

COMUNE DI ORTONA

Committente:

MOLINO E PASTIFICIO DE CECCO S.P.A. PESCARA

Oggetto:

**PROGETTO DI AMPLIAMENTO DEL PASTIFICIO
in loc. Caldari di Ortona (CH)**

STUDIO PRELIMINARE AMBIENTALE

Data: 02.10.12

ALLEGATO 5

RELAZIONE GEOLOGICA, SISMICA

COMUNE

ORTONA (CHIETI)

COMMITTENTE

MOLINO E PASTIFICIO DE CECCO S.p.A.

PROGETTO

COSTRUZIONE DI CAPANNONE AL SERVIZIO DEL COMPLESSO INDUSTRIALE ESISTENTE.

- ***Deposito prodotti finiti***
- ***Uffici annessi***



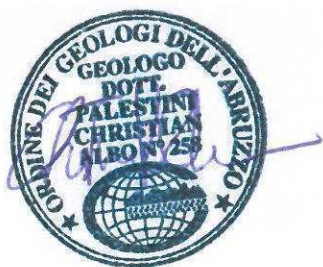
ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

TECNICI

Dott. Geol. PALESTINI Christian

Dott. Geol. RICCIARDI Alessio



GEOSOIL - Studio Associato

GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOFISICA

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

Dott. Geol. PALESTINI 349.4017738

Dott. Geol. RICCIARDI 347.1105362

www.geosoil.it

info@geosoil.it



INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE.....	4
3	GEOLOGI A DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI.....	6
4	CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI	7
5	CONCLUSIONI	10

TAVOLE

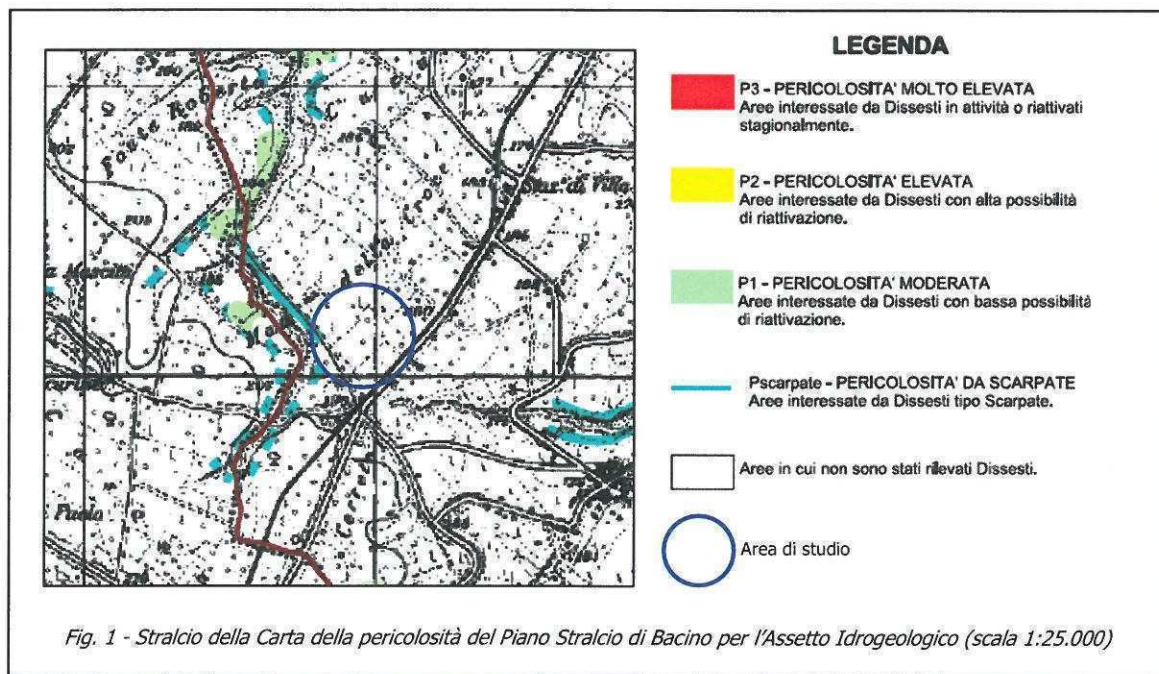
TAV. 1 - CARTA TOPOGRAFICA

TAV. 2 - CARTA GEOLOGICA

1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i risultati di uno studio geologico-tecnico realizzato nel Comune di Ortona (CH), commissionata da *MOLINO E PASTIFICIO DE CECCO S.p.A.* e finalizzata al progetto *COSTRUZIONE DI CAPANNONE AL SERVIZIO DEL COMPLESSO INDUSTRIALE ESISTENTE - Deposito prodotti finiti - Uffici annessi.*

L'area di studio è individuata dalla *particella n° 4117* del *foglio di mappa n° 54* del Comune di Ortona. Tale zona viene definita come **"Area in cui non sono stati rilevati Dissesti"** ai sensi del *PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DEI BACINI DI RILIEVO REGIONALE ABRUZZESI E DEL BACINO INTERREGIONALE DEL FIUME SANGRO - L. 18.05.1989 n. 183, art. 17, comma 6 ter* (Fig. 1).



Lo studio è stato svolto secondo le seguenti fasi:

- ✓ Reperimento di dati bibliografici.
- ✓ Rilevamento geologico e geomorfologico.



-
- ✓ Indagine geognostica realizzata da SOLISONDA S.r.l. consistente in n° 7 sondaggi a carotaggio continuo con prove SPT in foro e prelievo di campioni indisturbati.
 - ✓ Parametrizzazione geotecnica dei terreni.
 - ✓ Calcolo della capacità portante dei terreni.

Tali fasi sono state ritenute idonee a definire le caratteristiche geologico-tecniche del sito e a fornire elementi utili per le soluzioni progettuali.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

L'area di studio, compresa nel foglio n° 147 "LANCIANO" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio est della Carta Geologica dell'Abruzzo di L. VEZZANI & F. GHISETTI, è ubicata in un'area pianeggiante del Comune di Ortona.

Da un punto di vista geologico, il sito indagato si colloca al passaggio tra i depositi alluvionali terrazzati pleistocenici ed i depositi marini di avanfossa datati *Calabriano inferiore*. Tali formazioni si sono originate a causa dell'avanzamento verso nord-est della catena appenninica, con la conseguente formazione di bacini di avanfossa in cui hanno avuto luogo fenomeni deposizionali di sedimenti di mare profondo prevalentemente argillosi. Il successivo abbassamento relativo del livello del mare ha portato alla sedimentazione di depositi marini sempre più grossolani (limi, sabbie e ghiaie), secondo una sequenza regressiva, fino alla graduale emersione di tali litotipi. In ambiente subaereo, essi sono stati interessati da processi erosivi e deposizionali ad opera dei corsi d'acqua; ciò ha portato ad un modellamento del paesaggio in aree morfologicamente rilevate, in cui si conserva l'antica sequenza deposizionale regressiva, e aree semipianeggianti e di fondovalle interessate dalla presenza di depositi alluvionali. L'azione erosiva marina lungo costa ha portato ad un modellamento delle preesistenti spiagge sabbioso-ghiaiose a falesia, con conseguente erosione, arretramento e terrazzamento delle stesse; tali fenomeni hanno portato alla formazione delle attuali spiagge basse caratterizzate da depositi prevalentemente sabbiosi.

In particolare, l'area di studio si colloca in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*, caratterizzati localmente da ghiaie in matrice sabbiosa addensate.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico dell'area, i depositi prevalentemente sabbiosi del *Calabriano superiore* conferiscono una morfologia

rilevata (vista la loro bassa erodibilità) rispetto a quelli argilloso-sabbiosi del *Calabriano inferiore* che, con versanti più blandi, si raccordano al fondovalle semipianeggiante in cui affiorano i termini alluvionali (talora terrazzati) del *Pleistocene*. I depositi del *Calabriano*, inoltre, sono incisi da fossi e vallecole che ne conferiscono una morfologia ondulata.

In particolare, l'area di studio è ubicata in corrispondenza di un terrazzo alluvionale che si raccorda alla sottostante area di fondovalle e presenta, pertanto, una morfologia pianeggiante.

Da un punto di vista idrogeologico, i depositi alluvionali limoso-sabbioso-ghiaiosi si presentano, vista la loro eterogeneità litologica areale, come mezzi a permeabilità primaria maggiore ($10^{-8} \text{ m/s} < k < 10^{-6} \text{ m/s}$) rispetto ai circostanti termini marini del *Calabriano*; questi ultimi fungono da aquicludi (substrato impermeabile) e sostengono una falda di subalveo all'interno dei termini alluvionali superiori. Tale assetto idrogeologico fa sì che le formazioni alluvionali siano potenzialmente acquifere e dotate di una circolazione idrica alimentata principalmente dalle precipitazioni.

In particolare, nell'area di studio non si è evidenziata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata in corrispondenza del passaggio tra il banco ghiaioso-sabbioso ed il substrato limoso argilloso, ad una profondità di circa 70 m.

3 GEOLOGI A DEL SITO E CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI TERRENI

Dall'insieme dei dati emersi dal rilevamento geologico-geomorfologico, da quelli bibliografici e dall'esecuzione dell'indagine geognostica, si è potuto ricostruire l'assetto litostratigrafico e geotecnico del sito indagato.

Nell'area di studio affiorano i terreni alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*; in particolare, al di sotto di terreni superficiali e di riporto alterati di spessore variabile tra 1,5 e 2,7 m, sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa addensate, talora in contatto eteropico con limi sabbiosi consistenti. Non è stata riscontrata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata a maggiori profondità.

È possibile schematizzare il terreno nel seguente profilo litotecnico cui il progettista può fare riferimento per le sue valutazioni di carattere tecnico.

Stratigrafia	Descrizione litologica	Parametri geotecnici
	Terreni superficiali e di riporto <i>Alterati</i>	$\gamma' = 1,75 - 1,85 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 22 - 23^\circ$
	Ghiaie in matrice sabbiosa <i>Molto addensate</i>	$\gamma' = 1,95 - 2,00 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 33 - 35^\circ$ $D_r = 85 - 100\%$ $E' = 5.000 - 7.000 \text{ t/m}^2$
	Limi sabbiosi <i>Consistenti</i>	$\gamma' = 1,90 - 1,95 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 25 - 27^\circ$ $C_u = 15 - 20 \text{ t/m}^2$ $M = 1.400 - 1.800 \text{ t/m}^2$

4 CALCOLO DELLA CAPACITÀ PORTANTE DEI TERRENI

Riferendoci allo schema stratigrafico ed alle caratteristiche geotecniche dei terreni, si esegue un calcolo della *capacità portante* attraverso l'utilizzo della *formula di TERZAGHI* e della *formula di MEYERHOF* per fondazioni tipo trave plinto e platea.

Attraverso la *formula di TERZAGHI*, si determina il *carico limite* (Q_{lim}), che rappresenta il carico massimo che il terreno può sopportare ed oltre il quale si ha la rottura del terreno stesso con conseguente instabilità dell'opera:

$$Q_{lim} = c' N_c s_c + \gamma' D N_q + 0,5 B \gamma' N_\gamma s_\gamma$$

dove:

c' = coesione del terreno (t/m^2);

γ' = peso di volume immerso del terreno (t/m^3);

N_c , N_q e N_γ = fattori adimensionali che dipendono dall'angolo di attrito (ϕ) del terreno di fondazione;

s_c e s_γ = fattori di forma della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione (m);

B = larghezza della fondazione (m).

La *formula di TERZAGHI* ha un'ottima validità per $D \leq B$ e per terreni marcatamente coesivi; per $D > B$, essa sottostima il valore del carico ammissibile ed è quindi consigliabile utilizzare la seguente *formula di MEYERHOF*:

$$Q_{lim} = c' N_c s_c d_c + \gamma' D N_q s_q d_q + 0,5 B \gamma' N_\gamma s_\gamma d_\gamma$$

dove:

c' = coesione del terreno (t/m^2);

γ' = peso di volume immerso del terreno (t/m^3);

N_q , N_q e N_γ = fattori adimensionali che dipendono dall'angolo di attrito (ϕ') del terreno di fondazione;

s_q , s_q e s_γ = fattori di forma della fondazione;

d_q , d_q e d_γ = fattori di profondità del piano di posa della fondazione;

D = profondità del piano di posa della fondazione (m);

B = larghezza della fondazione (m).

Calcolato il carico limite, si definisce il *carico ammissibile*:

$$Q_{amm} = Q_{lim}/F_s$$

dove F_s è il fattore di sicurezza e vale 3.

Di seguito sono riportati i calcoli della capacità portante realizzati per tipologie e geometrie parametriche delle fondazioni, lasciando così al progettista la possibilità di scegliere la soluzione progettuale più idonea; sono stati considerati come terreni di fondazione le ghiaie in matrice sabbiosa molto addensate.

CAPACITÀ PORTANTE PLINTO (kg/cm ²)		Larghezza B (m)			
		1,5	2,0	2,5	3,0
Profondità D (m)	2,0	5,3	5,8	6,3	6,8
	2,2	5,7	6,2	6,7	7,3
	2,4	6,1	6,6	7,2	7,7
	2,6	6,5	7,1	7,6	8,1

CAPACITÀ PORTANTE PLATEA (kg/cm ²)		Larghezza B (m)
		18
Profondità D (m)	2,0	19,1
	2,2	20,0
	2,4	20,8
	2,6	21,6



È possibile calcolare il *coefficiente di sottofondazione* o *modulo di reazione* K_s del terreno attraverso la seguente formula (BOWLES, 1974), valida per un cedimento di 2,54 cm (1 pollice):

$$K_s = 1,2 \cdot Q_{amm}$$

dove K_s è espresso in kg/cm^3 e Q_{amm} in kg/cm^2 .

5 CONCLUSIONI

Lo studio è consistito in un rilevamento geologico e geomorfologico finalizzato all'inquadramento delle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area interessata dall'opera di progetto; più in particolare, sono state individuate le litologie presenti, l'assetto litostratigrafico e i principali processi morfogenetici in atto e quiescenti. Sono stati eseguiti da SOLISONDA S.r.l. n° 7 sondaggi a carotaggio continuo in corrispondenza del capannone di progetto, con prove SPT in foro e prelievo di campioni indisturbati; le indagini geognostiche hanno permesso di definire una parametrizzazione geotecnica dei terreni e di calcolarne la capacità portante.

Nell'area di studio affiorano i terreni alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*; in particolare, al di sotto di terreni superficiali e di riporto alterati di spessore variabile tra 1,5 e 2,7 m, sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa addensate, talora in contatto eteropico con limi sabbiosi consistenti. Non è stata riscontrata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata a maggiori profondità.

Alla luce dei dati emersi dallo studio, si possono trarre le seguenti conclusioni:

- ✓ L'area di studio è caratterizzata da terreni dotati di buone caratteristiche geotecniche; solo i terreni superficiali e di riporto, di spessore massimo pari a circa 2,7 m, presentano caratteristiche alterate e scadenti, quindi non sono da considerare portanti.
- ✓ Il carico ammissibile del terreno varia tra 5,3 e 8,1 kg/cm² al variare della geometria del plinto di fondazione (vedasi pag. 12).
- ✓ Poiché i terreni superficiali alterati presentano spessori arealmente variabili, si consiglia, in fase di scavo dei piani di posa delle fondazioni, di approfondirsi fino a superare tali terreni.



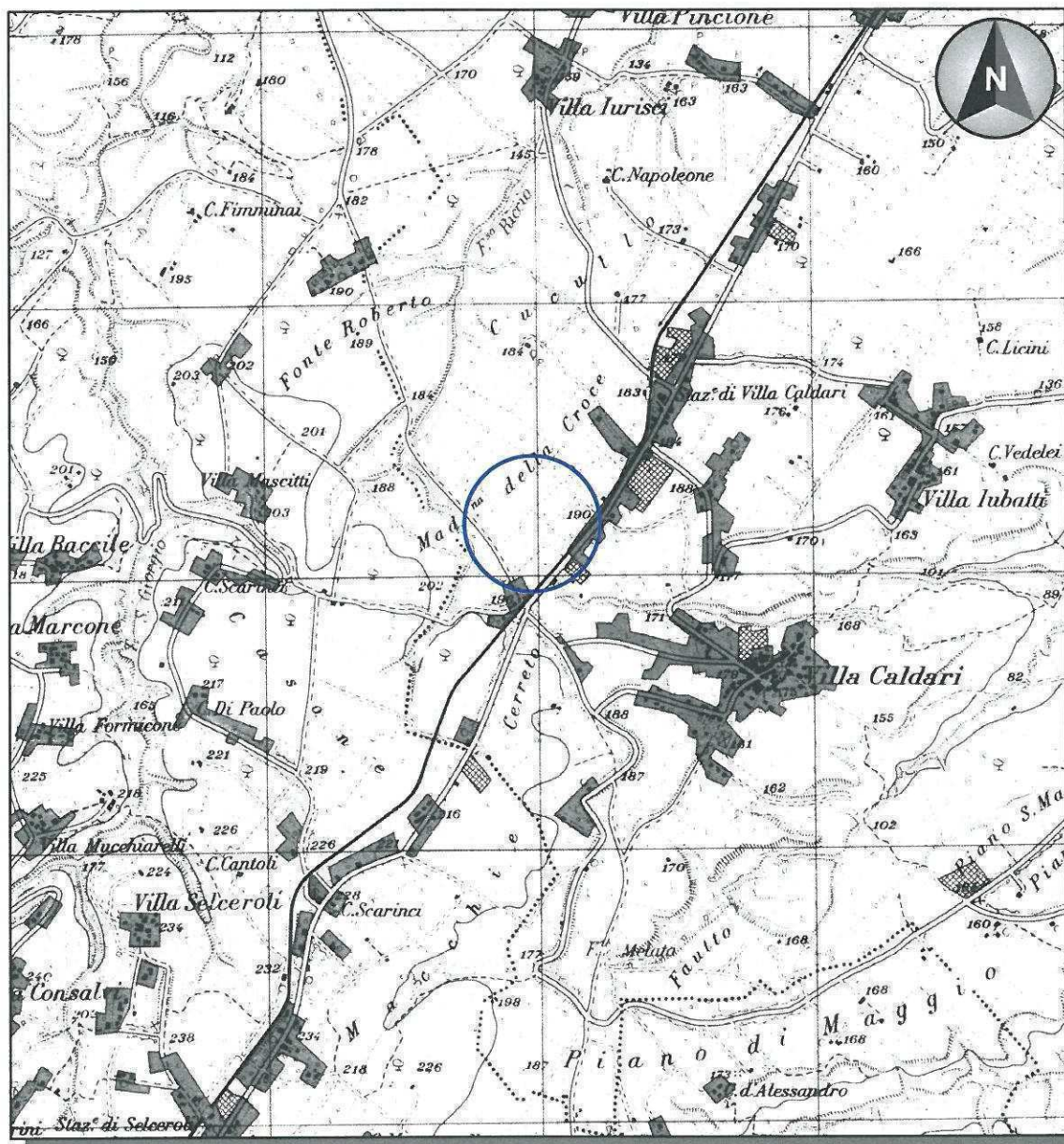
- ✓ Poiché talora i depositi ghiaiosi superficiali presentano contatti eteropici con limi sabbiosi, non si esclude l'insorgere di fenomeni di cedimento differenziale tra plinti poggianti sulle 2 diverse classi litologiche; inoltre, i terreni limoso-sabbiosi presentano capacità portanti inferiori a quelle calcolate ma comunque superiore a 2 kg/cm^2 .
- ✓ Si lascia al progettista, alla luce del presente studio, la libertà di scegliere la soluzione progettuale più idonea.
- ✓ Alla luce di tutti i dati emersi, si attesta la validità geologica e geotecnica del progetto.

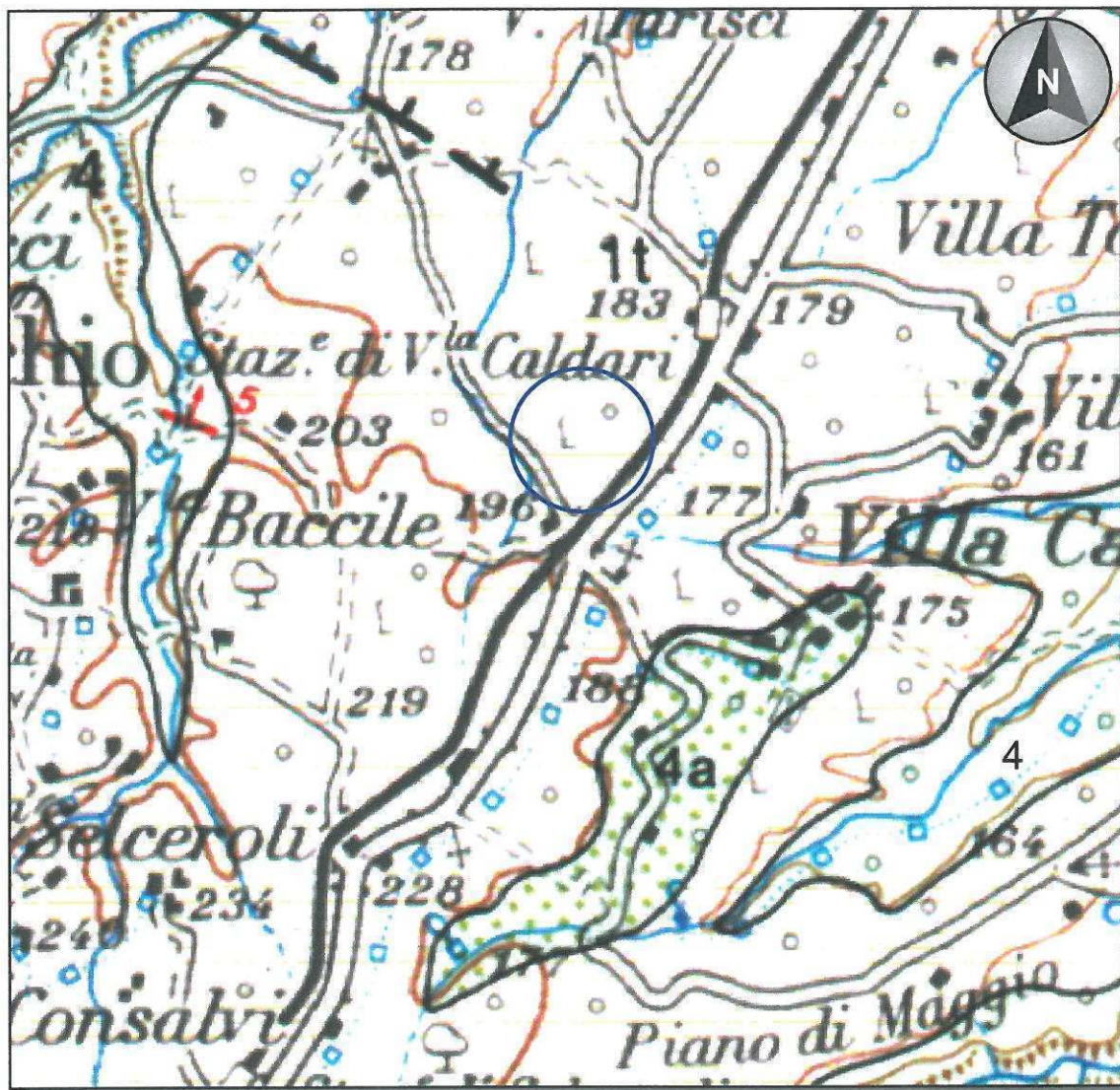
Pescara, Aprile 2007.

Dott. Geol. Palestini Christian

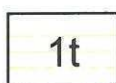
Dott. Geol. Ricciardi Alessio

TAVOLE





LEGENDA



Sabbie e ghiaie fluviali terrazzate
Pleistocene



Sabbie e conglomerati
Pleistocene



Argille ed argille sabbiose grigie
Pleistocene



Area di studio

COMUNE

ORTONA

(CHIETI)

COMMITTENTE

MOLINO E PASTIFICIO DE CECCO S.P.A.

PROGETTO

REALIZZAZIONE DI LOCALE PER RICARICA MULETTI ELETTRICI



ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE SISMICA

TECNICI

Dott. Geol. PALESTINI Christian

Dott. Geol. RICCIARDI Alessio



GEO SOIL - Studio Associato

GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOFISICA

Piazza Caduti del Mare, 33/35 - 65126 Pescara

Telefono/Fax 085.2120643

Dott. Geol. PALESTINI 349.4017738

Dott. Geol. RICCIARDI 347.1105362



www.geosoil.it
info@geosoil.it



INDICE

1	INTRODUZIONE	2
2	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE	3
3	INDAGINI GEOTECNICHE	4
3.1	PROVA PENETROMETRICA DINAMICA	4
3.2	FORMULE PER I PARAMETRI GEOTECNICI	5
3.2.1	Terreni incoerenti	5
3.2.2	Terreni coesivi	5
4	INDAGINI SISMICHE	7
4.1	MASW	7
4.1.1	Cenni teorici	7
4.1.2	Acquisizione ed interpretazione dati	7
4.2	MODULI ELASTICI DINAMICI	8
4.3	CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	8
4.4	CATEGORIE TOPOGRAFICHE	9
5	MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO	10
6	MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO	11
7	VERIFICA A LIQUEFAZIONE	12
8	CONCLUSIONI	13

TAVOLE

TAV. 1	CARTA TOPOGRAFICA
TAV. 2	CARTA GEOLOGICA
TAV. 3	CARTA DELLA PERICOLOSITÀ DA FRANA - P.A.I.
TAV. 4	MASW1-1'

ALLEGATI

CERTIFICATO D'INDAGINE



1 INTRODUZIONE

La presente relazione illustra i risultati di uno studio geologico realizzato nel Comune di *ORTONA (CH)*, commissionato da *MOLINO E PASTIFICIO DE CECCO S.P.A.* e finalizzata al progetto *REALIZZAZIONE DI LOCALE PER RICARICA MULETTI ELETTRICI*.

L'area di studio è individuata dalla particella n° 4117 del foglio di mappa n° 54 del Comune di Ortona. Tale area non è interessata da dissesti ai sensi del *PIANO STRALCIO DI BACINO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO - "FENOMENI GRAVITATIVI E PROCESSI EROSIVI"* - L. 18.05.1989 n. 183, art. 17, comma 6 ter e s.m.i. (TAV. 3).

Lo studio è stato svolto secondo le seguenti fasi:

- ✓ Reperimento di dati bibliografici.
- ✓ Rilevamento geologico e geomorfologico.
- ✓ Esecuzione di n° 1 prova penetrometrica dinamica DPSH.
- ✓ Esecuzione di n° 1 indagine sismica MASW.
- ✓ Modellazione geologico-tecnica del sito.
- ✓ Modellazione sismica del sito.
- ✓ Verifica a liquefazione.

Tali fasi sono state ritenute idonee a definire le caratteristiche geologico-tecniche e sismiche del sito, fornendo elementi utili per le soluzioni progettuali ai sensi del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*.

Come previsto nel punto 6.2.2 del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, le indagini e le prove sono state eseguite e certificate da imprese autorizzate ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 6/6/2001 n° 380.

2 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO E IDROGEOLOGICO GENERALE

L'area di studio, compresa nel foglio n° 147 "LANCIANO" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000 e nel foglio est della Carta Geologica dell'Abruzzo di L. VEZZANI & F. GHISSETTI, è ubicata in un'area pianeggiante del Comune di Ortona.

Da un punto di vista geologico (TAV. 2), il sito indagato si colloca al passaggio tra i depositi alluvionali terrazzati pleistocenici ed i depositi marini di avanfossa datati *Calabriano inferiore*. Tali formazioni si sono originate a causa dell'avanzamento verso nord-est della catena appenninica, con la conseguente formazione di bacini di avanfossa in cui hanno avuto luogo fenomeni deposizionali di sedimenti di mare profondo prevalentemente argillosi. Il successivo abbassamento relativo del livello del mare ha portato alla sedimentazione di depositi marini sempre più grossolani (limi, sabbie e ghiaie), secondo una sequenza regressiva, fino alla graduale emersione di tali litotipi. In ambiente subaereo, essi sono stati interessati da processi erosivi e deposizionali ad opera dei corsi d'acqua; ciò ha portato ad un modellamento del paesaggio in aree morfologicamente rilevate, in cui si conserva l'antica sequenza deposizionale regressiva, e aree semipianeggianti e di fondovalle interessate dalla presenza di depositi alluvionali. L'azione erosiva marina lungo costa ha portato ad un modellamento delle preesistenti spiagge sabbioso-ghiaiose a falesia, con conseguente erosione, arretramento e terrazzamento delle stesse; tali fenomeni hanno portato alla formazione delle attuali spiagge basse caratterizzate da depositi prevalentemente sabbiosi.

In particolare, l'area di studio si colloca in corrispondenza dei depositi alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*, caratterizzati localmente da ghiaie in matrice sabbiosa addensate.

Per quanto riguarda l'assetto geomorfologico dell'area, i depositi prevalentemente sabbiosi del *Calabriano superiore* conferiscono una morfologia rilevata (vista la loro bassa erodibilità) rispetto a quelli argilloso-sabbiosi del *Calabriano inferiore* che, con versanti più blandi, si raccordano al fondovalle semipianeggiante in cui affiorano i termini alluvionali (talora terrazzati) del *Pleistocene*. I depositi del *Calabriano*, inoltre, sono incisi da fossi e vallecole che ne conferiscono una morfologia ondulata.

In particolare, l'area di studio è ubicata in corrispondenza di un terrazzo alluvionale che si raccorda alla sottostante area di fondovalle e presenta, pertanto, una morfologia pianeggiante.

Da un punto di vista idrogeologico, i depositi alluvionali limoso-sabbioso-ghiaiosi si presentano, vista la loro eterogeneità litologica areale, come mezzi a permeabilità primaria maggiore (10^{-8} m/s $< k < 10^{-6}$ m/s) rispetto ai circostanti termini marini del *Calabriano*; questi ultimi fungono da acquicludi (substrato impermeabile) e sostengono una falda di subalveo all'interno dei termini alluvionali superiori. Tale assetto idrogeologico fa sì che le formazioni alluvionali siano potenzialmente acquifere e dotate di una circolazione idrica alimentata principalmente dalle precipitazioni.

In particolare, nell'area di studio non si è evidenziata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata in corrispondenza del passaggio tra il banco ghiaioso-sabbioso ed il substrato limoso-argilloso, ad una profondità di circa 70 m.

3 INDAGINI GEOTECNICHE

3.1 PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione a percussione di una punta conica all'interno del terreno.

Lo strumento utilizzato è un penetrometro tipo Pluristandard MENHIR Sunda assegnato, secondo la classificazione ISSMFE (1988), alla categoria superpesante (*DPSH*). La prova consiste nel misurare il numero di colpi necessari ad infiggere, per profondità progressive di 20 cm, una punta conica con sezione pari a 20,43 cm² mediante la caduta a gravità, da un'altezza di 75 cm, di un maglio di 63,5 kg su una batteria di aste collegate con la punta stessa.



Esecuzione della prova penetrometrica dinamica

Come è noto, la penetrazione dinamica di punte coniche battute nel terreno consente un riconoscimento di massima delle caratteristiche di resistenza dei terreni. Inoltre, dall'analisi del *trend* del numero di colpi e dalla visione del materiale recuperato sulle aste estratte, è possibile ottenere informazioni sulle caratteristiche litologiche dei termini attraversati e sull'eventuale presenza di acqua.

Parametro caratteristico dello stato d'addensamento di un terreno incoerente e della consistenza di un terreno coesivo è R_d (*resistenza di rottura dinamica alla punta*). Tale parametro è ricavabile dalla *formula degli OLANDEST*:

$$R_d = \frac{M^2 \cdot h}{A \cdot e \cdot (M + I + P)}$$

dove:

M = peso del maglio (63,5 kg);

h = altezza di caduta del maglio (75 cm);

A = sezione della punta conica (20 cm²);

e = 10/N dove N corrisponde al numero di colpi per ogni approfondimento di 20 cm;

I = peso dell'incudine (4,2 kg);

P = peso della batteria delle aste (6,3 kg/m).

Un'ampia casistica di prove condotte con il penetrometro ha mostrato delle precise correlazioni con le prove penetrometriche dinamiche standard (*SPT*).

In linea di massima il numero di colpi N_{DPSH} per infissioni di 20 cm è legato al numero di colpi N_{SPT} per infissioni di 30 cm dalla seguente relazione:

$$N_{SPT} \cong N_{DPSH}$$

Questo risultato sperimentale offre la possibilità di utilizzare la vasta bibliografia delle prove *SPT* per lo studio delle caratteristiche geotecniche dei terreni granulari e coesivi.

3.2 FORMULE PER I PARAMETRI GEOTECNICI

3.2.1 Terreni incoerenti

Stato di addensamento (Classificazione A.G.I., 1977)

N_{SPT}	Stato di addensamento
0 – 4	Sciolto
4 – 10	Poco addensato
10 – 30	Moderatamente addensato
30 – 50	Addensato
> 50	Molto addensato

Peso di volume (TERZAGHI-PECK, 1967)

$$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,141 \cdot N_{SPT}^{0,1177} \quad \text{Terreno secco}$$

Densità relativa (GIBBS-HOLTZ, 1957)

N_{SPT}	D_r
0 – 4	0 – 15%
4 – 10	15 – 35%
10 – 30	35 – 65%
30 – 50	65 – 85%
> 50	85 – 100%

Angolo di attrito (SHIOI E FUKUNI, 1981)

$$\varphi \text{ (}^\circ\text{)} = 15 + \sqrt{15 \cdot N_{SPT}}$$

Modulo di elasticità

$$\begin{aligned} E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 2,5 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie sature} \\ E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 5 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie poco addensate} \\ E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 180 + 7,5 \cdot N_{SPT} && \text{Sabbie molto addensate} \\ E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 12 \cdot (N_{SPT} + 6) && \text{Sabbie ghiaiose} \\ E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 3 \cdot (N_{SPT} + 6) && \text{Sabbie limose} \\ E' \text{ (kg/cm}^2\text{)} &= 3,2 \cdot (N_{SPT} + 15) && \text{Sabbie argillose} \end{aligned}$$

3.2.2 Terreni coesivi

Stato di consistenza (Classificazione A.G.I., 1977)

N_{SPT}	Stato di consistenza
< 2	Privo di consistenza
2 – 4	Poco consistente (molle)
4 – 8	Moderatamente consistente
8 – 15	Consistente
15 – 30	Molto consistente
> 30	Estremamente consistente (duro)

Peso di volume (BOWLES, 1967)

$$\gamma \text{ (t/m}^3\text{)} = 1,6314 \cdot N_{SPT}^{0,0714}$$

Coesione non drenata

$$\begin{aligned} C_u \text{ (t/m}^2\text{)} &= 0,625 \cdot N_{SPT} & N_{SPT} < 8 \\ C_u \text{ (t/m}^2\text{)} &= 0,665 \cdot N_{SPT} & N_{SPT} \geq 8 \end{aligned}$$

Modulo di elasticità non drenato

$$E_u \text{ (t/m}^2\text{)} = 150 \cdot C_u$$

Modulo di compressibilità edometrica

$$M \text{ (t/m}^2\text{)} = 0,625 \cdot E_u$$

4 INDAGINI SISMICHE

4.1 MASW

4.1.1 Cenni teorici

Il metodo *MASW* (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) studia la propagazione delle onde superficiali dalla sorgente (*shot point*) ai ricevitori (*geofoni*) e permette di definire il profilo di velocità delle onde di taglio (V_s). Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di *Rayleigh*, le quali risultano essere soggette al fenomeno della *dispersione*: in un mezzo stratificato, onde con diversa lunghezza d'onda si propagano con diverse velocità di fase. Tale fenomeno è dovuto al fatto che onde ad alta frequenza si propagano negli strati superficiali lenti (quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo) mentre onde a bassa frequenza si propagano negli strati profondi veloci (quindi danno informazioni sugli strati più profondi).

I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio regolare e con stratificazione parallela, per cui una limitazione alla sua applicabilità è rappresentata da strati significativamente pendenti (più di 20-30°) e topografia irregolare.

La determinazione della velocità delle onde di taglio (V_s) tramite le misure delle onde superficiali di Rayleigh risulta particolarmente indicata per suoli altamente attenuanti e ambienti rumorosi poiché la percentuale di energia convertita in onde di Rayleigh è di gran lunga predominante (67%) rispetto a quella coinvolta nella generazione e propagazione delle onde P (7%) e S (26%).

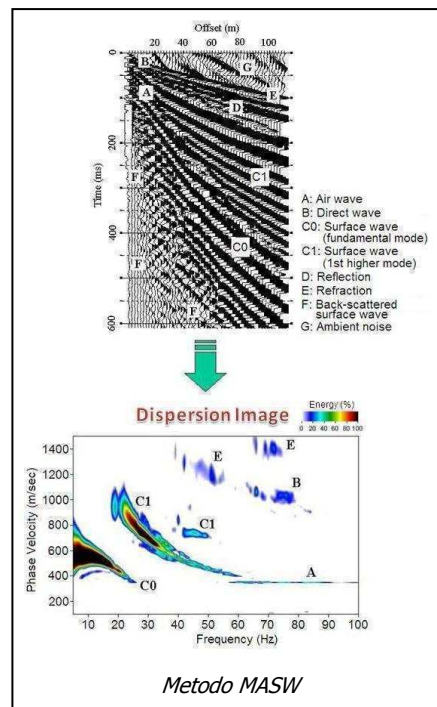
I metodi basati sull'analisi delle onde superficiali di Rayleigh forniscono una buona risoluzione e non sono limitati, a differenza del metodo a rifrazione, dalla presenza di inversioni di velocità in profondità.

4.1.2 Acquisizione ed interpretazione dati

Le onde sismiche sono state generate come per la sismica a rifrazione, mentre come sensori sono stati utilizzati geofoni verticali da 4,5 Hz, posizionati a terra e collegati come descritto per la sismica a rifrazione. Le energizzazioni sono state effettuate ad inizio e/o fine linea, ad una distanza dal 1° geofono (*offset*) pari a 1-5 volte la distanza intergeofonica.

I sismogrammi acquisiti sono stati, in primo luogo, sottoposti ad una fase di *processing* digitale (*stacking, dc remove, cuttings, trace killing*), al fine di ridurre i rumori di fondo e strumentali dai sismogrammi, aumentando il rapporto segnale/rumore ed esaltando le onde di superficie.

Successivamente si è passati alla fase d'interpretazione consistente, inizialmente, nell'analisi spettrale dei sismogrammi ed estrazione della curva di dispersione mediante *picking* nel dominio FK e FV ; infine, attraverso un metodo d'inversione iterativa, si arriva alla



definizione di un profilo di V_s ottimale, per il quale si ha la migliore corrispondenza tra curva di dispersione calcolata e misurata.



4.2 MODULI ELASTICI DINAMICI

Di seguito si riportano le formule dei moduli elastici di un terreno, noti i valori di velocità delle onde P e S (V_p e V_s) e della densità (ρ).

Coefficiente di POISSON dinamico

$$\nu = \frac{1}{2} \cdot \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

Modulo di taglio dinamico

$$G_d = \rho \cdot V_s^2$$

Modulo di YOUNG dinamico

$$E_d = \rho \cdot V_s^2 \cdot \frac{3V_p^2 - 4V_s^2}{V_p^2 - V_s^2}$$

Modulo di compressibilità dinamico

$$K_d = \rho \cdot \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

4.3 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

- A) *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
- 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 $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

- C) *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente 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 180 m/s e 360 m/s.
- D) *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s.
- E) *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Si definiscono altre 2 categorie aggiuntive:

- S1) Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s, che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
- S2) Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,30}$ è definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_i}}$$

dove h_i e V_i indicano lo spessore (in m) e la velocità (in m/s) delle onde di taglio S dello strato i -esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 m superiori.

4.4 CATEGORIE TOPOGRAFICHE

- T1 - Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i < 15^\circ$.
- T2 - Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.
- T3 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ < i < 30^\circ$.
- T4 - Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.

5 MODELLAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA DEL SITO

Dall'insieme dei dati emersi dal rilevamento geologico-geomorfologico, da quelli bibliografici e dall'esecuzione delle indagini in sito, si è potuto ricostruire l'assetto litostratigrafico e geotecnico del sito indagato.

Nell'area di studio affiorano i terreni alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*; in particolare, al di sotto di terreni superficiali e di riporto alterati di spessore pari a circa 1,2 m, sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa molto addensate. Non è stata riscontrata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata a maggiori profondità.

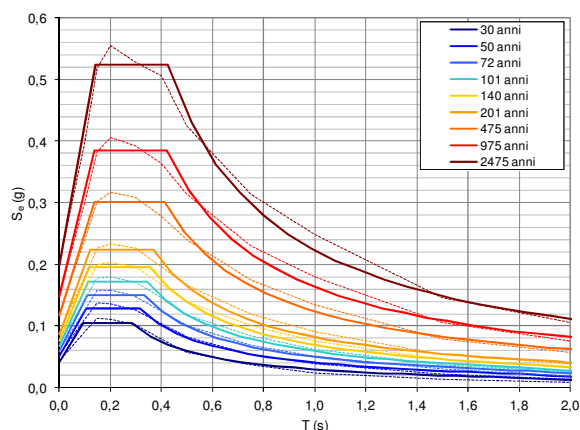
È possibile schematizzare il terreno nel seguente profilo litotecnico cui il progettista può fare riferimento per le sue valutazioni di carattere tecnico.

Stratigrafia		Descrizione litologica	Parametri geotecnici
1,2 m		Terreni superficiali e/o riporto	$\gamma' = 1,80 - 1,95 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 23 - 25^\circ$
		Ghiaie in matrice sabbiose <i>Molto addensate</i>	$\gamma' = 2,00 - 2,10 \text{ t/m}^3$ $\phi' = 33 - 35^\circ$ $D_r = 80 - 90\%$ $E' = 6.000 - 8.000 \text{ t/m}^2$

6 MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO

Il sito presenta, in accordo con la procedura prevista nell'allegato A del *D.M. 14/01/2008*, i seguenti parametri sismici con i relativi spettri di risposta elastici, che ne definiscono la *pericolosità sismica di base*.

T_R	a_g	F_o	T_c^*
[anni]	[g]	[-]	[s]
30	0,042	2,506	0,285
50	0,052	2,494	0,316
72	0,059	2,543	0,332
101	0,067	2,545	0,346
140	0,076	2,569	0,357
201	0,087	2,584	0,368
475	0,117	2,572	0,412
975	0,148	2,599	0,423
2475	0,199	2,638	0,426



La MASW (TAV. 4) evidenzia il seguente profilo delle onde di taglio V_s :

Profondità sismostrato (m)	V_s (m/s)
1,1	273
2,5	250
4,2	310
6,3	411
8,9	490
12,2	528
16,3	579
21,4	521
30,0	560

La velocità media di propagazione entro 30 m di profondità delle onde di taglio è $V_{s,30} \cong 480$ m/s; alla luce di tali valori, delle caratteristiche stratigrafiche e topografiche dei terreni, il sito indagato ha *Categoria di sottosuolo B* e *Categoria topografica T1*.

7 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

La liquefazione è un processo di accumulo della pressione del fluido interstiziale che causa, in un terreno non coesivo saturo, la diminuzione della resistenza e/o rigidità a taglio a seguito dello scuotimento sismico, con possibile raggiungimento della condizione di fluidità. La perdita totale della resistenza viene raggiunta quando la pressione dell'acqua, che riempie gli interstizi, eguaglia la pressione di confinamento, rendendo nulle le tensioni efficaci trasmesse attraverso le particelle solide.

Ai sensi del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) Eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5.
- 2) Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g.
- 3) Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali.
- 4) Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ oppure $qc_{1N} > 180$ dove $(N1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e qc_{1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa.
- 5) Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nelle Figura 7.11.1(a) ed in Figura 7.11.1(b) del capitolo 7 delle *Norme tecniche per le costruzioni*.

La verifica a liquefazione di un terreno viene effettuata attraverso un coefficiente di sicurezza C_s dato dal rapporto fra la resistenza a taglio mobilizzabile nello strato (R) e lo sforzo tagliante indotto dal sisma di progetto (T), ovvero:

$$C_s = R / T$$

T è funzione dei parametri del sisma di progetto mentre R è calcolato con il *Metodo di TOKIMATSU E YOSHIMI (1983)*:

$$R = 0,26 \left[0,16 \sqrt{Na} + (0,21 \sqrt{Na})^{14} \right]$$

dove Na è funzione di N_{SPT} , della pressione verticale efficace e della granulometria dello strato potenzialmente liquefacibile.

Un deposito non è suscettibile a liquefazione se $C_s > 1$.

I terreni presenti nel sito non sono suscettibili a liquefazione.

8 CONCLUSIONI

Lo studio è consistito in un rilevamento geologico e geomorfologico finalizzato all'inquadramento delle caratteristiche litostratigrafiche e morfologiche dell'area interessata dall'opera di progetto; più in particolare, sono state individuate le litologie presenti, l'assetto litostratigrafico e i principali processi morfogenetici in atto e quiescenti. Successivamente sono stati realizzate n° 1 prova penetrometrica dinamica DPSH e n° 1 indagine sismica MASW, finalizzate alla caratterizzazione stratigrafica, geotecnica e sismica del sito.

Come previsto nel punto 6.2.2 del *D.M. 14/01/2008 "Norme tecniche per le costruzioni"*, le indagini e le prove sono state eseguite e certificate da imprese autorizzate ai sensi dell'art. 59 del D.P.R. 6/6/2001 n° 380.

Nell'area di studio affiorano i terreni alluvionali terrazzati datati *Pleistocene*; in particolare, al di sotto di terreni superficiali e di riporto alterati di spessore pari a circa 1,2 m, sono presenti ghiaie in matrice sabbiosa molto addensate. Non è stata riscontrata la presenza di una falda acquifera superficiale; essa è localizzata a maggiori profondità.

Alla luce dei dati emersi dallo studio, si possono trarre le seguenti conclusioni:

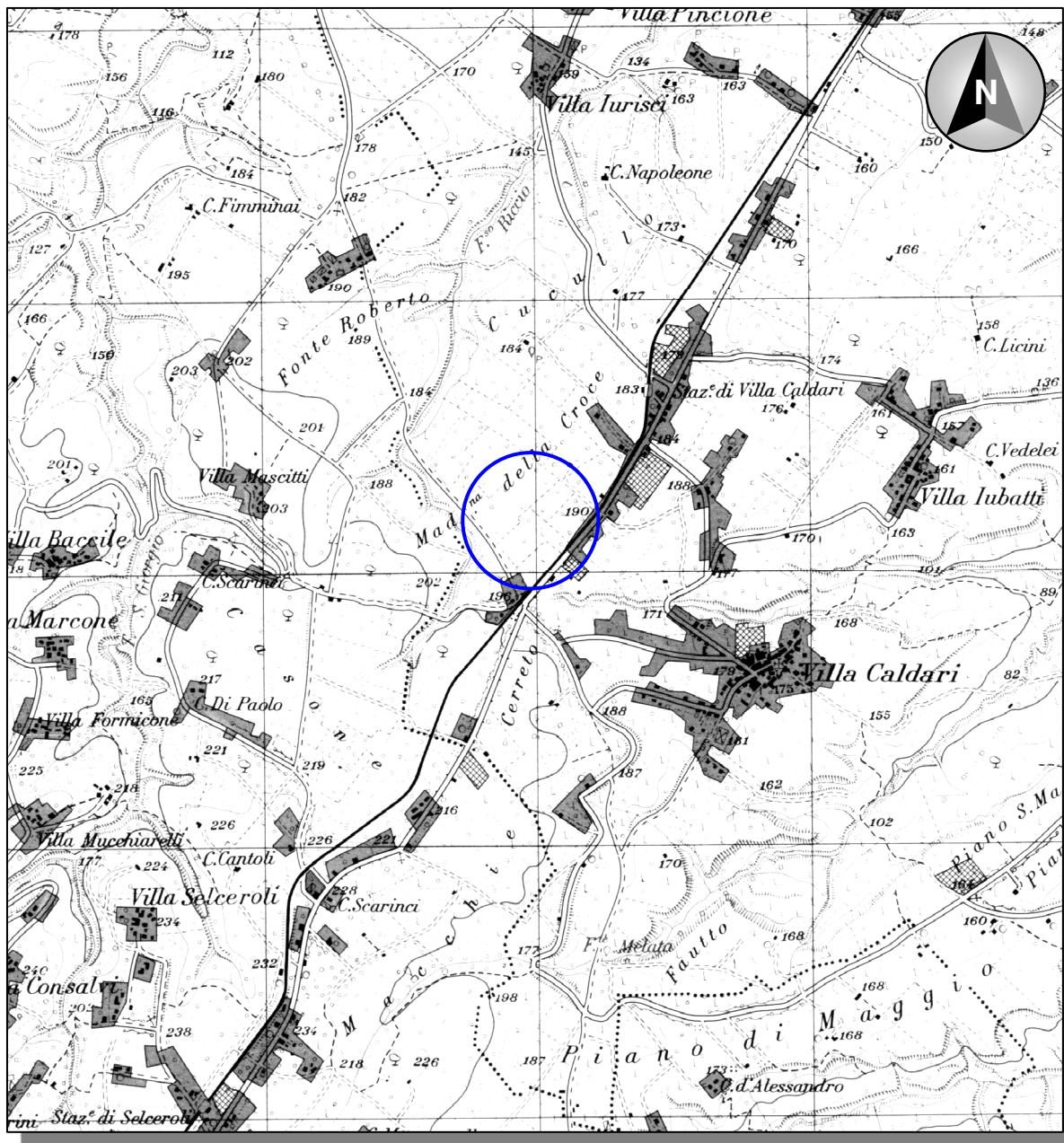
- ✓ L'area di studio non è interessata da dissesti ai sensi del *P.A.I.*, quindi non è soggetta ai vincoli di edificabilità previsti dal piano.
- ✓ Il sito presenta terreni dotati di ottime caratteristiche geotecniche superficiali; solo i primi 1,2 m circa di terreno presentano caratteristiche alterate.
- ✓ Il sito è classificato sismicamente con *Categoria di sottosuolo B* e *Categoria topografica T1*.
- ✓ I terreni non sono suscettibili di liquefazione.
- ✓ Alla luce di tutti i dati emersi, si attesta la validità geologica del progetto.

Pescara, Novembre 2011.

Dott. Geol. Palestini Christian

Dott. Geol. Ricciardi Alessia

TAVOLE



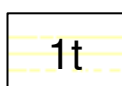
LEGENDA



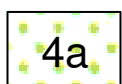
Area di studio



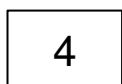
LEGENDA



1t Sabbie e ghiaie fluviali terrazzate
Pleistocene



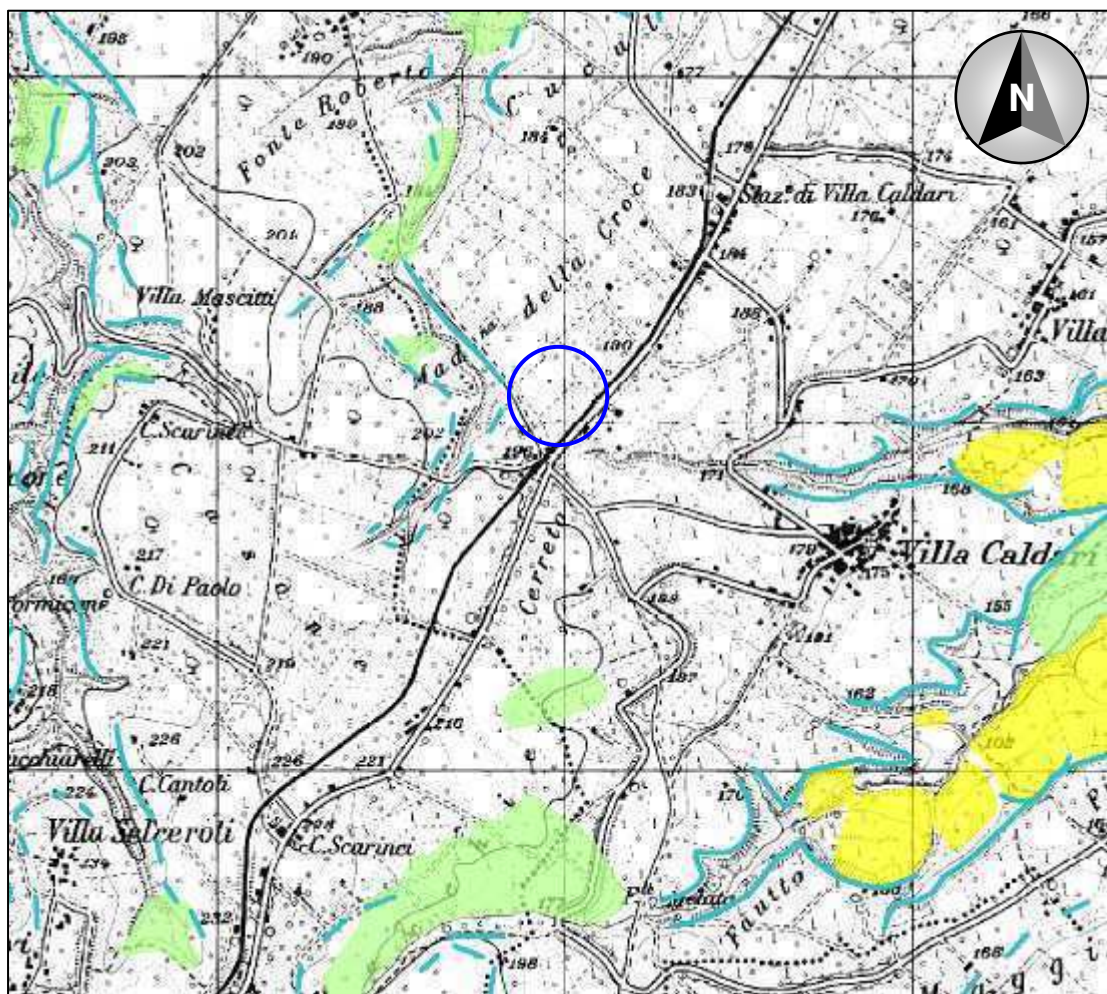
4a Sabbie e conglomerati
Pleistocene



4 Argille ed argille sabbiose grigie
Pleistocene



Area di studio

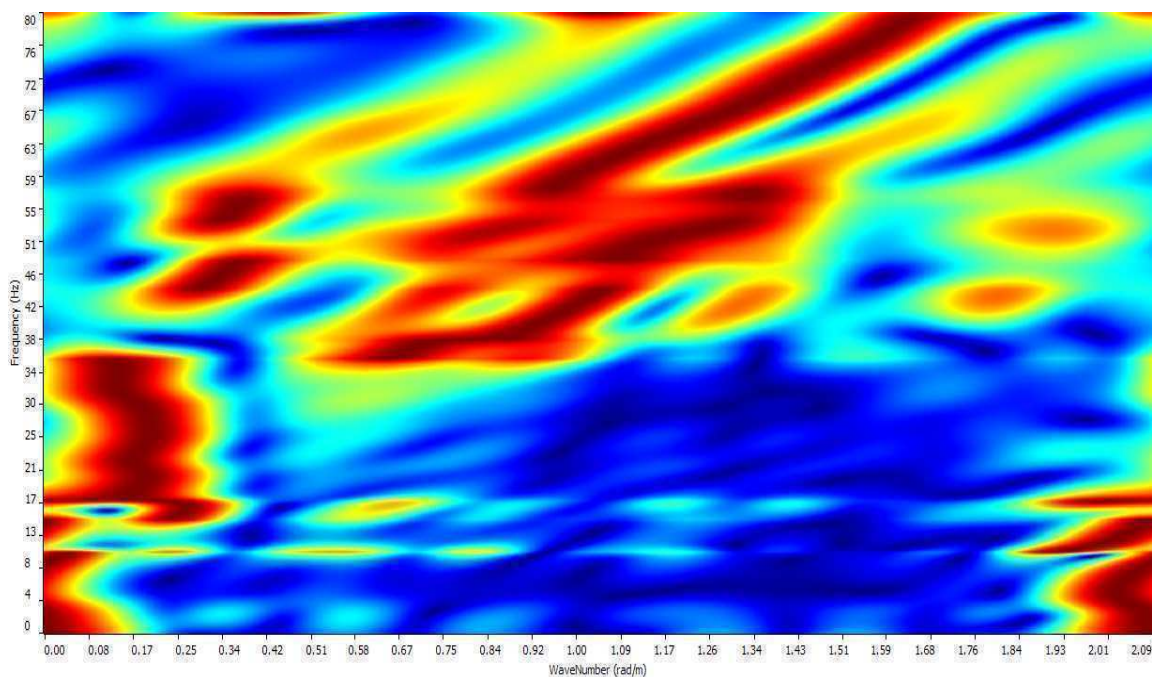


LEGENDA

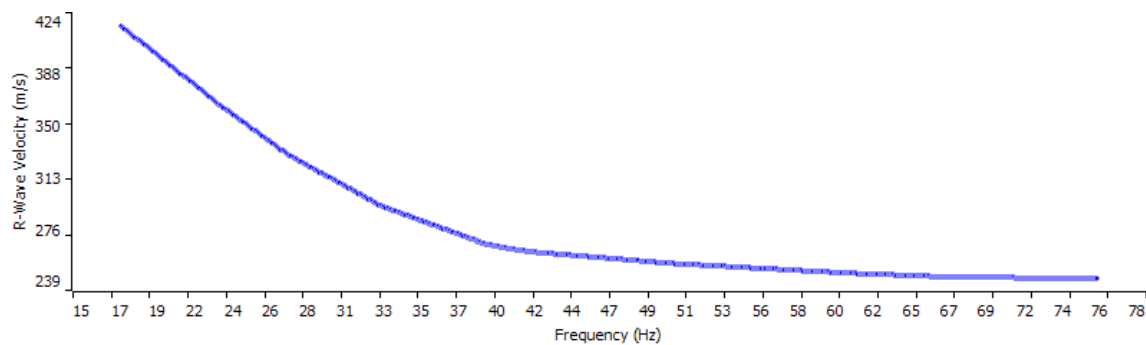
- P1 PERICOLOSITÀ MODERATA**
Aree interessate da Dissesti con bassa possibilità di riattivazione
- P2 PERICOLOSITÀ ELEVATA**
Aree interessate da Dissesti con alta possibilità di riattivazione
- P3 PERICOLOSITÀ MOLTO ELEVATA**
Aree interessate da Dissesti in attività o riattivati stagionalmente
- PS PERICOLOSITÀ DA SCARPATA**
Aree interessate da Dissesti generati da Scarpate

Area di studio

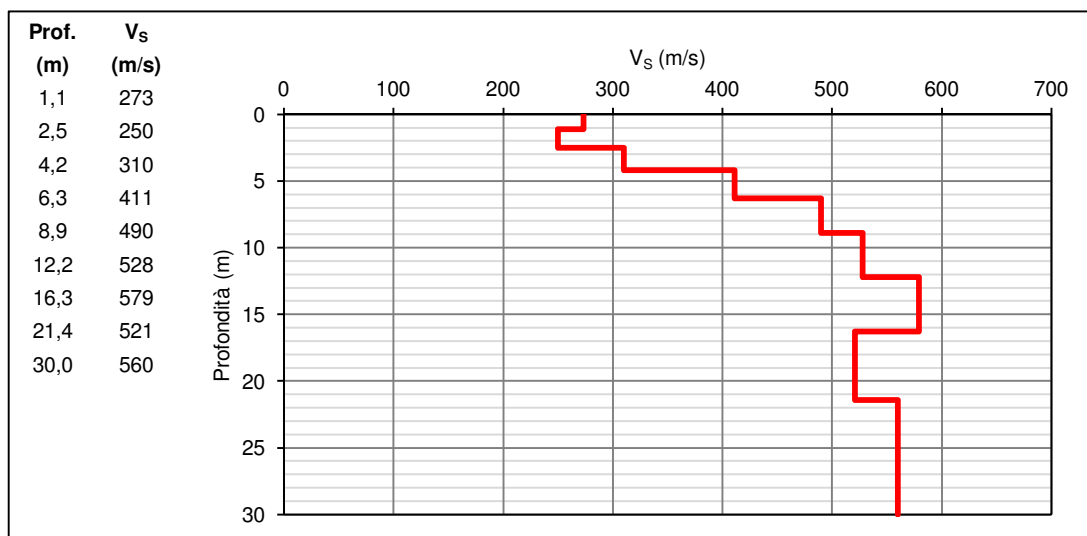
Dominio FK



Curva di dispersione



Profilo onde di taglio V_s



ALLEGATI

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA SUPERPESANTE [DPSH] CERTIFICATO N°: 229 del 28/11/2011 [COMMESSA N°: 139 del 14/11/2011]

COMMITTENTE : GEOSOIL

LOCALITÀ : Ortona (CH)

CANTIERE : Pastificio De Cecco

Codice prova DPSH 01/2

Normativa di riferimento

Raccomandazioni sulla programmazione ed esecuzione delle indagini geotecniche (A.G.I., 1977)

Prova DPSH 1	Data: 21/11/2011	Profondità: 1,4 m dal p.c.
Ubicazione prova (WGS84)	Lat. 42°17'52.77" N	Long. 14°21'16.67" E

Penetrometro Sunda Dolmen 200 kN

Caratteristiche Tecniche-Strumentali

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63.5	kg
Altezza di caduta libera	0.75	m
Peso sistema di battuta	0.63	kg
Diametro punta conica	51.00	mm
Area di base punta	20.43	cm ²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	6.31	kg/m
Profondità giunzione prima asta	0.40	m
Avanzamento punta	0.20	m
Numero colpi per punta	N(20)	
Coeff. Correlazione	1.47	
Rivestimento/fanghi	No	
Angolo di apertura punta	90	°



N. 1 ALLEGATO di 2 fogli

IL RESPONSABILE DI SITO
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)

IL DIRETTORE
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)

PROVA DPSH 1

Committente
Attrezzatura utilizzata
Prova eseguita in data
Profondità prova

GEO SOIL
SUNDA-DOLMEN 200 kN
21/11/2011
1,4 m

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)
0,20	2	0,855	1,59	1,87
0,40	7	0,851	5,56	6,53
0,60	20	0,797	13,75	17,26
0,80	12	0,843	8,73	10,35
1,00	11	0,840	7,97	9,49
1,20	11	0,836	7,94	9,49
1,40	50	0,633	27,30	43,14



Foglio 1/2

IL RESPONSABILE DI SITO
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)

IL DIRETTORE
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)

PROVA DPSH 1

Committente
Strumento utilizzato...
Prova eseguita in data
Profondità prova

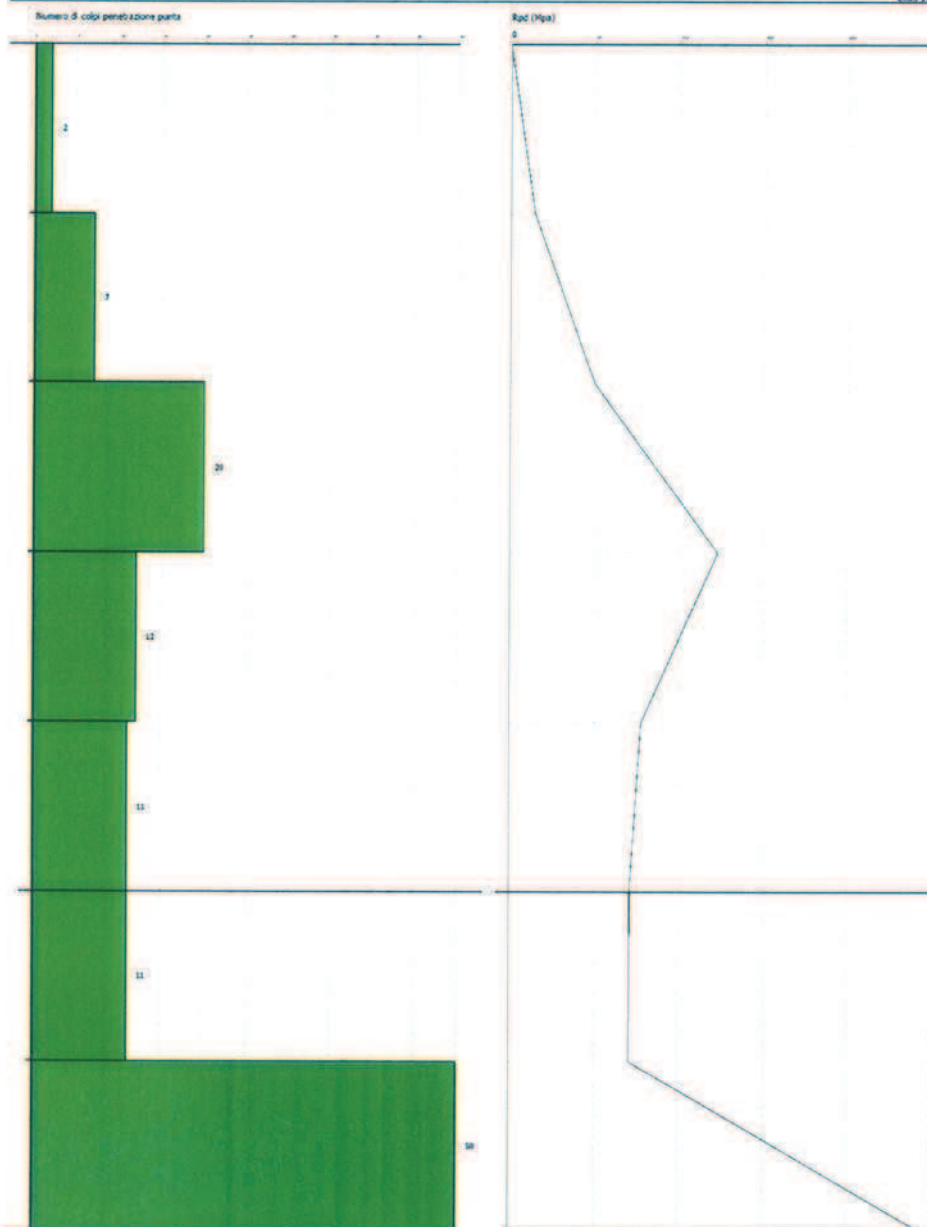
GEOOIL S.n.c.
Sunda Dolmen 200 kN
21/11/2011
4,4 m

PROVA PERMETRIMETRICA DINAMICA DPSH
Strumento utilizzato: SUNDA DOLMEN 200 kN

Committente: GEOOIL
Cantiera: ORTONA

Data: 21/11/2011

Scala 1:1



Foglio 2/2

IL RESPONSABILE DI SITO
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)



IL DIRETTORE
(Geol. Maria Chiara ROSSETTI)