
12	38.5	356.1	0
13	41.0	339.4	0
14	43.4	324.7	0
15	45.8	314.7	0
16	48.3	311.2	0
17	50.7	313.0	0
18	53.1	317.4	0
19	55.5	321.7	0
20	58.0	320.8	0



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Falda	Vs [m/sec]
1	GHIAIE	12.00	12.00	No	455.0
2	ARGILLE E LIMI ARGILLOSI	18.00	6.00	No	275.0
3	GHIAIE	30.00	12.00	No	585.0
4	GHIAIE	oo	oo	No	601.0



Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	436.65
Categoria del suolo	B

Suolo di tipo B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina).