Dott. Geol. **Maurizio Mainiero**
Geologia ambientale
Geologia tecnica
Idrogeologia

COMUNE DI ANCONA



Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITÀ IMMOBILIARE

FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

Redazione:		Collaboratori:	Elaborato:
M. Mainiero			**RELAZIONE GEOLOGICA GEOTECNICA GEOMORFOLOGICA**
Commessa:	Rev:	Ns. Riferimento:	Committente:
11-15-A17	1.1	P2\E:\2015\11\AGG_2021	MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI
Data:			Timbro e firma:
MAGGIO 2021			ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE Maurizio MAINIERO Geologo Specialista N. 515 SEZIONE A

Proprietà riservata. Riproduzione anche parziale consentita solo previa autorizzazione scritta

INDICE

1 – PREMESSA 2
2 – CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI 3
3 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI 4
4 –CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI 5
5 – EVOLUZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI NEL PERIODO 1955 - 2000 7
6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE 8
6.1 – PROVE PENETROMETRICHE STATICHE CPT 8
6.2 – PROVE DI LABORATORIO 10
6.3 – INDAGINE GEOFISICA CON TECNICA MASW 16
7 – MODELLO GEOTECNICO 17
7.1 – UNITÀ LITOTECNICHE 17
7.2 – STRATIGRAFIA 18
7.3 – CARATTERI FISICO-MECCANICI DEI TERRENI 19
8 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA 19
8.1 – CATEGORIA DI SOTTOSUOLO 20
8.2 – CONDIZIONI TOPOGRAFICHE 21
8.3 – PERICOLOSITÀ SISMICA 21
9 – VERIFICHE DI STABILITA' 22
10 – STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE 28
11 – CONCLUSIONI 29

APPENDICE

Bibliografia
N° 12 Fotografie
Tav. 1 Corografia
Tav. 2a Carta geologica e schema idrogeologico
Tav. 2b Carta geomorfologica e stralcio P.A.I.
Tav. 3a Planimetria stato attuale
Tav. 3b Inquadramento aereofotogrammetrico
Tav. 3c Inquadramento foto aerea
Tav. 4 Sezione geologica
Tav. 5 Carta litotecnica
Tav. 6 Carta delle zone suscettibile di amplificazione o instabilità dinamiche locali
Tav. 7 Planimetria generale stato futuro
Rapporto Tecnico prove indagini geognostiche e geofisiche – GE.CO. snc
Certificati prove di laboratorio – Elletipi srl
Parametri sismici e spettri di risposta
Verifiche di stabilità del pendio

1 – PREMESSA

Su incarico delle Sigg.re Maria Luisa e Lucia Orlandi, è stato condotto uno studio geologico, geotecnico e geomorfologico finalizzato al recupero di una unità immobiliare indipendente ubicata in Via della Pecora 136, Fraz. Massignano, Comune di Ancona (Tav. 1).

L'immobile consiste in un fabbricato ex colonico precedentemente sottoposto ad un pesante intervento di ristrutturazione che ne ha fatto perdere la originali peculiarità di edificio rurale (cfr. Foto 1 e Tav.3a). La struttura presenta estese lesioni coinvolgenti prevalentemente i lati lati SW e SE per tutto il suo sviluppo in elevazione (Foto 2÷3); il corpo NW, aggiunto successivamente appare completamente distaccato dal resto dell'edificio (Foto 4).

Il presente studio è stato redatto in conformità alla vigente normativa per le costruzioni in zone sismiche (D.M. 14.01.2008, D.M. 11 marzo 1988), delle leggi e circolari regionali in tema di indagini geologiche a corredo degli strumenti urbanistici (L.R. n° 33/1984, Circolari della R.M. n° 12, 14, 15, 17/1990, D.G.R. n° 1287/97), ed è stato così articolato:

- Analisi della bibliografia e dei dati esistenti di natura geologica e geotecnica;
- Rilevamento geologico-geomorfologico dell'area in esame;
- Esecuzione di n° 4 prove penetrometriche statiche CPT;
- Esecuzione di prove di laboratorio su n° 2 campioni di terreno indisturbati;
- Installazione di n° 2 piezometri a tubo aperto;
- Esecuzione di n° 1 prova MASW;
- reperimento ed analisi della bibliografia scientifica collegabile alla zona;
- reperimento ed analisi della cartografia tematica dell'aerea;
- reperimento ed analisi dati di natura geologica e geotecnica;
- consultazione del Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche - CNR GNDCI *Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane)*;
- ricerca dati bibliografici presso l'ISPRA - *Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale* - attraverso il sito Internet del Servizio http://www.isprambiente.it ;

- fotointerpretazione di riprese aeree disponibili presso l'Ufficio Cartografico della Regione Marche;
- redazione della relazione di sintesi dei risultati acquisiti.

E' stata utilizzata come base di consultazione la seguente cartografia:

- Carta Topografica Regionale delle Marche scala 1: 25000 - Quadrante 118 IV
- Carta Tecnica Regionale delle Marche scala 1: 10000 - Sezione 293080
- Carta Aereofotogrammetrica Comune di Ancona scala 1: 5000 - Sez. 293084
- Carta Geologica d'Italia scala 1: 25000 - Foglio 118 IV SE NUMANA
- Carta del Rischio Idrogeologico PAI - TAV RI 32b
- Carta Geologica del Parco Naturale del Conero (N.O.S.E., 1997) - scala 1: 20000
- Carta delle pericolosità e dei dissesti Parco del Conero scala 1:10000 - Tav 02b PdP
- Carta inventario dei movimenti franosi della Regione Marche scala 1: 100000 - F. 1
- Carta geolitologica Comune di Ancona scala 1: 10000 - TAV 1b
- Carta strutturale Comune di Ancona scala 1: 10000 - TAV 4b
- Carta geomorfologica Comune di Ancona scala 1: 10000 - TAV 5b
- Carta litotecnica Comune di Ancona scala 1: 10000 - TAV 9b
- Carta delle pericolosità Comune di Ancona scala 1: 10000 - TAV 10b

2 – CARATTERI GEOLOGICO-STRUTTURALI

L'area in esame fa parte del *dominio marchigiano esterno*, ed è caratterizzata da uno stile tettonico costituito essenzialmente da elementi compressivi (pieghe e sovrascorrimenti) e da faglie trascorrenti/transpressive, orientate prevalentemente in direzione appenninica (NW - SE), ed antiappenninica (NE - SW).

Il sito è ubicato alle immediate pendici del versante sud-occidentale del Monte Conero, su quell'ampia fascia collinare che si raccorda con la pianura alluvionale del Fiume Aspio.

Da un punto di vista strutturale l'area si pone sul versante SW della anticlinale asimmetrica a vergenza appenninica del Conero, struttura il cui nucleo è costituito dai calcari della Maiolica (Cretaceo inferiore), evolutasi in più fasi a partire dal Messiniano post-gessifero. I terreni costituenti il substrato dell'area oggetto di studio appartengono alla Formazione della Scaglia Cinerea (Priaboniano p.p. – Aquitaniano p.p.) e sono costituiti da marne, marne calcaree e marne argillose variamente alternate, che presentano una stratificazione immergente a SW con inclinazione di 10°÷15° (Tav. 2a).

Il substrato è qui sormontato da depositi di versante (limi argilloso-sabbiosi con inclusi lapidei eterometrici) con spessori > 2 m.

3 – CARATTERI GEOMORFOLOGICI

L'area di sedime del fabbricato è ubicata in una zona a debole pendenza (< 10°) compresa tra i rilievi di Monte Larciano (SW), Monte Colombo (SE), Monte Conero (NE) e Massignano (NW); allo stato attuale non rientra in alcuna *Aree di Versante in Dissesto*, così come individuate dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (PAI, adottato definitivamente con DCR n° 116 del 21.01.2004 – Tav. 2b).

L'area di sedime dell'edificio è contigua ad una profonda incisione (40 m di larghezza per ca. 15 m di profondità) che rappresenta un paleoalveo del Rio Pecorara, sviluppatosi con molta probabilità nel corso di uno degli ultimi periodi interglaciali (cfr. Foto 5-6 e Tavv. 3b-3c). Il ciglio della scarpata, che si presenta con una inclinazione subverticale, dista meno di 5 m dallo spigolo N dell'edificio (Foto 7).

4 –CARATTERI IDROLOGICI ED IDROGEOLOGICI

Per quanto riguarda gli aspetti climatologici ed idrologici dell'area, i relativi dati sono stati desunti dagli Annali del Servizio Idrografico del Ministero dei LL.PP. Essi si riferiscono alle misure relative al periodo 1920-1972 di sei stazioni pluviometriche presenti nella zona anconetana ed in particolare: Ancona-Torrette, Baraccola, M.te Cappuccini, M.te Cònero, Castelfidardo-San Rocchetto e Loreto.

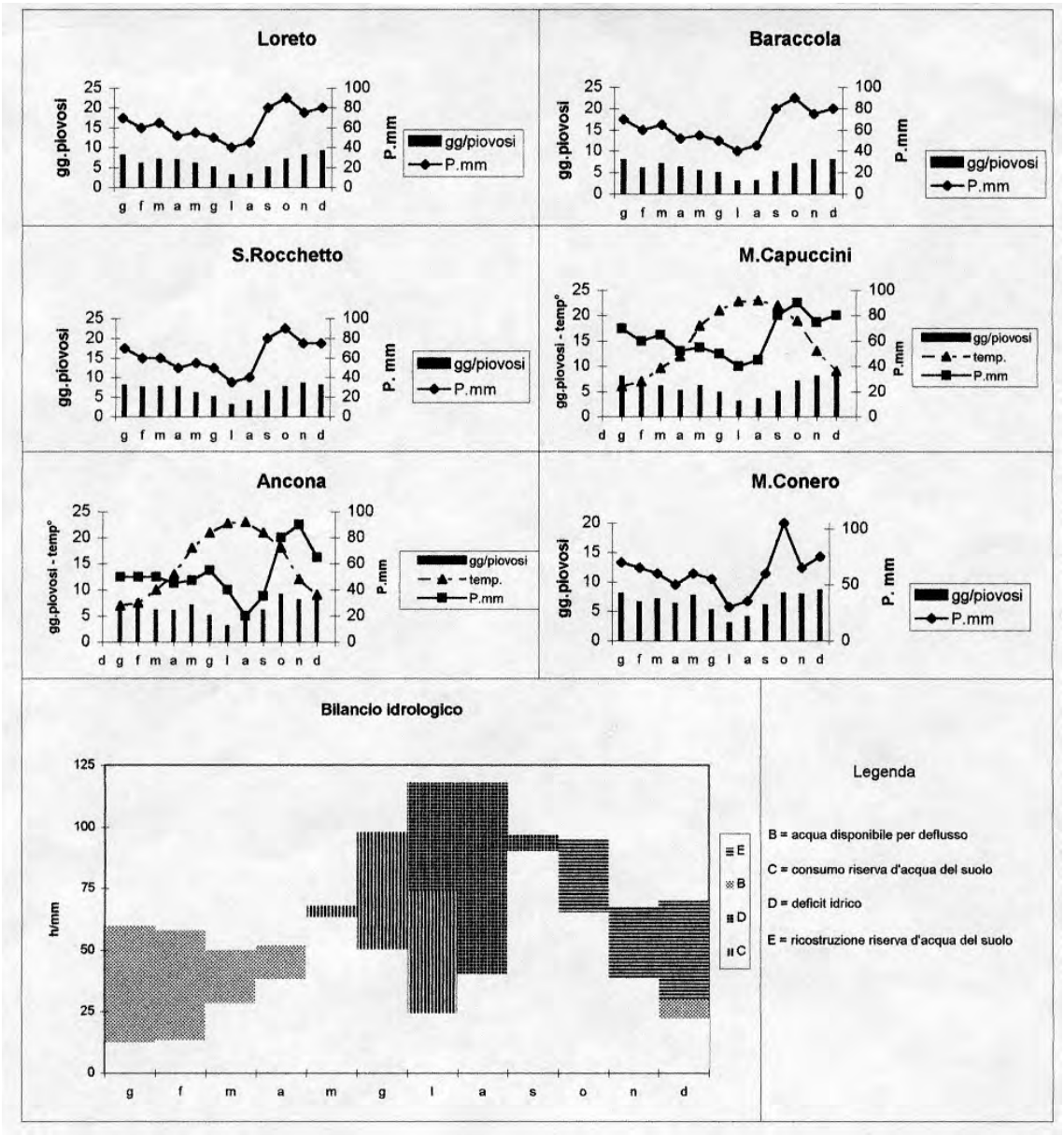


Fig. 1 - Diagrammi pluviometrici e termometrici e bilancio idrologico secondo Thornthwaite.

Come si evince dai grafici di Fig. 1, il regime pluviometrico è da considerarsi di tipo sub-litoraneo appenninico con influenze marittime ed è caratterizzato da due massimi e due minimi; un massimo assoluto di precipitazioni in ottobre (settembre a M.te Cònero), un minimo assoluto in luglio (agosto a Castelfidardo-San Rocchetto), un massimo relativo a maggio ed un minimo relativo ad aprile.

Esaminando il numero di giorni piovosi medi mensili si nota che la massima frequenza di questi è nei mesi autunnali, mentre in quelli primaverili, nonostante i numerosi giorni piovosi, l'entità delle precipitazioni è minore. La massima precipitazione mensile è stata registrata a M.te Cònero con 110 mm di pioggia, mentre la minima ad Ancona-Torrette con 27 mm di pioggia.

Il regime termometrico è caratterizzato da massimi di temperatura nel mese di luglio (22° di temperatura media) e minimi in quello di gennaio (5°di temperatura media). Si nota quindi come nel periodo estivo si raggiungano condizioni di aridità e semiaridità mentre negli altri periodi il clima è umido o sub-umido. Per illustrare l'andamento annuale del ciclo idrologico si possono elaborare i dati esposti con il metodo di Thorthwaite, che tiene conto dell'evapotraspirazione. Come si può vedere dalla Fig. 1 il periodo di deficit idrico, in cui l'evaporazione è maggiore delle precipitazioni ed il suolo tende a perdere il suo contenuto in acqua, inizia nel mese di luglio e termina in quello di settembre.

L’area ricade nel *Bacino del Musone*, attraverso i sub-bacini del Rio Pecorara, Torrente Betelico e Fiume Aspio. Il sito è ubicato alla testata del Rio Pecorara, il cui paleoalveo dista poche metri dall’edificio in oggetto. Il fosso in questione si presenta profondamente inciso e completamente in secca all’atto del sopralluogo.

Considerato lo stato dei luoghi, la folta vegetazione che ne ricopre il fondo, si ritiene che esso possa essere riattivato soltanto in occasione di eventi meteorici eccezionali; le alte sponde (il dislivello con l’edificio è di ca. 15 m) fanno sì che il sito sia comunque esente da fenomeni erosivi dovuti all’azione di acque correnti.

Dal punto di vista idrogeologico il substrato (Scaglia Cinerea) presenta una permeabilità primaria molto bassa (K < 10-9 m/s); la circolazione idrica è estremamente limitata e connessa allo stato di fratturazione dei litotipi (Tav. 2a).

Il controllo della strumentazione installata (piezometri a tubo aperto) non ha rilevata la presenza di acqua; si ritiene comunque che possa esistere una modesta circolazione idrica all'interno della coltre di ricoprimento a matrice limoso-argilloso-sabbiosa, alimentata occasionalmente da precipitazioni meteoriche.

5 – EVOLUZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI NEL PERIODO 1955 - 2000

Per verificare l'evoluzione dei luoghi in un intervallo di tempo significativo, si è proceduto all'interpretazione delle seguenti foto aeree disponibili presso l'Ufficio Cartografico della Regione Marche:

Volo	Anno	Ditta	Strisciata	Fotogrammi
GAI - IGM	1955-1956	IGM	13	11096-11097
Comune di Ancona	1984	Rossi Srl	10	331-335
Regione Marche	1999-2000	CGR SpA	1	3276-3277

L'esame e la fotointerpretazione del suddetto materiale è stato condotto presso l'ufficio *Cartografia e Informazioni Territoriali* della Regione Marche, con l'utilizzo di uno stereoscopio WILD AVIOPRET APT 2. Dalla comparazione delle foto si evince come ci sia stata una netta evoluzione della scarpata del paleoalveo limitrofa all'edificio in oggetto: rispetto allo spigolo N, infatti, il ciglio della stessa nel 1955 si trovava ad una distanza pari a 3 volte la larghezza dell'edificio stesso, stimata quindi in 15 m ca.

Considerando che l'attuale distanza dello stesso spigolo dal ciglio della scarpata è di ca. 5 m, possiamo stimare che il fenomeno di *arretramento del versante* progredisca ad una velocità di ca. 0,16 m/anno (10 m in 62 anni).

6 – INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

Al fine di verificare la stratigrafia dell'area di studio ed acquisire dati sulle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni, la ditta *GE.CO. srl* ha condotto una campagna di indagine così strutturata (cfr. TAV. 3a):

- Esecuzione di n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte alle profondità di 9.40 m (CPT 1), 3.00 m (CPT 2), 3.20 m (CPT 3) e 6.60 m (CPT 4) dal p.c.;
- Prelievo di n° 2 campioni indisturbati di terreno (CPT 1 e 4, classe Q5);
- Esecuzione di prove di laboratorio sui campioni di terreno prelevati;
- Installazione di n° 2 piezometri a tubo aperto sulle verticali CPT 1 e CPT 2;
- Esecuzione di n° 1 prova sismica MASW;

6.1 – Prove penetrometriche statiche CPT

Le prove penetrometriche statiche CPT (*Cone Penetration Test*) sono state eseguite per mezzo di un penetrometro autoancorante Pagani mod. TG 63 con capacità di spinta di 200 kN (Foto 8÷11).

Esse sono state effettuate secondo le disposizioni contenute nelle *Raccomandazioni sulla Programmazione ed Esecuzione delle Indagini Geotecniche – A.G.I. 1977.*

La determinazione della litologia dei terreni attraversati da prove penetrometriche statiche CPT con punta meccanica (tipo Begemann, con manicotto) è stata ottenuta con il Metodo di Schmertmann (1978), che considera come indicativo della litologia della verticale indagata il rapporto delle resistenze Rf (con Rf =100 fs/qc).

Dove:

f_s = resistenza per attrito laterale locale (adesione terreno-acciaio manicotto)

q_c = resistenza alla punta (penetrazione della punta)

Il tutto viene riportato su di un grafico (Fig. 2) che ha in ordinata la q_c in scala logaritmica ed in ascissa il rapporto delle resistenze R_f (%) in scala normale. Il lavoro di Schmertmann aggiorna la carta elaborata da Begemann (1965) che si basava sui soli valori di q_c e f_s (Fig. 3), basandosi su esperienze svolte in terreni della Florida.

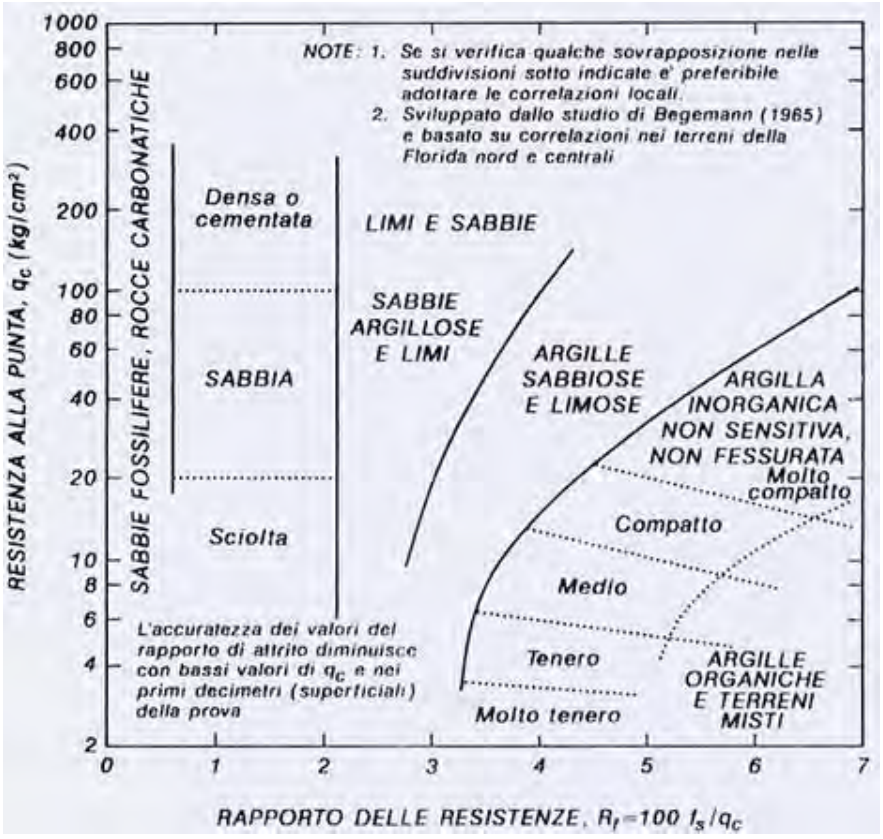


Fig. 2 – Guida per la stima del tipo di terreno da risultati di prove CPT con punta meccanica tipo Begemann. La classificazione è basata sui risultati di prove condotte su terreni della Florida (Schmertmann J.H., 1969-1978).

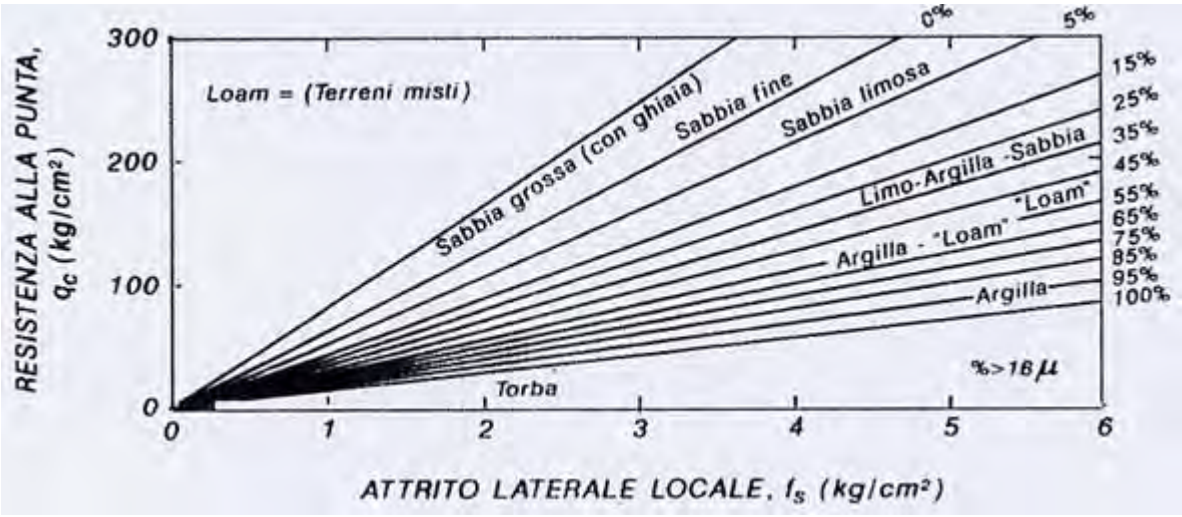


Fig. 3 – Guida indicativa (Begemann, 1965) per la classificazione dei terreni in base ai valori di qc e fs ottenuti con punta meccanica. Le percentuali si riferiscono al passante al vaglio 200 ASTM.

Le correlazioni utilizzate per stimare la stratigrafia dei terreni con tali prove sono dunque di tipo empirico; per evitare che l'estrapolazione di questi risultati possa portare a conclusioni non corrette, si è eseguita la taratura delle prove mediante l'esame diretto dei terreni attraverso i campioni prelevati a fianco delle CPT 1 e 4.

I risultati delle suddette prove ci permettono inoltre di stimare i principali parametri geotecnici dei litotipi attraversati, ricavati da alcune delle più note correlazioni utilizzate in meccanica delle terre (cfr. Rapporto Tecnico prove penetrometriche CPT in appendice).

6.2 – Prove di laboratorio

Durante prove in sito sono stati prelevati nr. 2 campioni di terreno indisturbati a fianco delle prove CPT 1 e CPT 4 con campionatore a pressione tipo shelby. I campioni, racchiusi in fustelle di acciaio, sono stati consegnati al laboratorio *Elletipi s.r.l.* di Ferrara, ove sono stati sottoposti ad analisi fisiche e meccaniche.

I parametri più significativi ricavati dai tests di laboratorio vengono riassunti nella seguente tabella:

SONDAGGIO		CPT1	CPT4
Campione		SH1	SH2
Profondità	metri	1.0÷1.5	1.0÷1.5
CARATTERISTICHE FISICHE			
contenuto in acqua	%	15.5	21.5
Massa volumica naturale	Mg/m^3	2.06	1.91
Massa volumica secca	Mg/m^3	1.78	1.57
Massa volumica immersa	Mg/m^3	1.12	0.99
Porosità	%	34	42
Indice dei vuoti	--	0.52	0.72
Grado di saturazione	%	81	81
Peso specifico	Mg/m^3	2.700	2.700
DISTRIBUZ. GRANULOMETRICA			
Frazione ghiaiosa	%	0.0	4.1
Frazione sabbiosa	%	3.9	28.9
Frazione limosa	%	69.3	56.9
Frazione argillosa	%	26.8	10.2
LIMITI DI CONSISTENZA			
Limite liquido	%	40	28
Limite plastico	%	28	20
Indice plastico	%	13	7
Indice di consistenza	--	1.97	0.85
TAGLIO DIRETTO (PICCO)			
Coesione intercetta	kPa	48.02	--
Angolo di resistenza al taglio	°	26	--
RIGONFIAMENTO			
Pressione di rigonfiamento	kPa	--	45.5
BLU DI METILENE			
Valore di blu	g/kg	--	19.8

NB: a causa di un refuso negli allegati certificati di laboratorio della ditta Elletipi srl, i campioni esaminati sono stati individuati con le sigle S1 SH1 (CPT1 SH1) e S2 SH2 (CPT 4 SH2).

Per la valutazione della plasticità dei terreni, si è utilizzata la *Carta di Casagrande* (Fig. 4), in cui sono riportati, in ascisse, il *Limite di Liquidità* ed in ordinate, l'*Indice di Plasticità*. Tale carta consente di classificare i terreni in funzione della plasticità, ma anche della granulometria (limi ed argille) e del contenuto in sostanze organiche (che abbassa la plasticità).

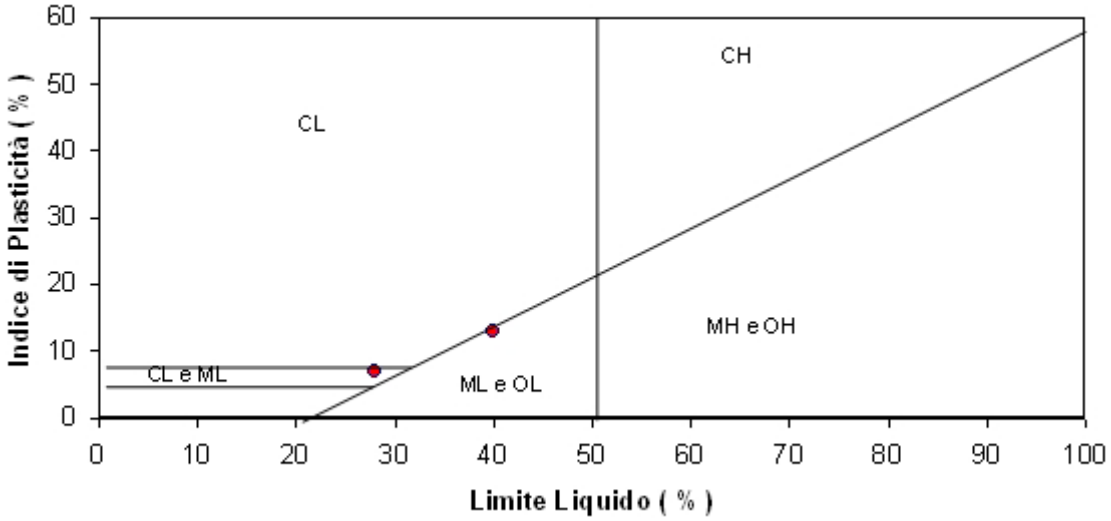


Fig. 4 – Classificazione dei terreni in base alla Carta di Plasticità di Casagrande.

Per evidenziare il ruolo della mineralogia, che nella *Carta di Casagrande* è oscurato da quello della granulometria, Williams & Donaldson (1980) propongono la seguente *Carta di Attività*, in cui l'*Indice di Plasticità*, in percento, è posto in funzione del contenuto di argilla, sotto forma di percentuale in peso secco di particelle di dimensione minore di 2μ (Fig. 5).

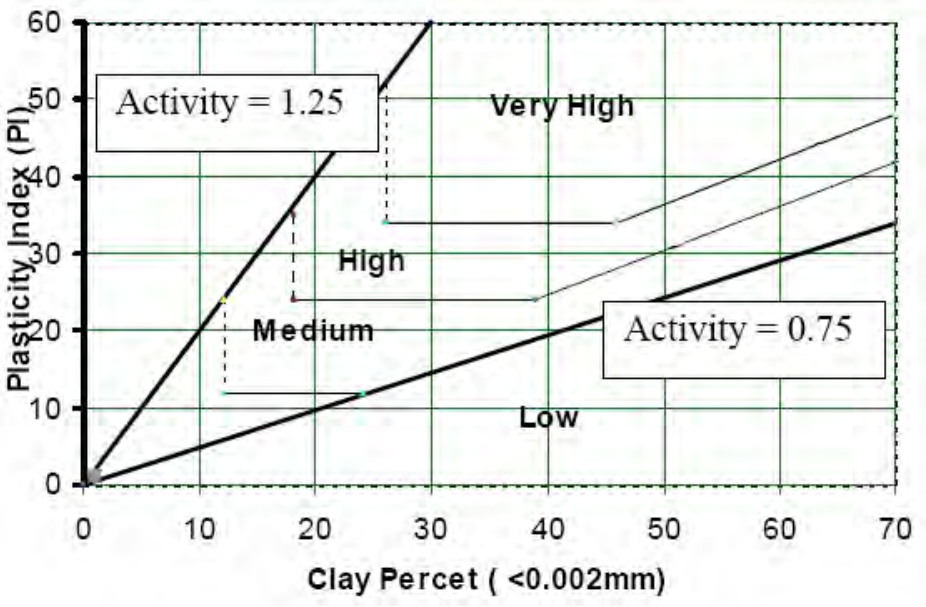


Fig. 5 – Cartà di attività (Williams & Donaldson 1980, modificato)

Nel nostro caso i tests eseguiti sui campioni di terreno ci danno valori del limite liquido ll = 28÷40 % e dell'indice di plasticità Ip = 7÷13 %, a fronte di un contenuto in argilla CF = 10.2÷26.8 %. Il terreno rientra quindi nel campo dei *limi inorganici ed argillosi (ML)* del diagramma di Fig. 3, ed in quello delle *argille a bassa attività* del diagramma di Fig. 5.

La *prova al Blu di Metilene* fornisce indicazioni sulla quantità e sulla qualità della frazione argillosa del terreno, quantificando la capacità di adsorbimento ionico e misurando la quantità di blu di metilene necessaria per ricoprire la superficie totale delle particelle costituenti questi terreni. Il valore di blu è espresso in grammi di blu adsorbito dal campione su 100 grammi di suolo secco:

$$V_B = V*0.01*100/m_0$$

Con:

V = volume della soluzione di blu utilizzata (cm^3)

0,01 = concentrazione della soluzione di blu (g/cm^3)

m_0 = massa del campione secco (g)

Il valore del blu della frazione argillosa del terreno permette inoltre di definire l'*indice di attività della frazione argillosa del terreno* A_{CB} (Lautrin, 1989), anche chiamato *indice di nocività* (Lautrin, 1987):

$$A_{CB} = 100* V_B /CF$$

Con:

CF = Clay Fraction - percentuale in argilla (%)

Un'estesa campagna sperimentale condotta dall'Autore nel 1987 e nel 1989 mostra che A_{CB} cresce con la percentuale di montmorillonite e che i valori più bassi si ottengono per frazioni argillose poco attive o inerti. In particolare, A_{CB} è compreso tra 1 e 2 per la caolinite pura, tra 4 e 5 per l'illite pura, e tra 18 e 20 per la montmorillonite pura.

E' possibile quindi classificare i terreni in funzione dell'attività della frazione argillosa (cfr. Fig. 6). Tale classificazione indica che i terreni di classe 1, 2, 3 sono considerati come stabili dal punto di vista geotecnico (terreni non argillosi, con frazione argillosa attiva e poco attiva che mostrano una debole tendenza al rigonfiamento ed una migliore resistenza al taglio);

Al contrario quelli di classe 4, e soprattutto quelli di classe 5, 6 e 7, sono in grado di cambiare il loro comportamento in funzione della presenza di acqua e di un eventuale cambiamento di condizioni chimiche (Chiappone & Scavia, 1999).

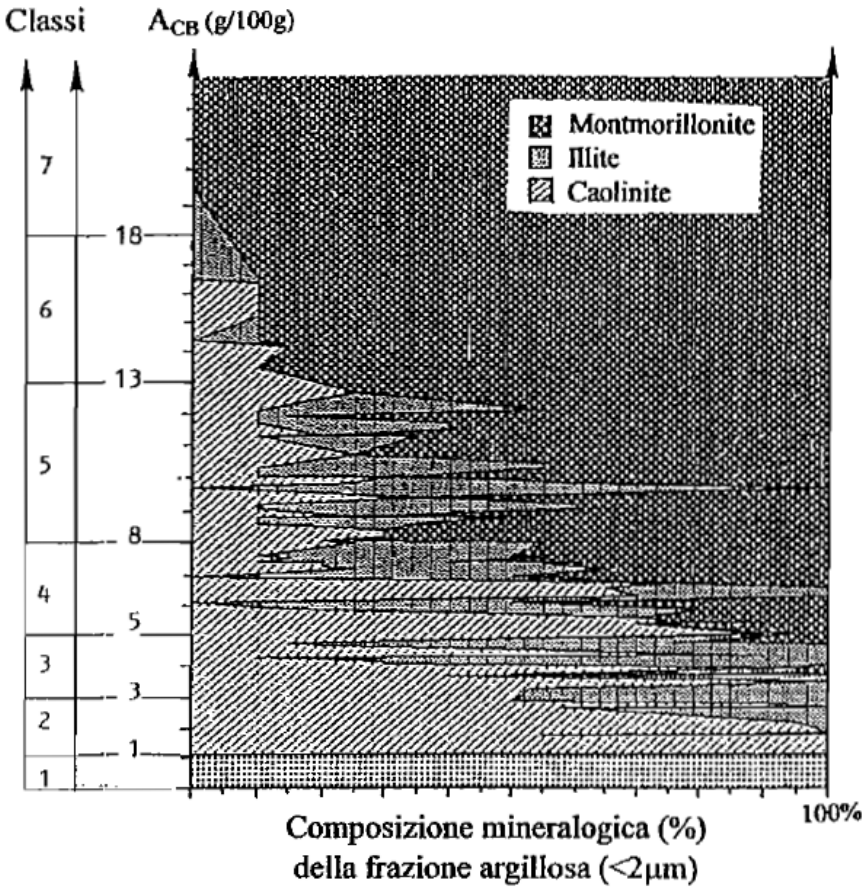


Fig. 6 – Diagramma di attività di blu (Lautrin, 1989 mod. da Chiappone & Scavia, 1999).

Classe 1	Terreni non argillosi
Classe 2	Terreni con frazione argillosa inattiva
Classe 3	Terreni con frazione argillosa poco attiva
Classe 4	Terreni con frazione argillosa normale
Classe 5	Terreni con frazione argillosa attiva
Classe 6	Terreni con frazione argillosa molto attiva
Classe 7	Terreni con frazione argillosa nociva

Nel nostro caso i tests eseguiti sui campioni di terreno ci danno un valore di blu Vb = 1.98 g/100 g a fronte di un contenuto in argilla CF = 26.8 % nell'area di sedime del fabbricato oggetto di intervento. I terreni sono quindi riferibile alla classe 4 del diagramma di Fig. 6 (*Terreni con frazione argillosa normale)*, con indice di attività A_{CB} = 7.3 (ipotesi mineralogica: *Illite*).

La *pressione di rigonfiamento SP* misura il contrasto che va applicato ad un provino di terreno, durante una prova edometrica a volume costante, per impedirne il rigonfiamento. La prova effettuata ha fornito un valore basso della SP, (45.5 kPa): i terreni possono quindi essere considerati da *poco rigonfianti*.

Una conferma di quanto esposto ci viene dalla classificazione dei terreni proposta da C. Meisina (2000), che associa i valori del blu di metilene Vb con quelli della pressione di rigonfiamento SP, permettendo così di valutare il potenziale di ritiro/rigonfiamento del terreno (Fig. 7).

VB (g/100g of soil)	IP	SP' Kpa	Swelling/shrinking potential
<2.5	<12	0-100	low
2.5-4.5	12-35	100-300	medium
4.5-9	35-45	300-500	high
>9	>45	>500	very high

Fig. 7 – Valutazione del potenziale di rigonfiamento/ritiro dei terreni (Meisina, 2000).

Nel nostro caso i tests eseguiti sui campioni di terreno ci danno un valore di blu Vb = 1.98 g/100 g a fronte di una pressione di rigonfiamento SP = 45.5 kPa. Siamo quindi in presenza di terreni con un *potenziale di rigonfiamento/ritiro basso*.

Per quanto riguarda infine la *resistenza al taglio dei terreni*, il range dei valori ottenuti dalle prove di taglio diretto CD (*coesione intercetta c'* e *angolo di resistenza al taglio* φ') sono compatibili con i dati bibliografici associabili a limi argilloso-sabbiosi afferenti a depositi di versante normal-consolidati.

6.3 – Indagine geofisica con tecnica MASW

Il metodo MASW (*Multichannel Analysis of Surface Waves*) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio Vs, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (accelerometri o geofoni) posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle *onde di Rayleigh*, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla loro propagazione. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (*Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980*) o, detto in maniera equivalente, la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo. Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori.

Tale metodo consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 2÷100 Hz; esso fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo generalmente compresa tra i 10 m ed i 50 m; in funzione della rigidezza del terreno e delle caratteristiche della sorgente, e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20 m.

Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità $Vs_{,30}$ e quindi individuare la categoria sismica del suolo.

Rimandando all'allegato Rapporto Tecnico MASW. i dati analitici completi, sono di seguito riassunti i risultati finali della prova MASW eseguita (Foto 12):

$Vs_{,30}$ m/s	**CATEGORIA DI SUOLO** § 3.2.2 NTC 2008
404	B

7 – MODELLO GEOTECNICO

Per la caratterizzazione dei terreni in condizioni dinamiche, quali ad esempio quelle sismiche, non è sufficiente la loro suddivisione in base a semplici criteri stratigrafici, ma è opportuno procedere ad una loro caratterizzazione dal punto di vista meccanico. Le indagini descritte, associate ai dati bibliografici reperiti, permettono di definire il modello geotecnico del volume di terreno "significativo" coinvolto nello studio in oggetto, e di descriverne compiutamente le condizioni stratigrafiche, il regime delle pressioni interstiziali, e le sue caratteristiche fisico meccaniche.

7.1 – Unità litotecniche

La *Carta litotecnica* (Tav. 5), redatta in conformità ai criteri per le indagini di microzonazione sismica di cui alla Circ. R.M. n° 14/1990, individua ed accorpa depositi e formazioni presenti secondo gruppi di unità omogenee per caratteristiche fisico-meccaniche. La legenda (*Indagine per la valutazione e riduzione del rischio sismico - Co.R.S., 1988*), prevede la caratterizzazione di unità sotto il profilo geologico-tecnico relativamente a due distinti insiemi: i terreni ascrivibili alle coperture ed i terreni ascrivibili al substrato.

Vengono considerati come *substrato* quei terreni che presentano velocità sismiche delle onde P (longitudinali) superiori a circa 2000 m/s e come coperture i rimanenti litotipi, in quanto al disotto di tale valore di velocità la fase liquida può giocare un ruolo determinante in presenza di sollecitazioni sismiche, dando origine a cedimenti e/o liquefazioni.

UNITÀ DELLA COPERTURA

D1 *Depositi di versante*

Limi argilloso-sabbiosi con inclusi lapidei eterometrici

D2 *Depositi di conoide fluvio-torrentizia*

Ghiaie e ghiaie sabbioso-limose

UNITÀ DEL SUBSTRATO

B3 *Bisciaro*

Marne calcaree e calcari marnosi con intercalazioni vulcanoclastiche

B4 *Scaglia Cinerea*

Marne, marne calcaree e marne argillose variamente alternate

7.2 – Stratigrafia

La litologia dell'area di sedime è stata ricostruita in base alle prove in sito eseguite; per le profondità medie e gli spessori relativi delle unità litotecniche individuate, si fa riferimento alla sezione geologica A-A' (cfr. Tav. 4) ed alle interpretazioni stratigrafiche contenute nel *Rapporto Tecnico prove penetrometriche CPT – GE.CO. srl* allegato in appendice.

UNITÀ LITOTECNICA	LITOLOGIA	PROFONDITÀ	SPESSORE
D1	DEPOSITI DI VERSANTE Limo argilloso-sabbioso con inclusi lapidei calcareo-marnosi	0.00÷2.80 M	2.80M
B4	SCAGLIA CINEREA Marne calcaree e marne argillose	2.80÷9.40 M	6.60 M

Il controllo della strumentazione installata (piezometri a tubo aperto) non ha rilevata la presenza di acqua; si ritiene comunque che possa esistere una modesta circolazione idrica all'interno della coltre di ricoprimento a matrice limoso-argilloso-sabbiosa, alimentata occasionalmente da precipitazioni meteoriche.

7.3 – Caratteri fisico-meccanici dei terreni

Per definire i parametri fisico-meccanici dei terreni si sono verificati in modo critico i dati ottenuti dalle prove in sito, confrontandoli con quelli desunti dalla bibliografia esistente e studi già eseguiti. In accordo con quanto previsto dalle *Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC*, per ciascun litotipo vengono di seguito indicati i **valori caratteristici**.

UNITÀ LITOTECNICA	Peso di volume γ gr/cm^3	Angolo di attrito eff. ϕ ' °	Coesione efficace C' kg/cm^2	Coes. non drenata Cu kg/cm^2	Modulo Edometrico M kg/cm^2	Velocità onde SH V_S m/sec
D1	2	26	0.4	2	100	316
B4	2.2	26	0.6	5	300	458

8 – MODELLAZIONE SISMICA DEL SITO E PERICOLOSITÀ SISMICA

Il territorio comunale di Ancona rientra nell'elenco dei Comuni ad elevato rischio sismico (L. 27.12.97 n° 449, O.P.C.M. n° 2788 del 12.06.98); ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274 del 20.02.2003 e della D.G.R.M. n° 1046 del 29.07.2003 e smi esso è classificato in *Zona Sismica 2*. Secondo quanto previsto dal D.M.14.01.2008 *"Norme Tecniche per le Costruzioni"*, le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Essa è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{V_R} nel periodo di riferimento V_R. Le forme spettrali sono definite dai seguenti parametri:

- a_g accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_o valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T^*_C periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Sia forma spettrale che accelerazione massima attesa variano al variare della probabilità di superamento nel periodo di riferimento.

Rispetto all'area d'intervento il nodo più prossimo sul reticolo di riferimento (Tab. 1 All. NTC) è quello con codice ID21202. Con l'ausilio del programma di calcolo *Spettri NTC ver. 1.03* (fornito dal CSLP) sono stati determinati i **parametri sismici** del sito e relativi **spettri di risposta**, i cui tabulati e grafici sono allegati in appendice.

Secondo le NTC 2008, la "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione dipende anche dal tipo di sottosuolo e dalle condizioni topografiche.

8.1 – Categoria di sottosuolo

Ai fini della definizione della azione sismica di progetto, il terreno di fondazione è stato classificato in base ai valori della velocità equivalente **$Vs_{,30}$** di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità (cfr. § 3.2.2 NTC 2008), definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}} \ [m/s].$$

con:

h_i = spessore (in metri) dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato;

N = numero di strati compresi nei primi 30 m di profondità.

Nel nostro caso dalla MASW eseguita (cfr. § 6.3) si ottiene una velocità equivalente $V_{s,30}$ pari a 404 m/s; i terreni sono riferibili alla categoria di suolo di fondazione "**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 (ovvero $N_{SPT,30}$ > 50 nei terreni a grana grossa e $cu_{,30}$ > 250 kPa nei terreni a grana fina).*

8.2 – Condizioni topografiche

Le condizioni topografiche del sito possono essere assimilate alla categoria topografica "**T1**" di Tab. 3.2.IV NTC 2008, ovvero superficie topografica pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media ≤ 15°.

8.3 – Pericolosità sismica

La *Carta delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali* (Tav. 6) è stata redatta in conformità agli indirizzi e criteri contenuti nella L.R. n° 33/1984 e nelle Circolari della R.M. n° 14/1990 e 15/1990. In essa vengono evidenziate le pericolosità geologiche e geomorfologiche presenti, intese come aree omogenee ove possano verificarsi fenomeni naturali o indotti, ed identificate le zone di potenziale pericolosità, in cui si prevedono fenomeni di amplificazione sismica o di instabilità comunque collegati ad un sisma. Per la definizione delle zone suscettibili ci si è attenuti, ove possibile, alla legenda sviluppata dal CNR-GNDCI e Regioni Marche e Umbria per il *Manuale per il rilevamento e l'identificazione delle zone suscettibili di amplificazioni o instabilità dinamiche locali*. Sono state individuate le seguenti tipologie di zone suscettibili:

1. ZONA ESPOSTA AL RISCHIO FRANA

   Si tratta di una fascia di 10 metri di larghezza a ridosso degli orli di scarpate con altezza > 10 m. La presenza di tali strutture potrebbe produrre fenomeni di amplificazione sismica o di instabilità comunque collegate ad un sisma.

2. ZONA CON TERRENI DETRITICI DI SPESSORE > 2 M

   Corrispone ai depositi di versante e di conoide fluvio-torrentizia (unità litotecniche D1 ed D2). Durante un sisma la presenza di coltri di terreni a caratteristiche meccaniche molto eterogenee sovrastanti il substrato potrebbe produrre locali effetti di amplificazione delle onde sismiche.

9 – VERIFICHE DI STABILITA'

L'area di sedime del fabbricato è ubicata in una zona a debole pendenza (< 10°) compresa tra i rilievi di Monte Larciano (SW), Monte Colombo (SE), Monte Conero (NE) e Massignano (NW); allo stato attuale non rientra in alcuna Aree di Versante in Dissesto, così come individuate dal Piano stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico della Regione Marche (PAI, adottato definitivamente con DCR n° 116 del 21.01.2004).

Le verifiche di stabilità del pendio, elaborate al computer con l'ausilio del programma di calcolo *Slope Geostru,* sono state condotte lungo la direttrice della Sezione A-A' (cfr. Tavv. 3b, 3c e 4).

Quale possibile cinematismo di frana è stato considerato quello roto-traslativo interessante i terreni del substrato e dei depositi di versante. Le verifiche numeriche sono state eseguite utilizzando il metodo di *Janbu*: tale procedura di analisi dell'*equilibrio limite* studia le condizioni di equilibrio di volumi di terreno (conci) delimitati inferiormente da ipotetiche superfici di scorrimento di forma qualsiasi. Il coefficiente di sicurezza Fs è espresso dalla seguente equazione che, per la presenza del medesimo coefficiente di sicurezza anche al numeratore, va risolta con una procedura di tipo iterativo, fino all'ottenimento della convergenza su un valore praticamente costante di Fs:

$$Fs = \frac{\sum_{(i=1-n)} \{[c'_i \Delta x_i + (\gamma_i - u_i \Delta x_i) \operatorname{tg}\phi_i] / \cos^2\alpha_i [(1 + \operatorname{tg}\alpha_i \operatorname{tg}\phi_i)/ Fs]\}}{\sum_{(i=1-n)} \gamma_i \operatorname{tg}\alpha_i}$$

dove:

Fs = coefficiente di sicurezza

c'_i = coesione agente lungo la base del concio i-esimo

u_i = pressione neutra dell'acqua $\gamma w * hw$

γw = peso di volume dell'acqua

hw = altezza dell'acqua sulla base del concio

Δx_i = lunghezza del concio lungo l'orizzontale

α_i = inclinazione alla base del concio i-esimo

γ_i = peso del volume di terra compreso nel concio i-esimo

Le verifiche, limitate alla porzione di versante interessata dall'intervento in oggetto, tengono conto del cosiddetto *"effetto scala"*, ovvero della dipendenza di un dato fenomeno dalla dimensione del campione osservato. Esse sono state condotte nell'ipotesi di stato attuale e futuro, in presenza di sollecitazioni sismiche.

Per tenere in considerazione la decompressione dei terreni in prossimità del ciglio della scarpata di ca. 15 m di altezza, sono stati ridotti di 1/3 i valori della resistenza al taglio degli stessi. Per i calcoli si sono utilizzati i seguenti parametri geotecnici:

	D1 DEPOSITI DI VERSANTE	B4 SCAGLIA CINEREA
Peso di volume γ kg/m^3	2000	2200
Peso di volume saturo γ_s kg/m^3	2200	2400
Angolo di attrito efficace ϕ °	17.3	17.3
Coesione efficace c' kg/cm^2	0.26	0.4
Mod. taglio din. basse def. G0 kPa	20000	77000
Mod. taglio din. G kPa	15000	27750
Rapp. di sovraconsolidazione OCR	0.5	4
Indice Plastico IP %	13	7

L'analisi delle condizioni di stabilità del pendio in condizioni sismiche sono state eseguite mediante metodi pseudostatici, in accordo con quanto previsto dalle NTC 2008 e smi proposte dalla Circ. 02/02/2009. Laddove la normativa non dà specifiche indicazioni o le stessa appaiono contorte e contraddittorie, viene utilizzato il più cautelativo approccio statistico proposto dall'EC7 (e comunque non in contrasto con le sopra citate norme).

La condizione di stato limite ultimo (SLU) viene riferita al cinematismo di collasso critico caratterizzato dal più basso valore del coefficiente di sicurezza Fs:

$$\mathbf{Fs = (\tau s/R2)/ \tau m}$$

dove:

τs = resistenza al taglio disponibile

τm = sforzo al taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento

R2 = coefficiente di riduzione parziale che si applica alla reisitenza al taglio disponibile (Tab. 6.8.I NTC 2008)

Nelle verifiche allo SLU si assume:

Approccio 1 - Combinazione 2 (**A2+M2+R2**), con **R2 = 1.1**

dove:

A2 = coefficienti parziali di riduzione per le azioni o effetto delle azioni (Tab. 6.2.I NTC 2008)

M2 = coefficienti parziali di riduzione per i parametri geotecnici del terreno (Tab 6.2.II NTC 2008)

R2 = coefficiente di riduzione parziale che si applica alla reisitenza al taglio disponibile (Tab. 6.8.I NTC 2008)

Le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica Fh e Fv possono esprimersi come:

$$Fh = kh*W$$

$$Fv = kv*W$$

Con kh e kv coefficienti sismici orizzontale e verticale:

$$k_h = \beta_s \cdot \frac{a_{max}}{g}$$

$$k_v = \pm\ 0,5 \cdot k_h$$

dove:

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito

α_{max} = accelerazione massima attesa al sito = $S*a_g = S_s*S_T*a_g$

g = accelerazione di gravità

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T)

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

I valori di β_s sono riportato nella seguente tabella (Tab. 7.11.I delle NTC 2008):

	Categoria di sottosuolo	
	A	**B, C, D, E**
	β_s	β_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,30	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,20	0,20

Nel caso di terreni saturi, l'incremento di pressione interstiziale Δu deve essere valutata se la deformazione di taglio indotta dall'azione sismica è superiore al valore della deformazione di soglia volumetrica, γ_v. Generalmente la pressione interstiziale aumenta durante l'applicazione della sollecitazione sismica ma si mantiene inferiore alla pressione atmosferica. In tal caso, può essere assunto un valore nullo delle pressioni interstiziali per tutto il periodo di applicazione del carico ($\sigma'=\sigma$) e le analisi possono essere eseguite utilizzando le caratteristiche di resistenza determinate in prove drenate eseguite su provini. Nei terreni coesivi, l'incremento di pressione interstiziale Δu, ad una certa profondità, può essere stimato mediante la seguente relazione empirica (*Matsui et al., 1980*):

$$\frac{\Delta u}{\sigma'_0} = \beta \cdot \left[\log\left\{ \frac{\gamma_{c,max}}{\gamma_v} \right\} \right]$$

dove:

σ'_0 = valore iniziale della pressione media efficace alla profondità considerata

$\gamma_{c,max}$ = deformazione di taglio massima raggiunta durante il sisma

β = 0.45

La deformazione di soglia volumetrica γ_v, determinabile con prove cicliche di laboratorio, può essere valutata in prima approssimazione mediante la relazione:

$$\gamma_v = A \cdot (OCR - 1) + B$$

dove:

OCR = grado di sovraconsolidazione

A, B = coefficienti sperimentali ricavati in funzione dell'indice di plasticità IP

Il valore di $\gamma_{c,max}$ alla profondità considerata può essere determinato mediante analisi della risposta sismica locale; in alternativa, si determina preliminarmente con la relazione empirica:

$$\tau_{max} = \frac{a_{max}}{g} \cdot \sigma_v \cdot r_d$$

dove:

a_{max}, = accelerazione di picco al piano campagna sulla verticale relativa al punto considerato espressa in g

g = accelerazione di gravità

σ_v = tensione verticale totale

r_d = coefficiente riduttivo che tiene conto dell'azione sismica alla profondità di interesse che porta in conto la deformabilità del sottosuolo

Il coefficiente r_d può essere valutato, in prima approssimazione, con l'espressione:

$$r_d = 1 - 0.015 \cdot z$$

dove:

z = profondità nel punto considerato

La massima deformazione di taglio indotta dal sisma si ricava quindi dalla relazione:

$$\gamma_{c,max} = \frac{\tau_{max}}{G}$$

dove:

G = modulo di taglio dinamico

Come carico esterno distribuito dai fabbricati si è assunto un valore pari a 1 kg/cm^2.

Quale fattore di sicurezza minimo accettabile si è ritenuto opportuno assumere Fs > 1.3, che soddisfa sia il vigente DM 14/01/2008, sia il superato (ma non ancora abolito) DM 11/03/1988.

Rimandando ai grafici e tabulati allegati i risultati delle verifiche effettuate, vengono riassunti gli elementi della superficie critica con coefficiente di sicurezza più basso:

Verifica n°	Metodo di calcolo	Elementi considerati nel calcolo	Stato	Coefficiente di sicurezza Fsmin
1	Janbu	sollecitazioni sismiche carico superficiale distribuito 1 kg/cm^2 vecchio edificio nella attuale posizione	ATTUALE	**1.09**
2	Janbu	sollecitazioni sismiche carico superficiale distribuito 1 kg/cm^2 nuovo edificio delocalizzato*	FUTURO	**1.70**

NB: * si è ipotizzata la delocalizzazione dell'edificio a 15 m dal ciglio della scarpata, con uno spostamento rispetto all'attuale posizione di ca. 10 m

Come si può evincere dai risultati delle verifiche, la situazione del versante, attualmente stabile ma con un coefficiente di sicurezza prossimo all'unità, è destinata a migliorare con la delocalizzazione dell'edificio ad una distanza di 15 m dal ciglio della scarpata, garantendo un Fs > 1.3 adeguato alla attuale situazione geologico-geomorfologica dell'area.

10 – STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

Si denomina genericamente liquefazione una diminuzione di resistenza a taglio e/o di rigidezza causata dall'aumento di pressione interstiziale in un terreno saturo non coesivo (sabbia, ghiaia, limo non plastico) durante lo scuotimento sismico, tale da generare deformazioni permanenti significative o persino l'annullamento degli sforzi efficaci nel terreno (§ 7.11.3.4 NTC 2008, Eurocodice 8 Parte 5).

Tale fenomeno riguarda i depositi superficiali di terreno incoerente o debolmente coerente, in presenza di falda acquifera. Il potenziale di liquefazione è incrementato in maniera rilevante dalle azioni cicliche prodotte dal terremoto, che riducono il volume dei vuoti aumentando di conseguenza la pressione interstiziale. Questo fenomeno è profondamente influenzato dal numero dei cicli del terremoto, dalla densità relativa e dalla granulometria del terreno.

Si ritiene che nell'area oggetto di indagine esista una modesta circolazione idrica all'interno della coltre di ricoprimento a matrice limoso-argilloso-sabbiosa, alimentata occasionalmente da precipitazioni meteoriche, tale da non poter essere considerata una vera e propria falda acquifera.

In accordo con quanto previsto dal § 7.11.3.4 NTC 2008, non si ritiene necessario procedere alla verifica a liquefazione dei terreni, in quanto l'assenza di falda acquifera può escludere fenomeni di instabilità locali dovuti a liquefacibilità dei terreni.

11 – CONCLUSIONI

I risultati dei rilievi in sito e delle verifiche eseguite confermano che la presenza di una profonda incisione di ca. 15 m di profondità, che dista meno di 5 m dallo spigolo N dell'edificio oggetto del presente piano di recupero, rappresenta un forte elemento di criticità relativamente alla stabilità geologica dell'area di sedime del fabbricato in quanto:

1. dalla comparazione delle foto aeree effettuata (cfr. § 5) si stima che il fenomeno di *arretramento del versante* progredisca ad una velocità di ca. 0,16 m/anno;
2. Il quadro fessurativo rilevato nella struttura è compatibile con fenomeni di decompressione del terreno prossimo al ciglio della scarpata (cfr. Tav. 4) che, anche a seguito dei carichi indotti dal fabbricato, hanno causato cedimenti differenziali dello stesso;
3. la presenza di una scarpata di rilevante altezza può causare, in caso di sisma, una amplificazione del moto del suolo e provocare movimenti gravitativi sul ciglio della scarpata stessa (*frane sismo-indotte,* cfr. § 8.3), con conseguente, repentino, arretramento del fronte;
4. dalle modellazioni numeriche (cfr. § 9) si evince che la situazione del versante, attualmente stabile ma con un coefficiente di sicurezza prossimo all'unità, è destinata a migliorare con la delocalizzazione dell'edificio ad una distanza di 15 m dal ciglio della scarpata, garantendo un Fs > 1.3 adeguato alla attuale situazione geologico-geomorfologica dell'area.

In base a quanto sopra esposto si ritiene indispensabile, in un'ottica di costi/benefici economici ed ambientali, delocalizzare la struttura oggetto di recupero ad una distanza non inferiore a 15 m dall'attuale fronte dell'esistente scarpata.

La proposta progettuale relativa al presente piano di recupero, riportata in Tav. 7, prevede lo spostamento dell'edificio ad una distanza ben superiore, che garantisce quindi un ampio margine di sicurezza nei confronti delle problematiche rilevate.

Come si può vedere non ci sono interferenze delle strutture di progetto con la zona esposta al rischio di frana individuata in Tav. 6, ad esclusione di un accessorio pertinenziale leggero (gazebo), che comunque non comporta nuova cubatura.

L'unica possibile alternativa alla delocalizzazione è sicuramente la realizzazione di un'opera di contenimento del terreno a protezione dell'edificio. Tale opera, a puro titolo di esempio, potrebbe consistere in una "berlinese", ovvero una tura di pali in cls armato gettati in opera, collegati in testa da una trave rigida e tirantati.

Questa soluzione comporterebbe dei costi molto elevati, non soltanto in termini economici, ma soprattutto ambientali. La scelta della delocalizzazione appare quindi ampiamente giustificata in un piano di recupero finalizzato al miglioramento percettivo degli edifici ed alla riqualificazione naturale dell'intera area.

Ancona, maggio 2021



APPENDICE

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (1986): La geologia delle Marche - A cura di Centamore E. e Deiana G., Studi geologici camerti, 73° congr. Soc. Geol. It., Roma.

AA.VV. (1990): L'ambiente fisico delle Marche: Geologia, Geomorfologia, Idrogeologia – 255 pp., 1 carta f.t., scala 1:100.000, Ed. S.E.L.C.A., Firenze.

AA.VV. (1997): Carta geologica del Parco Naturale del Conero, Ed. S.E.L.C.A., Firenze.

Co.R.S. (1988): Indagine per la valutazione e la riduzione del rischio sismico – Comune di Ancona, variante generale al PRG.

Montanari A. & Sandroni P. (1995): Le rocce del Conero raccontano – Aniballi grafiche srl.

Nanni T. (1980): Note illustrative sulla geologia dell'anconetano.

Nanni T. et Al (1988): Cartografia geologico-tecnica ai fini urbanistici del territorio del comune di Ancona - Università degli studi di Ancona, dip. Scienze dei materiali e della terra.

Pergalani F., Signanini P. (1984): "Alcune considerazioni sui parametri di velocità delle onde di compressione e di taglio nei porus media". Studi Geol. Camerti IX, pag. 51 - 68.

ARCHIVI E DATABASE

Autorità di bacino della Regione Marche: Piano di stralcio di bacino per l'Assetto Idrogeologico - P.A.I. approvato in via definitiva con D.C.R. 116/2004.

Sistema Informativo sulle Catastrofi Idrogeologiche - CNR GNDCI Progetto AVI (Aree Vulnerate Italiane).

Database ISPRA - Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale - http://www.isprambiente.it .

LAVORI PROFESSIONALI

Giampieri A. (2000): Restauro e risanamento conservativo con cambio di destinazione d'uso di un immobile da edificio colonico a civile abitazione - C.daPiancarda 128, Ancona - Rapporto geologico-tecnico.

Mainiero M. (2011): Ampliamento edificio di civile abitazione Via Colomba 6 - Fraz. Poggio - Ancona L.R. 21/12/2010 N. 19 - Piano Casa - Relazione geologica.

Mainiero M. (2012): Ristrutturazione immobile ad uso residenziale - Via Stiano 96 (Poggio) Ancona - Relazione geologica.

Mainiero M. (2013): Ampliamento di unità immobiliare – Fraz. Massignano, Via della Pecora 136/A - Ancona - Relazione geologica.



Foto 1 – Edificio oggetto del presente piano di recupero.



Foto 2 – Particolare delle lesioni presenti sul lato SW.



Foto 3 – Particolare delle lesioni coinvolgenti i lati SW e SE.



Foto 4 – Particolare della lesione che separa il corpo NW dell'edificio.



Foto 5 – Paleoalveo del Rio Pecorara.



Foto 6 – Particolare del ciglio della scarpata.



Foto 7 – Distanza dello spigolo N dal ciglio della scarpata.



Foto 8 – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT 1.



Foto 9 – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT 2.



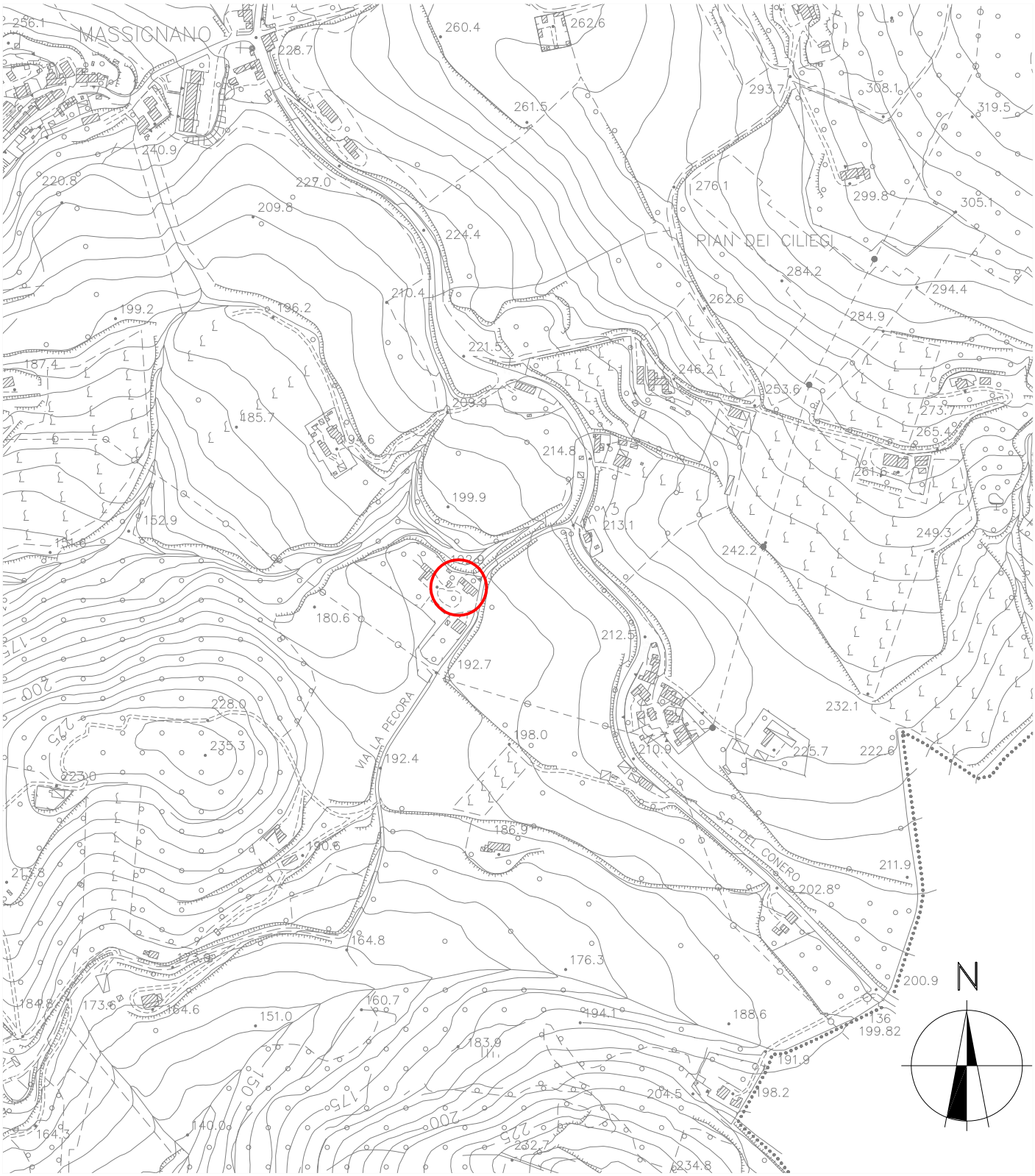
Foto 10 – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT 3.



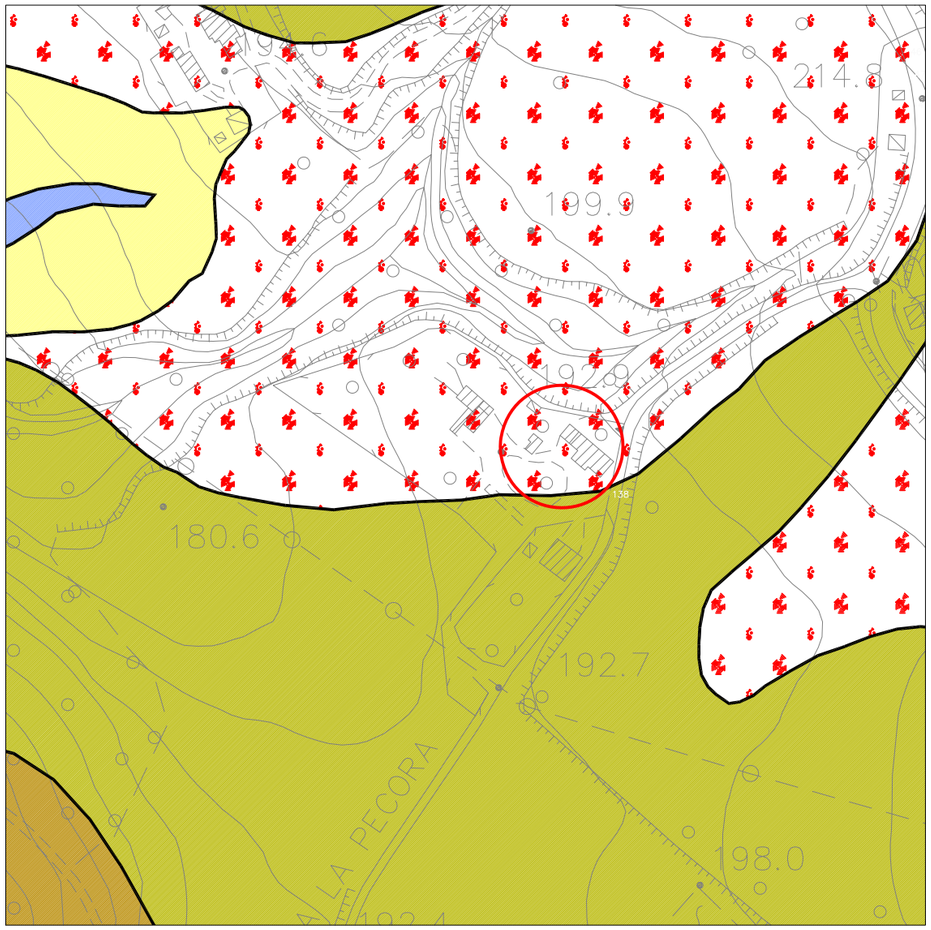
Foto 11 – Esecuzione prova penetrometrica statica CPT 4.



Foto 12 – Esecuzione stendimento MASW.



	Lavoro: PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA		TAV. 1
Redaz.:	M. Mainiero	Elaborato:	Scala:
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17 rev. 1.1		
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021	COROGRAFIA	1: 5000
Data:	MAGGIO 2021		
Committente: MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI			



CARTA GEOLITOLOGICA

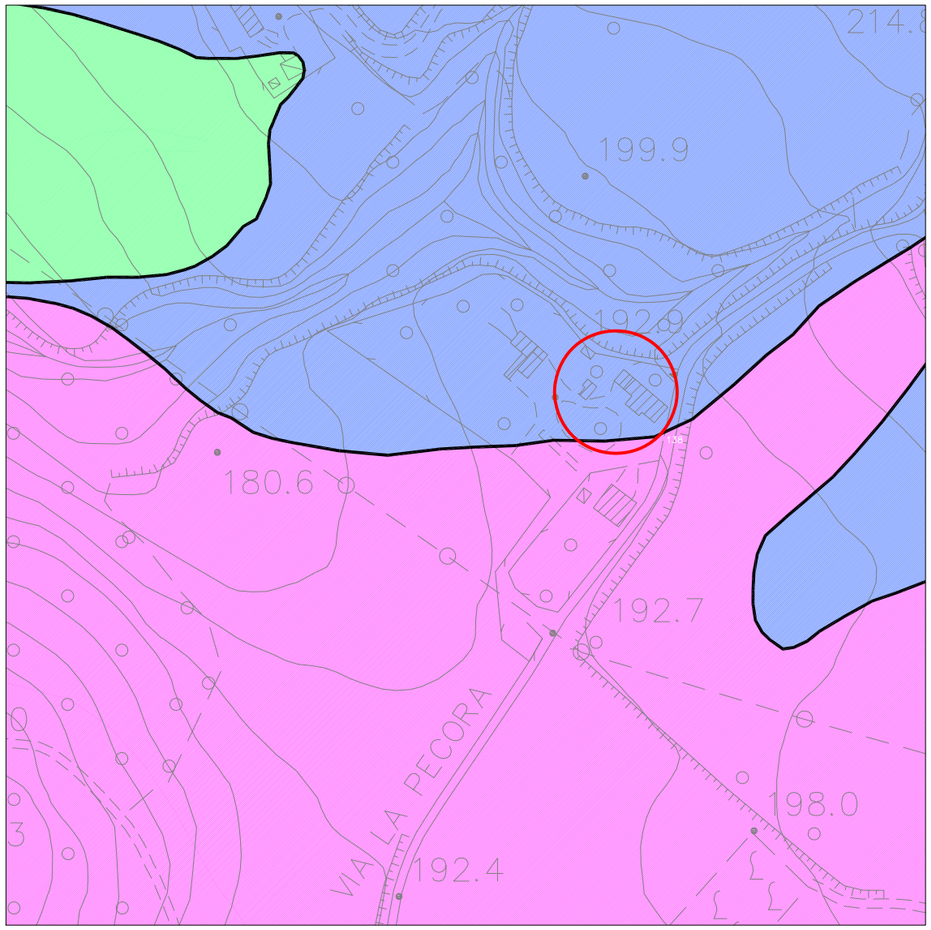
DEPOSITI DI CONOIDE FLUVIO-TORRENTIZIA
Ghiaie e ghiaie sabbioso-limose

DEPOSITI DI VERSANTE
Limi argilloso-sabbiosi con inclusi lapidei eterometrici, di spessore > 2 m

BISCIARO
Marne calcaree e calcari marnosi con intercalazioni vulcanoclastiche (Aquitaniano p.p. - Burdigaliano p.p.)

SCAGLIA CINEREA
Marne, marne calcaree e marne argillose variamente alternate (Priaboniano p.p. - Aquitaniano p.p.)

N



SCHEMA IDROGEOLOGICO

Complesso idrogeologico dei depositi detritici

Complesso idrogeologico dei depositi alluvionali

Complesso idrogeologico delle marne, marne calcaree e calcari marnosi dello Schlier, Bisciaro e Scaglia Cinerea

Redaz.:	M. Mainiero		
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1	
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021		
Data:	MAGGIO 2021		

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

TAV.2a

Elaborato:

CARTA GEOLOGICA E SCHEMA IDROGEOLOGICO

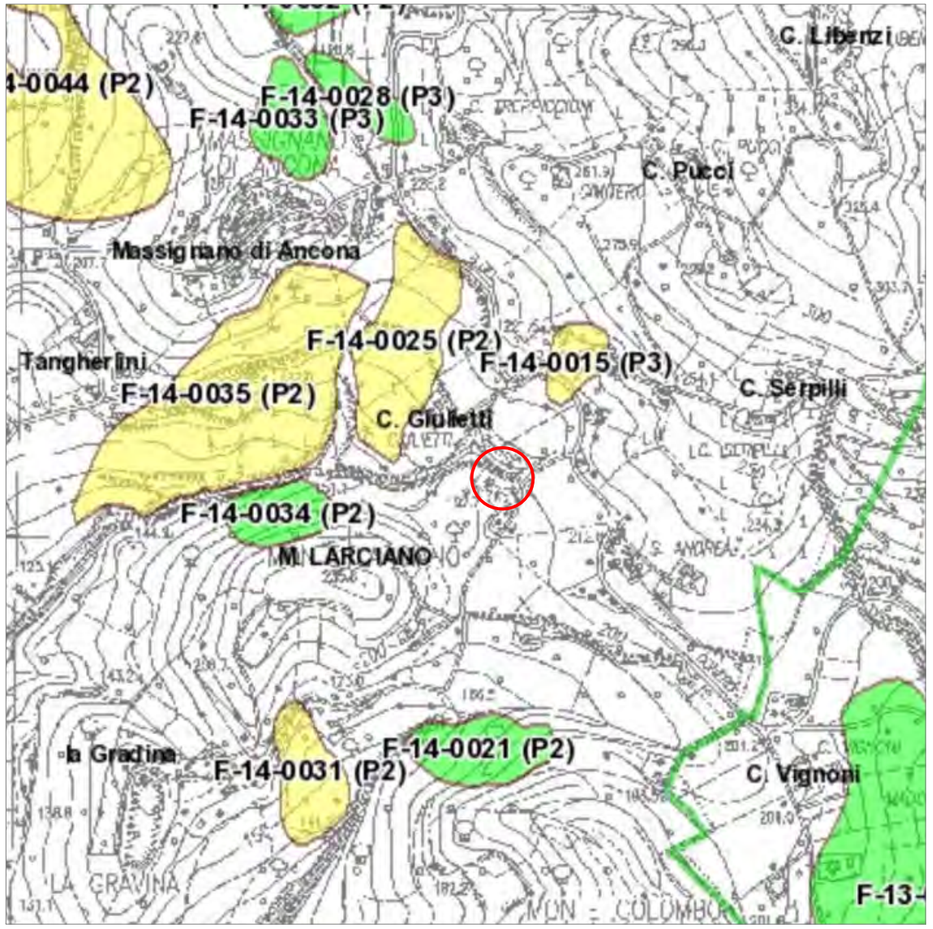
Scala:

1: 2000



CARTA GEOMORFOLOGICA (NANNI, 1988) - SCALA 1: 5000

N



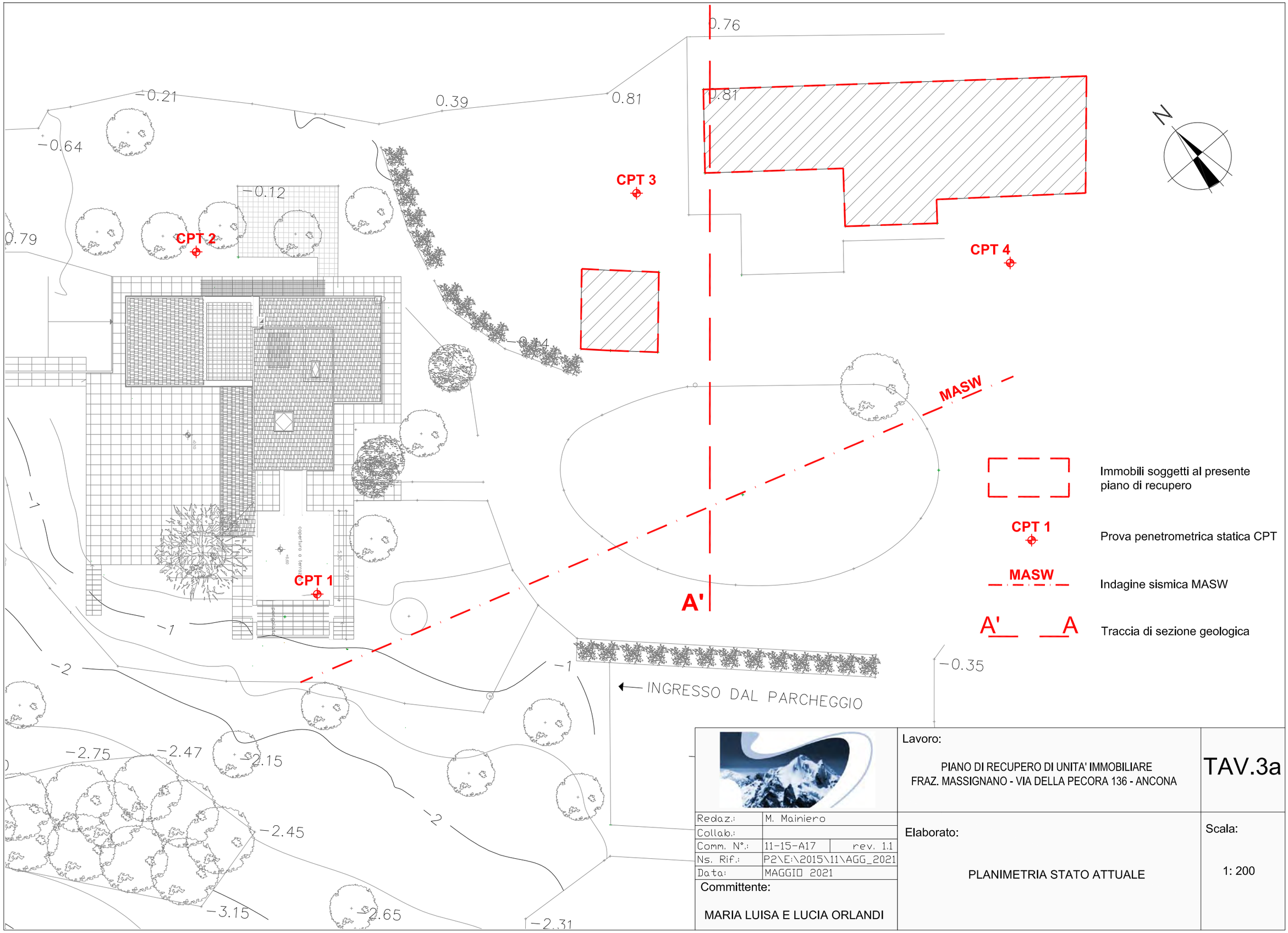
STRALCIO PAI - SCALA 1: 10000

DEPOSITI DI VERSANTE
Limi argilloso-sabbiosi con inclusi lapidei eterometrici, di spessore > 2 m

F-14-0034 — Accumulo di frana attiva a rischio moderato (R1) con codice identificativo P.A.I.

F-14-0031 — Accumulo di frana attiva a rischio medio (R2) con codice identificativo P.A.I.

	Lavoro: PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA	TAV.2b
Redaz.: M. Mainiero Collab.: Comm. N°.: 11-15-A17 rev. 1.1 Ns. Rif.: P2\E:\2015\11\AGG_2021 Data: MAGGIO 2021 Committente: MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI	Elaborato: CARTA GEOMORFOLOGICA E STRALCIO P.A.I.	Scala: VARIE



Redaz.:	M. Mainiero		
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1	
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021		
Data:	MAGGIO 2021		

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

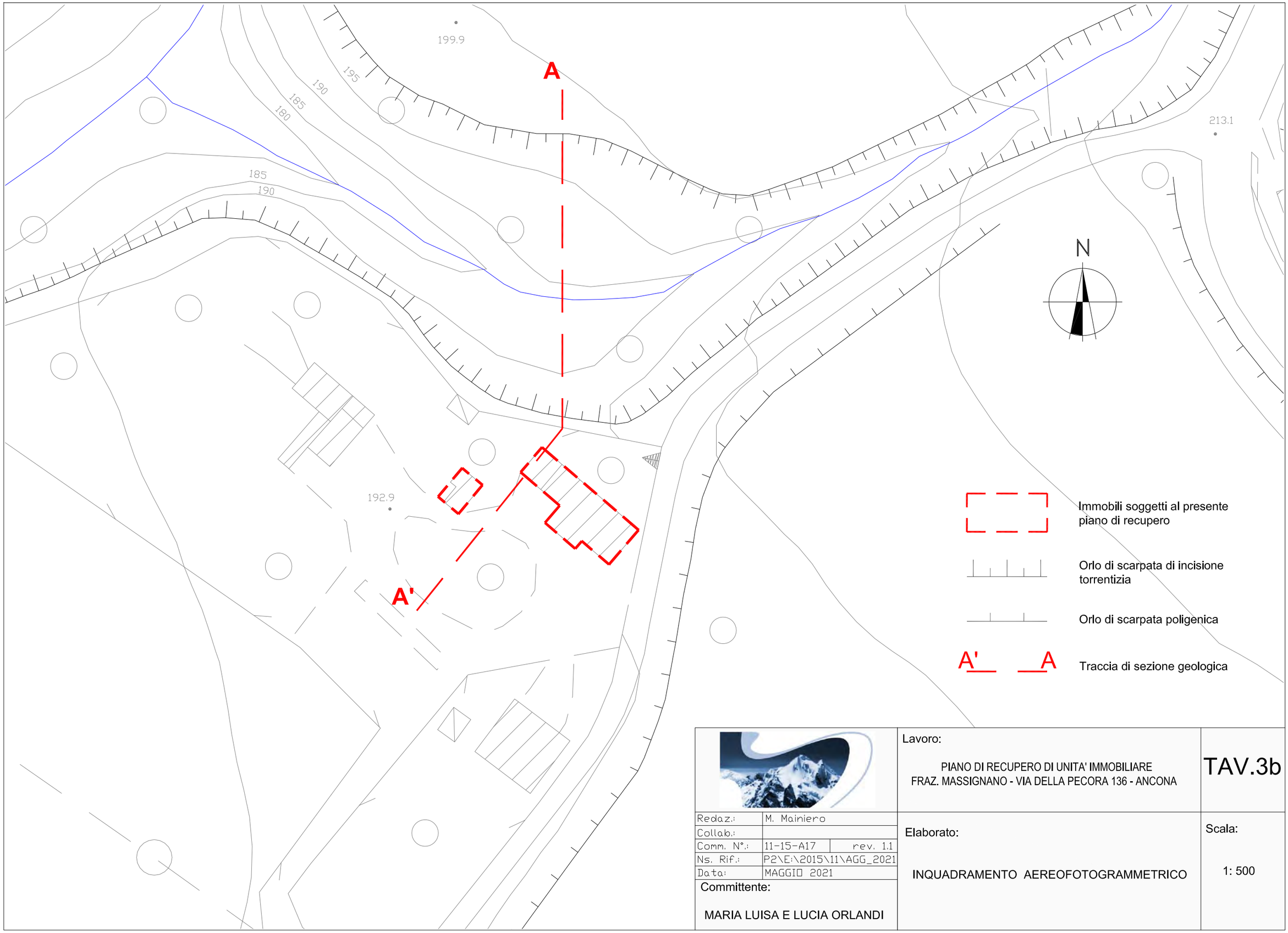
TAV.3a

Elaborato:

PLANIMETRIA STATO ATTUALE

Scala:

1: 200



Redaz.:	M. Mainiero		
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1	
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021		
Data:	MAGGIO 2021		

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

TAV.3b

Elaborato:

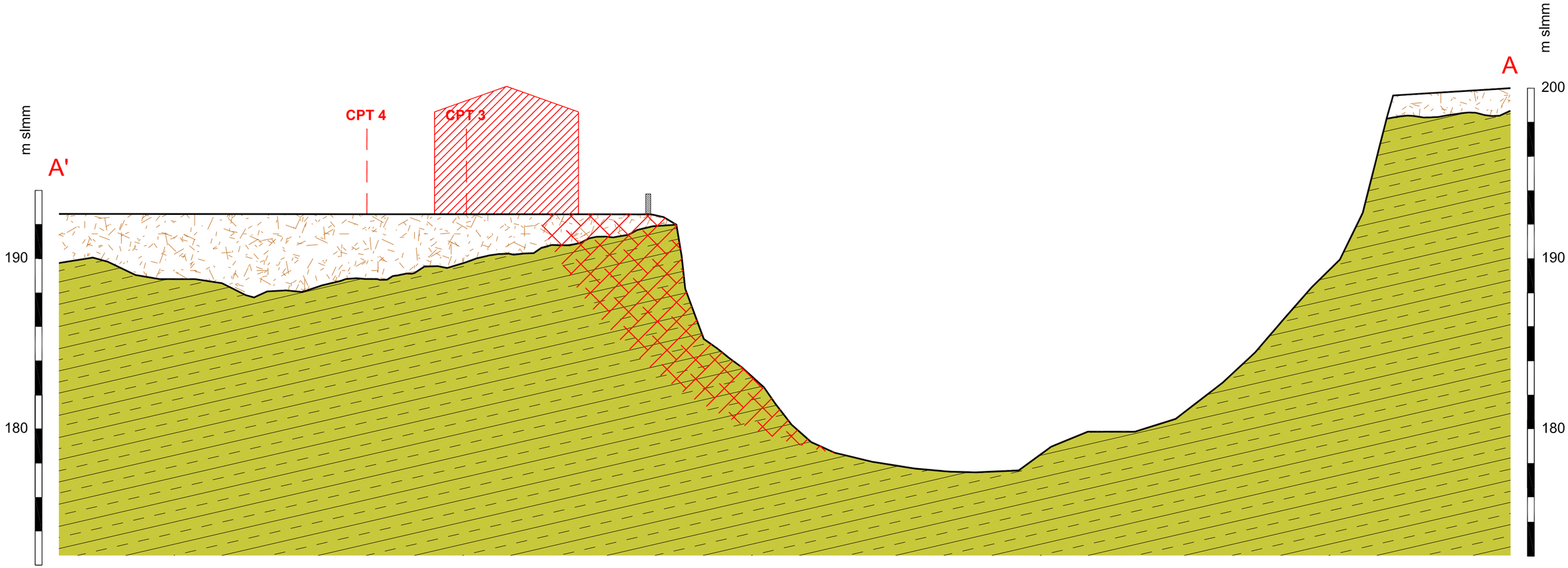
INQUADRAMENTO AEREOFOTOGRAMMETRICO

Scala:

1: 500



	Lavoro: PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA		TAV.3c
Redaz.:	M. Mainiero	Elaborato: INQUADRAMENTO FOTO AEREA	Scala: GRAFICA
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17 rev. 1.1		
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021		
Data:	MAGGIO 2021		
Committente: MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI			



DEPOSITI DI VERSANTE
Limo argilloso-sabbioso con inclusi lapidei calcareo-marnosi

SCAGLIA CINEREA
Marne calcaree e marne argillose

ZONA DECOMPRESSA

Redaz.:	M. Mainiero	
Collab.:		
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021	
Data:	MAGGIO 2021	

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

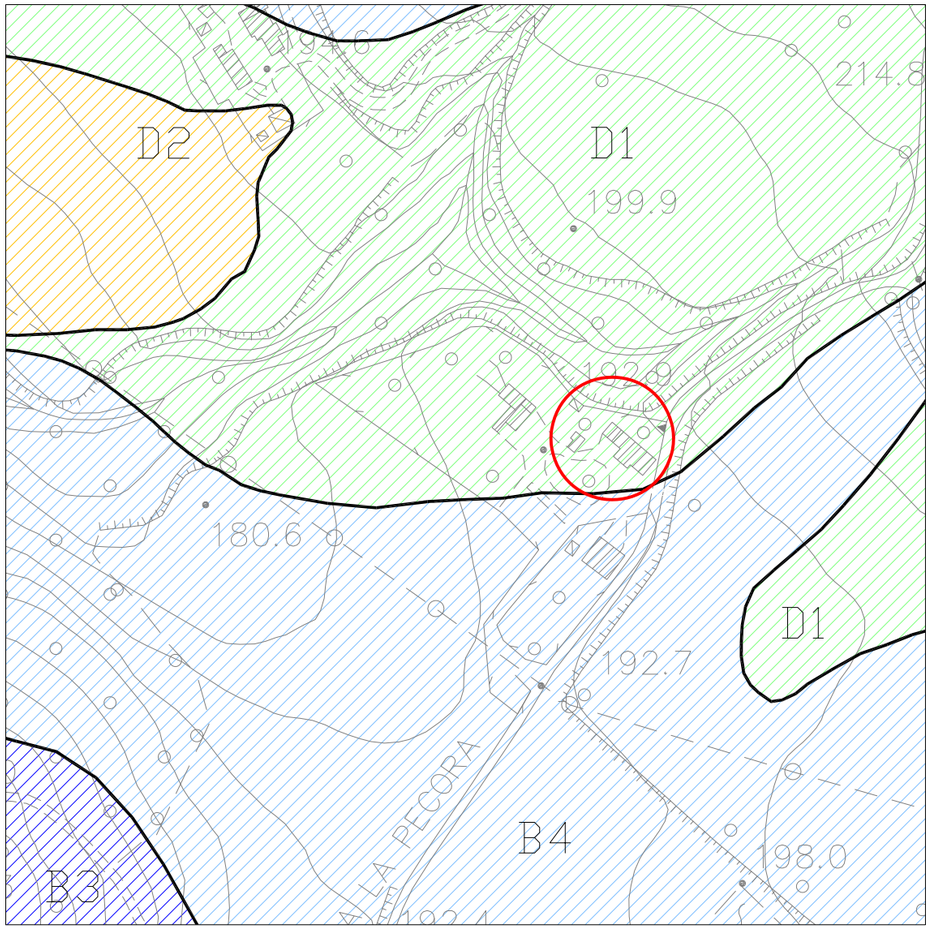
TAV.4

Elaborato:

SEZIONE GEOLOGICA

Scala:

1: 200



N

UNITA' LITOTECNICHE DELLA COPERTURA

D1 — DEPOSITI DI VERSANTE
Limi argilloso-sabbiosi con inclusi lapidei eterometrici

D2 — DEPOSITI DI CONOIDE FLUVIO-TORRENTIZIA
Ghiaie e ghiaie sabbioso-limose

UNITA' LITOTECNICHE DEL SUBSTRATO

B3 — BISCIARO
Marne calcaree e calcari marnosi con intercalazioni vulcanoclastiche

B4 — SCAGLIA CINEREA
Marne, marne calcaree e marne argillose variamente alternate

Redaz.:	M. Mainiero		
Collab.:			
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1	
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021		
Data:	MAGGIO 2021		

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

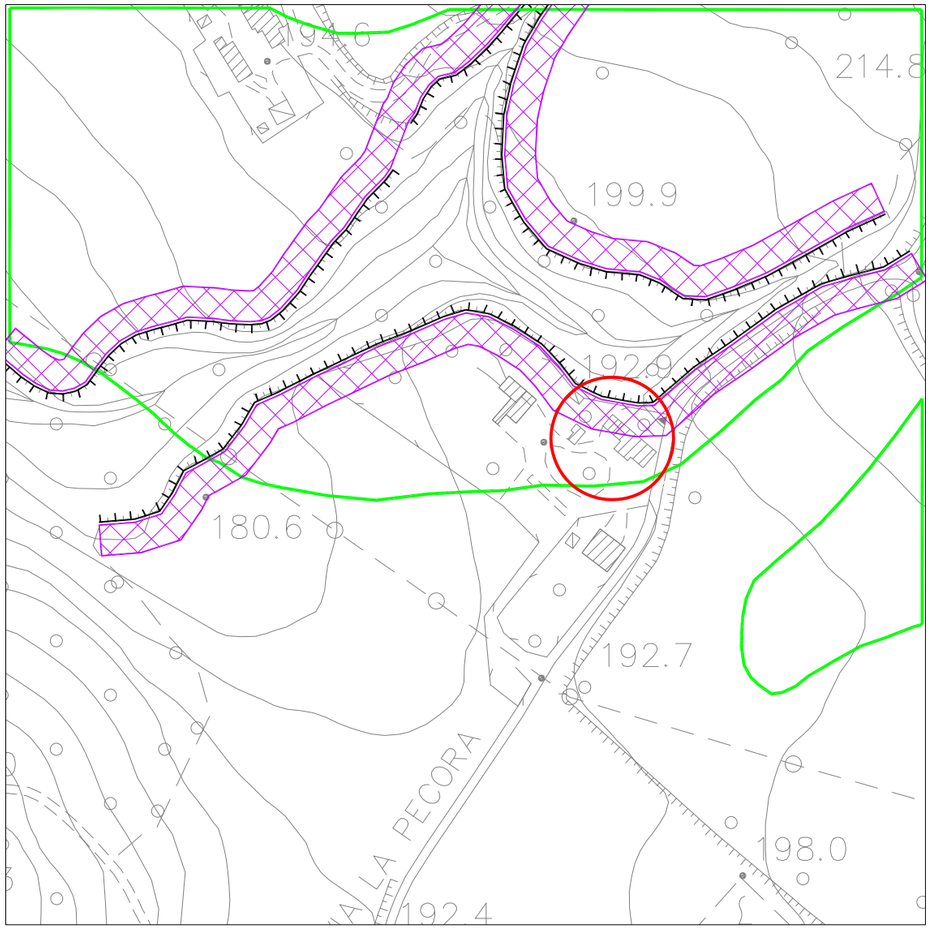
TAV.5

Elaborato:

CARTA LITOTECNICA

Scala:

1: 2000



N

ZONE SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE O INSTABILITA' DINAMICHE LOCALI

1 ZONA ESPOSTA AL RISCHIO DI FRANA

2 ZONA CON TERRENI DETRITICI DI SPESSORE > 2 M

PRINCIPALI ELEMENTI DI PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA

ORLO DI SCARPATA DI ALTEZZA > 10 M



Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

TAV.6

Redaz.:	M. Mainiero	
Collab.:		
Comm. N°.:	11-15-A17	rev. 1.1
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021	
Data:	MAGGIO 2021	

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Elaborato:

CARTA DELLE ZONE SUSCETTIBILI
DI AMPLIFICAZIONE O INSTABILITA'
DINAMICHE LOCALI

Scala:

1: 2000

N

ZONA ESPOSTA AL RISCHIO DI FRANA

ORLO DI SCARPATA DI ALTEZZA > 10 M



Lavoro:

PIANO DI RECUPERO DI UNITA' IMMOBILIARE
FRAZ. MASSIGNANO - VIA DELLA PECORA 136 - ANCONA

TAV.7

Redaz.:	M. Mainiero
Collab.:	
Comm. N°.:	11-15-A17 rev. 1.1
Ns. Rif.:	P2\E:\2015\11\AGG_2021
Data:	MAGGIO 2021

Committente:

MARIA LUISA E LUCIA ORLANDI

Elaborato:

PLANIMETRIA GENERALE STATO FUTURO

Scala:

1: 250

GeCO di Curatolo A. e Gaggiotti M. s.n.c.
Via Selva, 132 - 60037 Monte S.Vito (AN)
P. IVA / C.F. 02541280422
Tel./Fax +39 071 9989975
curatolo.angelo@gecosnc.com - cell. 328.02.82.743
gaggiotti.marco@gecosnc.com - cell. 328.20.40.857



INDAGINI GEOGNOSTICHE E GEOFISICHE

AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA

ESEGUITE IN LOCALITA' MASSIGNANO

PRESSO IL COMUNE DI ANCONA (AN)

Oggetto: Indagine Geognostica e Geofisica

Committente: Dott. Geol. Maurizio Mainiero

Commessa: 174-13

Monte San Vito, lì 11 Settembre 2013

La presente relazione è ad uso esclusivo della pratica in oggetto. La pubblicazione integrale o di una sua parte è vietata senza il consenso dell'Autore.

INDICE

1. PREMESSA 3
1.1 GEOGNOSTICA 3
1.2 GEOFISICA 3
2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE/DINAMICHE 4
3. INDAGINE SISMICA TIPO MASW 4
3.1 Strumentazione utilizzata 4
3.2 Indagine *MASW*: metodologia ed acquisizione 5
3.3 Interpretazione dei risultati 6
3.4 Risultati delle analisi 7
3.5 Curva di dispersione 7
3.6 Profilo in sito 7
3.7 Considerazioni Conclusive 10

TAVOLA

- TAV. 1 planimetria con ubicazione indagini

ALLEGATO 1 – PROVE PENETROMETRICHE
- Tabulati e grafici
ALLEGATO 2 – RISULTATI PROVE DI LABORATORIO

1. PREMESSA

Su incarico e per conto del dott. Geol. Maurizio Mainiero, ai sensi del DD.MM. del 14 Gennaio 2008, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche ad integrazione della relazione geologica eseguite in Loc. Massignao 128 presso il Comune di Ancona (AN).

Le indagini sono state eseguite nei giorni 26 e 27 Luglio 2013 secondo il seguente programma.

1.1 GEOGNOSTICA

- esecuzione di n° 4 prove penetrometriche statiche (CPT) spinte alla profondità massima di 17,00 m dal p.c.;

- Prelievo di n.2 campioni indisturbati con campionatore tipo Shelby prelevati alla profondità di -1.50m dal p.c.:

n°	Prova	Profondità		Data	Campioni
		da	a		
1	CPT1	0,00	9,40	26/07/13	SH1
2	CPT2	0,00	3,00	26/07/13	
3	CPT3	0,00	3,20	27/07/13	
4	CPT4	0,00	6,60	27/07/13	SH2

Tab.1 – Elenco prove penetrometriche "CPT - DPSH".

Gli elaborati delle prove penetrometriche sono visibili nell'allegato 1;

1.2 GEOFISICA

- esecuzione di n°1 indagini sismica tipo Masw;

n°	Stesa	Lunghezza	N° Scoppi	Data
1	Masw	46,00	6	27/07/13

Tab.2 – Elenco indagini geofisiche.

2. PROVE PENETROMETRICHE STATICHE/DINAMICHE

Le prove penetrometriche statiche/dinamiche consentono una buona caratterizzazione geotecnica del sottosuolo, in supporto all'attività di progettazione.

La prova statica consiste nella misura , mediante cella di carico, delle variazioni di resistenza che il terreno presenta all'avanzamento di una punta conica standard (Begemann) infissa a velocità costante nel terreno (20 cm/sec).

La prova penetrometrica dinamica consiste nella misura della resistenza del terreno alla penetrazione di una punta conica di dimensioni e caratteristiche note, infissa per battuta nel terreno per mezzo di un maglio avente massa standardizzata. Il numero di colpi necessario per avanzare di 20 cm permette di determinare la resistenza dinamica del terreno, dalla quale è possibile risalire ai parametri geotecnici significativi.

Per una visione dei risultati ottenuti si rimanda all'allegato 1.

3. INDAGINE SISMICA TIPO MASW

Per la ricostruzione del modello geofisico del sito è stata eseguita un'indagine di sismica superficiale mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie(Rayleigh) con tecnica MASW.

3.1 Strumentazione utilizzata

L'attrezzatura e la strumentazione utilizzata è costituita da:

- un sistema di energizzazione per le onde P: la sorgente è costituita da una mazza del peso di 8 Kg battente verticalmente su piastra circolare in acciaio del diametro di 25 cm posta direttamente sul p.c. per la generazione prevalentemente di onde P e secondariamente di onde SV, in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e direzionali;
- un sistema di ricezione: costituito da 24 geofoni verticali monocomponente del tipo elettromagnetico a bobina mobile a massa sospesa (peso della massa 12.2 gr) con frequenza propria 4.5 Hz (Masw), ovvero dei trasduttori di velocità in grado di tradurre in segnale elettrico la velocità con cui il suolo si sposta al passaggio delle onde sismiche longitudinali prodotte da una specifica sorgente;
- sistema di acquisizione dati: Sismografo Geometrix ES-2401 con memoria dinamica a 12 bit composto da 12 dataloggers a 2 canali ciascuno per un totale di 24 canali, n° 2 cavi sismici telemetrici di 60 m ciascuno, il sistema è in grado di registrare su memoria il segnale proveniente da ciascun canale dal sistema di ricezione;
- un sistema di trigger: consiste in un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la mazza colpisce la base di battuta (piastra metallica), consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile

individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e fissare l'inizio della registrazione.

3.2 Indagine *MASW*: metodologia ed acquisizione

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analysis of Surface Waves) è una tecnica di indagine non invasiva che permette di individuare il profilo di velocità delle onde di taglio V_S, sulla base della misura delle onde superficiali eseguita in corrispondenza di diversi sensori (geofoni nel caso specifico) posti sulla superficie del suolo.

Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde. In un mezzo stratificato le onde di Rayleigh sono dispersive (fenomeno della dispersione geometrica), cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase e velocità di gruppo (Achenbach, J.D., 1999, Aki, K. And Richards, P.G., 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase (o di gruppo) apparente delle onde di Rayleigh dipende dalla frequenza di propagazione.

La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW utilizzato è di tipo attivo in quanto le onde superficiali sono generate in un punto sulla superficie del suolo (tramite energizzazione con mazza battente parallelamente all'array) e misurate da uno stendimento lineare di sensori. Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 2-100Hz, quindi fornisce informazioni sulla parte più superficiale del suolo, generalmente compresa tra i 10m ed i 50m, in funzione della rigidezza del suolo e delle caratteristiche della sorgente e presenta una maggiore affidabilità per profondità di circa 20m.

Il risultato finale del processo di elaborazione è il profilo verticale delle velocità delle onde S.

I vantaggi della tecnica M.A.S.W. possono essere così riassunti:

- particolarmente indicata per terreni attenuanti ed ambienti rumorosi;
- è in grado di evidenziare inversioni di velocità nel profilo di velocità;
- buona risoluzione.

Schematicamente il processo di analisi è il seguente:

- Creazione dello spettro FK;
- Ricerca del miglior fitting fra la curva di dispersione sperimentale e la curva di dispersione teorica;
- Profilo di velocità delle onde s.

I limiti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali ed omogenei, quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere

rappresentata sia dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°. Nell'area indagata le condizioni sopra riportate sono quasi del tutto rispettate. Si rammenta in ogni caso che la valutazione delle velocità e degli spessori dei singoli strati viene effettuata con un margine di incertezza, insita proprio nei metodi geofisici, che si aggira generalmente attorno al 10-20 %.

La "copertura" dei tiri sulla base sismica è stata tale da consentire una corretta e dettagliata ricostruzione del campo di velocità locale fino alla profondità stabilita dall'indagine. L'elaborazione è stata eseguita tramite il software MASW (V. Roma, 2007). L'acquisizione è stata eseguita posizionando i 24 geofoni da 4.5 Hz, secondo la seguente configurazione spaziale e temporale:

Lunghezza stendimento ricevitori: 46 m; n. geofoni: 24; distanza intergeofonica: 2m

n. punti di energizzazione: 6; offset sorgenti: 2 m, 4m e 8m; durata acquisizione: 1024 ms e 2048ms; intervallo di campionamento: 0.5 ms 1 ms

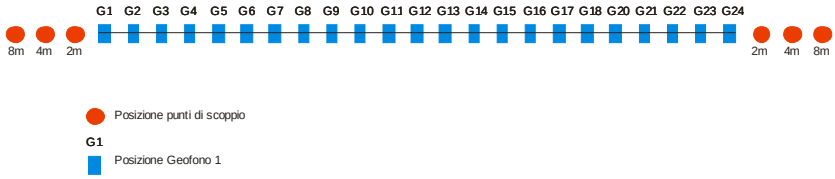


Fig.1 : Geometria di acquisizione ed ubicazione punti di energizzazione.

3.3 Interpretazione dei risultati

Nome del file delle tracce 8702
Numero di ricevitori 24
Numero di campioni temporali..... 1024
Passo temporale di acquisizione.....0,5ms
Numero di ricevitori usati per l'analisi.....24
L'intervallo considerato per l'analisi comincia a..... 0ms
L'intervallo considerato per l'analisi termina a 1024ms
Offset.....4m

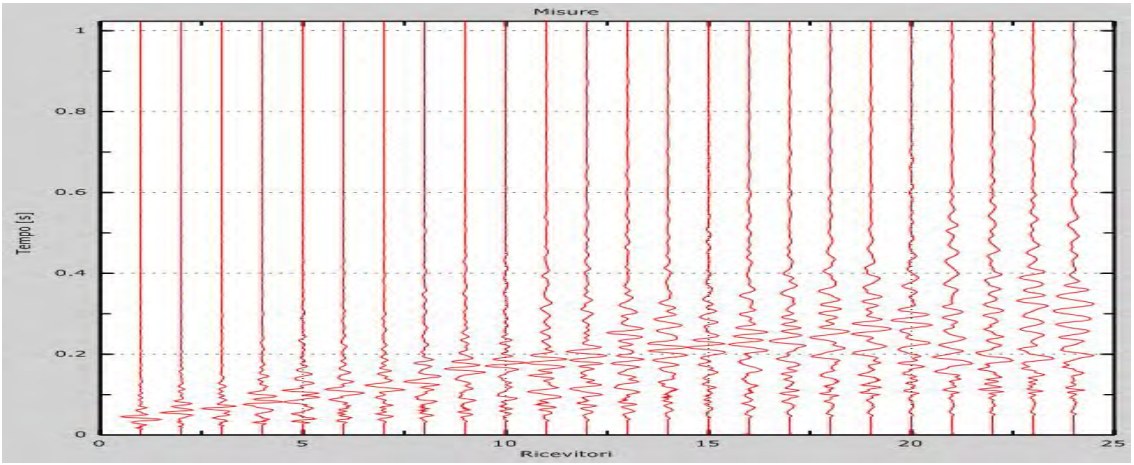


Fig. 2:Tracce sperimentali

3.4 Risultati delle analisi

Frequenza finale 50Hz
Frequenza iniziale 02Hz

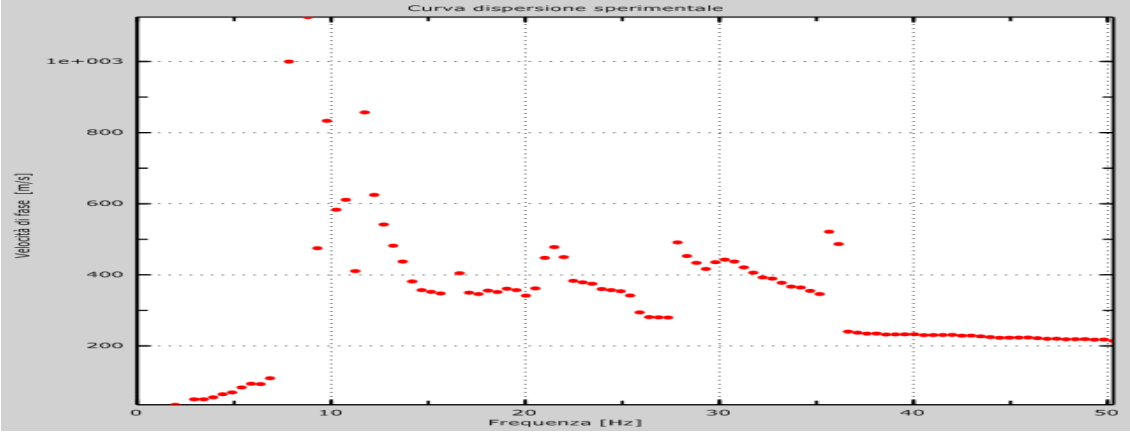


Fig. 3: Curva dispersione sperimentale

3.5 Curva di dispersione

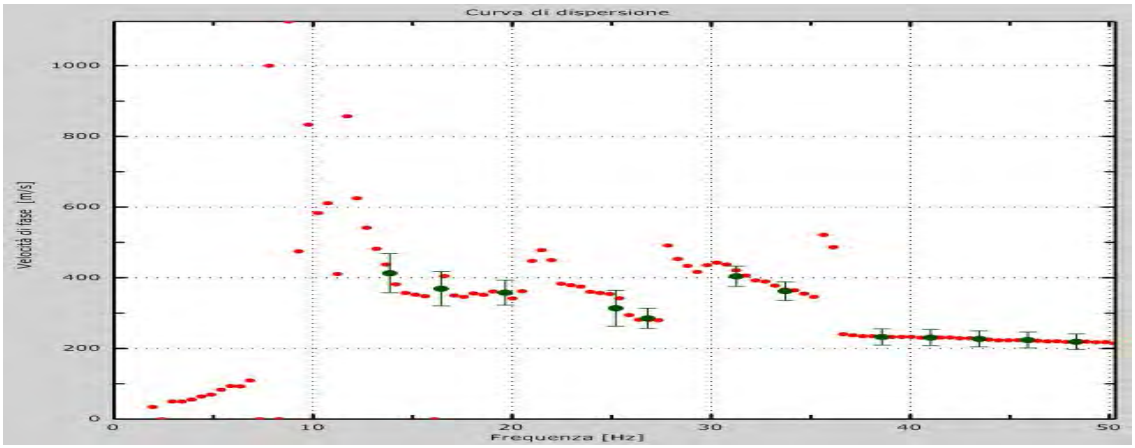


Fig. 4: Curva di dispersione.

3.6 Profilo in sito

Numero di strati (escluso semispazio) 6
Spaziatura ricevitori [m] 2
Numero modi 5
Errore tra curva e curva sperimentale [%] 18

Strato 1

h [m] 2
z [m] ..... -2
Vp [m/s] 397.41
Vs min [m/s] 121.68
Vs max [m/s] 486.73
Vs fin.[m/s] 243.360

Strato 2

h [m] 3
z [m] ..... -5
Vp [m/s] 517.46
Vs min [m/s] 158.44
Vs max [m/s] 633.76
Vs fin.[m/s] 316.880

Strato 3

h [m] 3
z [m] ..... -8
Vp [m/s] 649.36
Vs min [m/s] 198.83
Vs max [m/s] 795.31
Vs fin.[m/s] 397.650

Strato 4

h [m] 4
z [m] ..... -12
Vp [m/s] 669.35
Vs min [m/s] 204.95
Vs max [m/s] 819.78
Vs fin.[m/s] 409.890

Strato 5

h [m] 4
z [m] ..... -16
Vp [m/s] 749.30
Vs min [m/s] 229.42
Vs max [m/s] 917.69
Vs fin.[m/s] 458.850

Strato 6

h [m] 0
z [m] ..... -oo
Vp [m/s] 749.30
Vs min [m/s] 229.42
Vs max [m/s] 917.69
Vs fin.[m/s] 458.850

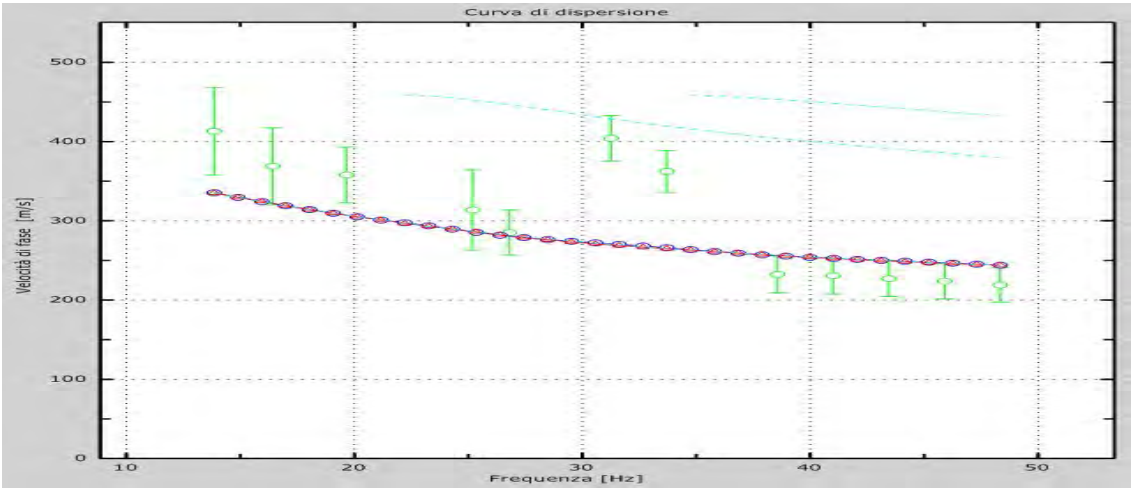


Fig. 5: Velocità numeriche – punti sperimentali (verde), modi di Rayleigth (ciano), curva apparente(blu), curva numerica (rosso)

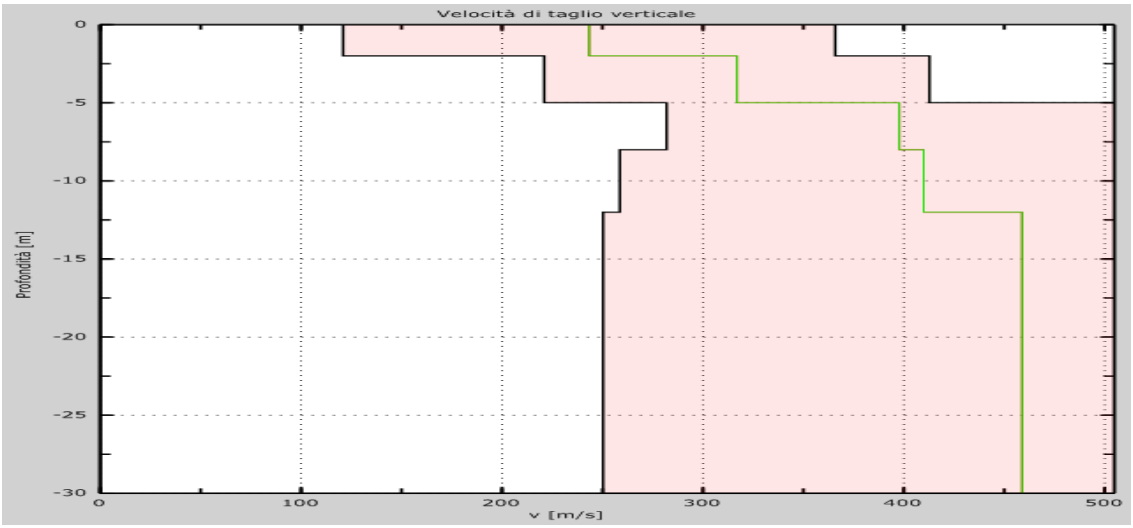


Fig. 6: Velocità (verde).

3.7 Considerazioni Conclusive

Su incarico e per conto del Geol. Maurizio Mainiero, ai sensi del DD.MM. del 14 Gennaio 2008, è stata eseguita una campagna di indagini geognostiche e geofisiche ad integrazione della relazione geologica eseguite in Loc. Massignao presso il Comune di Ancona (AN).

Tale indagine, scaturita da un'analisi comparativa su tutte le soluzioni disponibili, ha permesso di calcolare la velocità in Vs compresa nei primi 30,00 metri di profondità:

V_{S30} = 404 m/sec.

- valore del parametro Vs30 come previsto dalle Nuove NTC -D.M. 14 gennaio 2008 s.m.i..
- La velocità delle onde "VS30" è stata calcolata dall'attuale piano campagna, non conoscendo la profondità esatta del piano di posa delle fondazioni.
- Per le fondazioni superficiali, tale profondità è riferita al piano di imposta delle stesse, mentre per le fondazioni su pali è riferita alla testa dei pali. Nel caso di opere di sostegno di terreni naturali, la profondità è riferita alla testa dell'opera.

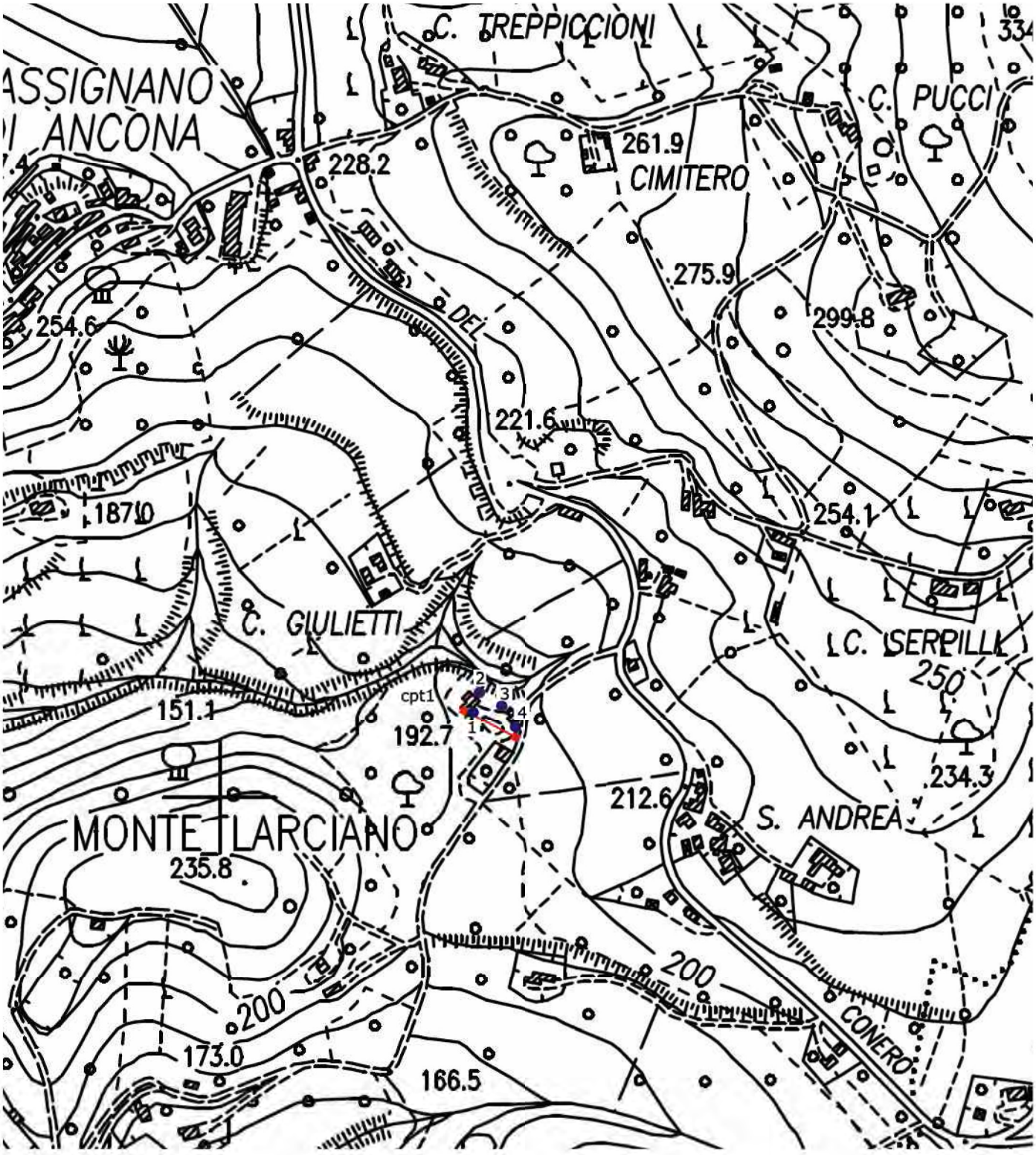
CATEGORIA B: Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30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

Monte San Vito, li 11 Settembre 2013

Il Responsabile
(dott. Angelo Curatolo)

UBICAZIONE INDAGINE

Massignano 136A - Comune di Ancona (AN)
Stralcio Sezione n°293080 C.T.R. Regione Marche



Scala 1:5.000

Legenda:

Ubicazione stendimento "MASW"

1 Ubicazione prova penetrometrica statica CPT1

TAVOLA 1

SERVIZI GEOLOGICI
INDAGINI SISMICHE

ALLEGATO 1 – PROVE PENETROMETRICHE

- Tabulati e Grafici

GeCO di Curatolo A. e Gaggiotti M. s.n.c. Via Selva, 132 - 60037 Monte S.Vito (AN) P. IVA / C.F. 02541280422	**Oggetto:** Indagine geotecnica **Committente:** Dott. Geol. M. Mainiero **Località:** Frazione di Massignano - Ancona (An)
Comm.: 174-13	**Data acquisizione:** 26/27 Luglio 2013



Foto postazione CPT1


Foto postazione CPT2

INDAGINE GEOTECNICA MEDIANTE PROVE PENETROMETRICHE AD INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICA ESEGUITA NELLA FRAZIONE DI MASSIGNANO NEL COMUNE DI ANCONA (AN)

Monte San Vito,05 Agosto 2013

Il Responsabile
(dott. geol. Angelo Curatolo)

Caratteristiche Strumentali PAGANI TG 63-(200Kn)

Rif. Norme	ASTM D3441-86
Diametro Punta conica meccanica (mm)	35,7
Angolo di apertura punta (°)	60
Area punta	10
Superficie manicotto	150
Passo letture (cm)	20
Costante di trasformazione Ct	10

Legenda parametri geotecnici CPT:

CPT: Cone Penetration Test

Stratigrafia: A.G.I. (1977) consigliato per CPT

Nr: Progressiva numero strati

Prof: Profondità strato (metri)

Tipo: I: Incoerente C: Coesivo

Cu : Coesione non drenata (kg/cm^2) – Baligh ed altri 1980 Nk=20

Eu: Modulo di deformazione non drenato (kg/cm^2) – Ladd Nk=300

Mo : Modulo Edometrico (kg/cm^2)

– Incoerenti - Robertson & Campanella da Schmertmann

– Coesivi - Buismann Sanglerat

OCR: Grado di sovra consolidazione – Stress History

G: Modulo di deformazione al taglio (kg/cm^2)- Imai & Tomauchi

Puv : Peso unità di volume (t/m³) - Meyerhof

PuvS : Peso unità di volume saturo (t/m³) - Meyerhof

Dr: Densità relativa (%) Jamiolkowski (1985)

Φ : Angolo di resistenza al taglio (°) – De Beer

Ey Modulo di Young (kg/cm^2)

– Incoerenti - Robertson e Campanella

– Coesivi – Schultze

K: Permeabilità (cm/s) – Piacentini- Righi (1988)

PROVA CPT1 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -9,40 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	37	46	37,1	1,7	21,8	4,6
0,6	35	60	35,1	0,8	43,9	2,3
0,8	76	88	76,1	2,3	33,1	3,0
1	70	104	70,1	4,2	16,7	6,0
1,2	65	128	65,3	3,2	20,4	4,9
1,4	64	112	64,3	3,4	18,9	5,3
1,6	79	130	79,3	4,7	16,9	5,9
1,8	61	132	61,3	4,3	14,3	7,0
2	68	133	68,3	4,3	15,9	6,3
2,2	68	133	68,4	5,3	12,9	7,7
2,4	67	146	67,4	6,0	11,2	8,9
2,6	61	151	61,4	5,2	11,8	8,5
2,8	72	150	72,4	5,1	14,2	7,0
3	64	141	64,4	3,5	18,4	5,4
3,2	64	116	64,6	4,3	15,0	6,7
3,4	58	123	58,6	4,7	12,5	8,0
3,6	71	142	71,6	3,7	19,4	5,2
3,8	90	145	90,6	5,6	16,2	6,2
4	89	173	89,6	4,3	20,8	4,8
4,2	64	128	64,7	3,3	19,6	5,1
4,4	104	153	104,7	1,5	69,8	1,4
4,6	77	99	77,7	2,9	26,8	3,7
4,8	55	98	55,7	2,7	20,6	4,8
5	61	102	61,7	2,1	29,4	3,4
5,2	46	78	46,8	3,7	12,6	7,9
5,4	57	112	57,8	2,0	28,9	3,5
5,6	71	101	71,8	2,9	24,8	4,0
5,8	25	68	25,8	2,2	11,7	8,5
6	34	67	34,8	1,1	31,6	3,2
6,2	18	34	19,0	1,3	14,6	6,8
6,4	15	34	16,0	1,1	14,5	6,9
6,6	18	35	19,0	1,1	17,3	5,8
6,8	23	39	24,0	2,1	11,4	8,8
7	36	68	37,0	2,6	14,2	7,0
7,2	57	96	58,1	4,1	14,2	7,1
7,4	54	116	55,1	4,4	12,5	8,0
7,6	67	133	68,1	3,7	18,4	5,4
7,8	161	217	162,1	4,4	36,8	2,7
8	198	264	199,1	9,5	21,0	4,8
8,2	77	220	78,2	6,3	12,4	8,1
8,4	71	166	72,2	4,3	16,8	6,0
8,6	57	122	58,2	3,8	15,3	6,5
8,8	41	98	42,2	3,4	12,4	8,1
9	63	114	64,2	7,3	8,8	11,4
9,2	331	441	332,4	7,5	44,3	2,3
9,4	356	468	357,4	-	-	-

PROVA CPT1 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013

Profondità prova CPT -9,40 m

Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	C	1,9	555	111,3	254,7	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
3	0,6	I-C	1,8	525	105,3	246,2	>9	2,1	2,1	100	34,7	70,2	-
4	0,8	I-C	3,8	1140	114,1	395,1	>9	2,2	2,3	100	36,4	152,2	-
5	1	C	3,5	1050	105,1	375,7	>9	2,2	2,3	-	-	-	-
6	1,2	C	3,3	981	98	359,8	7,1	2,2	2,3	-	-	-	-
7	1,4	C	3,2	966	96,5	356,4	5,8	2,2	2,2	-	-	-	-
8	1,6	C	3,9	1191	119	405,1	6,11	2,2	2,3	-	-	-	-
9	1,8	C	3	918	91,9	346,2	4,12	2,2	2,2	-	-	-	-
10	2	C	3,4	1026	102,5	369,8	4,07	2,2	2,3	-	-	-	-
11	2,2	C	3,4	1026	102,6	370,1	3,67	2,2	2,3	-	-	-	-
12	2,4	C	3,3	1011	101,1	366,8	3,28	2,2	2,3	-	-	-	-
13	2,6	C	3	921	92,1	346,5	2,74	2,2	2,2	-	-	-	-
14	2,8	C	3,6	1086	108,6	383,2	2,97	2,2	2,3	-	-	-	-
15	3	C	3,2	966	96,6	356,8	2,46	2,2	2,2	-	-	-	-
16	3,2	C	3,2	969	96,9	357,4	2,3	2,2	2,2	-	-	-	-
17	3,4	C	2,9	879	87,9	336,8	1,95	2,2	2,2	-	-	-	-
18	3,6	C	3,5	1074	107,4	380,6	2,24	2,2	2,3	-	-	-	-
19	3,8	C	4,5	1359	135,9	439,5	2,68	2,2	2,3	-	-	-	-
20	4	C	4,4	1344	134,4	436,5	2,51	2,2	2,3	-	-	-	-
21	4,2	C	3,2	969	97	357,8	1,72	2,2	2,2	-	-	-	-
22	4,4	C	5,2	1569	157	480,1	2,65	2,2	2,3	-	-	-	-
23	4,6	C	3,8	1164	116,5	400,1	1,88	2,2	2,3	-	-	-	-
24	4,8	C	2,7	837	83,6	326,5	1,29	2,1	2,2	-	-	-	-
25	5	C	3	927	92,6	347,6	1,37	2,2	2,2	-	-	-	-
26	5,2	C	2,3	702	70,2	293,5	1	2,1	2,2	-	-	-	-
27	5,4	C	2,8	867	86,7	334	1,19	2,1	2,2	-	-	-	-
28	5,6	C	3,5	1077	107,7	381,3	1,42	2,2	2,3	-	-	-	-
29	5,8	C	1,2	387	77,4	204	<0.5	2	2,1	-	-	-	-
30	6	I-C	1,7	522	104,4	244,9	0,64	2,1	2,1	30,4	21,7	69,6	-
31	6,2	C	0,9	285	57	169,2	<0.5	2	2	-	-	-	-
32	6,4	C	0,7	240	48	152,4	<0.5	1,9	2	-	-	-	-
33	6,6	C	0,9	285	57	169,2	<0.5	2	2	-	-	-	-
34	6,8	C	1,1	360	72	195,2	<0.5	2	2,1	-	-	-	-
35	7	C	1,8	555	111	254,3	0,59	2,1	2,1	-	-	-	-
36	7,2	C	2,8	870	87,1	335	0,9	2,1	2,2	-	-	-	-
37	7,4	C	2,7	825	82,6	324,3	0,83	2,1	2,2	-	-	-	-
38	7,6	C	3,3	1020	102,1	369,2	1	2,2	2,3	-	-	-	-
39	7,8	I-C	8	2433	243,2	627,1	2,31	2,3	2,4	30,4	27,8	324,2	-
40	8	C	9,9	2988	298,7	711	2,76	2,4	2,4	-	-	-	-
41	8,2	C	3,8	1173	117,3	401,7	1,05	2,2	2,3	-	-	-	-
42	8,4	C	3,5	1083	108,3	382,6	0,95	2,2	2,3	-	-	-	-
43	8,6	C	2,8	873	87,3	335,4	0,75	2,1	2,2	-	-	-	-
44	8,8	C	2	633	126,6	275,6	0,53	2,1	2,2	-	-	-	-
45	9	C	3,1	963	96,3	356,1	0,79	2,2	2,2	-	-	-	-
46	9,2	I-C	16,5	4986	498,6	972,5	3,98	2,4	2,5	82,7	30,4	664,8	-
47	9,4	I-C	17,8	5361	536,1	1016,6	4,17	2,5	2,5	84,1	30,6	714,8	-

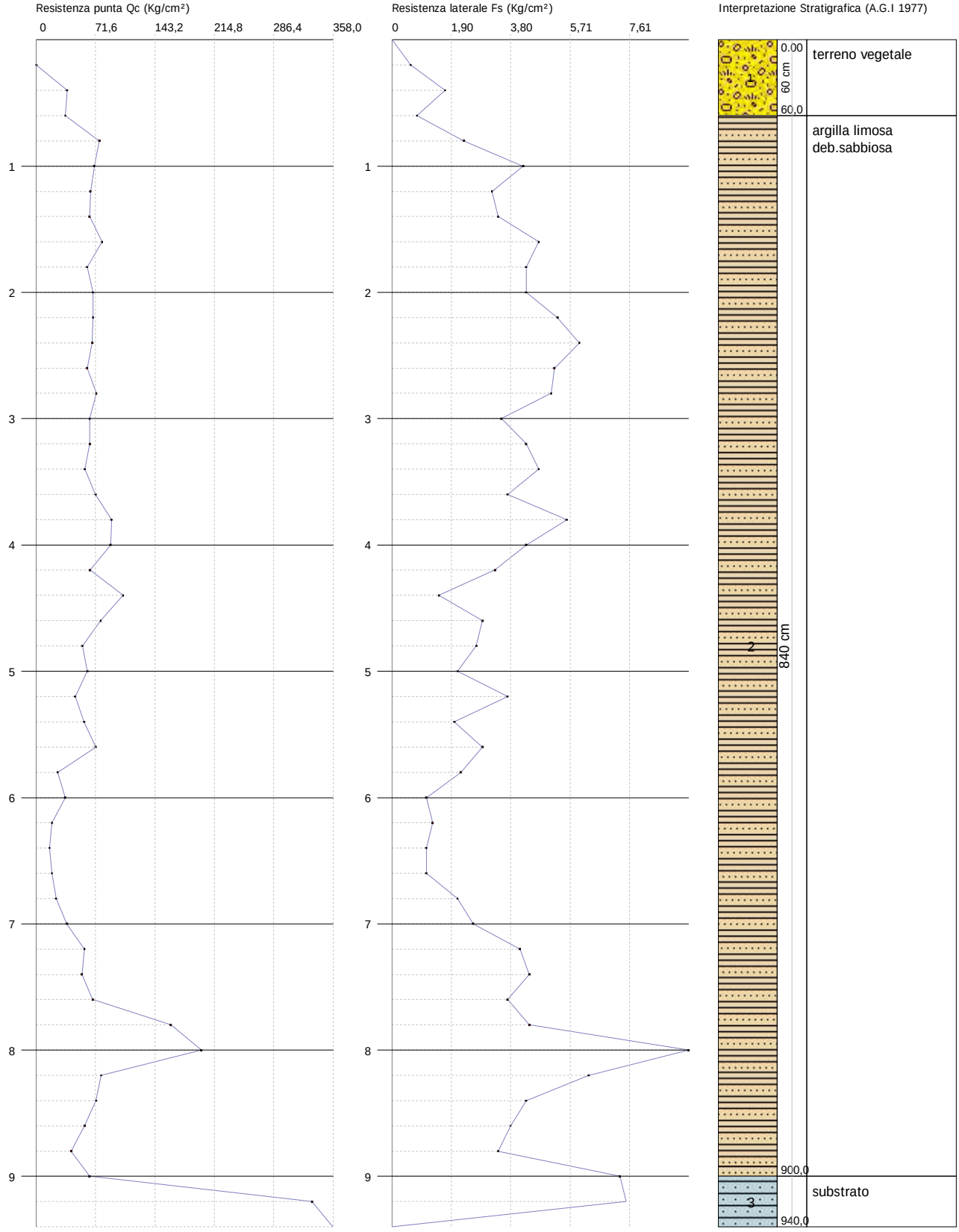
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,6	C	1,85	540,00	108,30	250,45	-	2,10	2,15	-	-	-	-
2	9	C	3,23	988,43	106,62	352,63	-	2,16	2,23	-	-	-	-
3	9,4	I-C	17,15	5173,50	517,35	994,55	-	2,45	2,50	83,40	30,50	689,80	-

Probe CPT - Cone Penetration Nr.1
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Dott. Geol. M. Mainiero
Cantiere: Ancona
Località: Frazione Massignano

Data: 05/08/2013
Pag. 1 Scala 1:46



PROVA CPT2 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -3,00 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	59	71	59,1	1,3	45,5	2,2
0,6	46	65	46,1	2,0	23,1	4,3
0,8	40	70	40,1	2,1	19,1	5,2
1	41	73	41,1	2,3	17,9	5,6
1,2	72	107	72,3	3,4	21,3	4,7
1,4	64	115	64,3	2,9	22,2	4,5
1,6	84	128	84,3	3,4	24,8	4,0
1,8	102	153	102,3	0,9	113,7	0,9
2	148	162	148,3	4,5	33,0	3,0
2,2	121	188	121,4	9,1	13,3	7,5
2,4	126	263	126,4	9,1	13,9	7,2
2,6	195	331	195,4	9,4	20,8	4,8
2,8	275	416	275,4	20,0	13,8	7,3
3	156	456	156,4	-	-	-

PROVA CPT2 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -3,00 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	I-C	3	885	88,6	338,5	>9	2,2	2,2	100	40,4	118,2	-
3	0,6	C	2,3	690	69,1	290,9	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
4	0,8	C	2	600	120,3	267,1	7,34	2,1	2,2	-	-	-	-
5	1	C	2	615	123,3	271,2	5,66	2,1	2,2	-	-	-	-
6	1,2	C	3,6	1086	108,5	382,9	7,93	2,2	2,3	-	-	-	-
7	1,4	C	3,2	966	96,5	356,4	5,84	2,2	2,2	-	-	-	-
8	1,6	C	4,2	1266	126,5	420,6	6,53	2,2	2,3	-	-	-	-
9	1,8	I-C	5,1	1536	153,5	473,4	6,92	2,2	2,3	98,5	33	204,6	-
10	2	I-C	7,4	2226	222,5	593,9	8,87	2,3	2,4	100	34,2	296,6	-
11	2,2	C	6	1821	182,1	525,6	6,49	2,3	2,4	-	-	-	-
12	2,4	C	6,3	1896	189,6	538,7	6,11	2,3	2,4	-	-	-	-
13	2,6	I-C	9,7	2931	293,1	702,9	8,61	2,4	2,4	100	34,1	390,8	-
14	2,8	I-C	13,7	4131	413,1	866,9	>9	2,4	2,5	100	35,3	550,8	-
15	3	I-C	7,8	2346	234,6	613,5	5,84	2,3	2,4	93,7	32,2	312,8	-

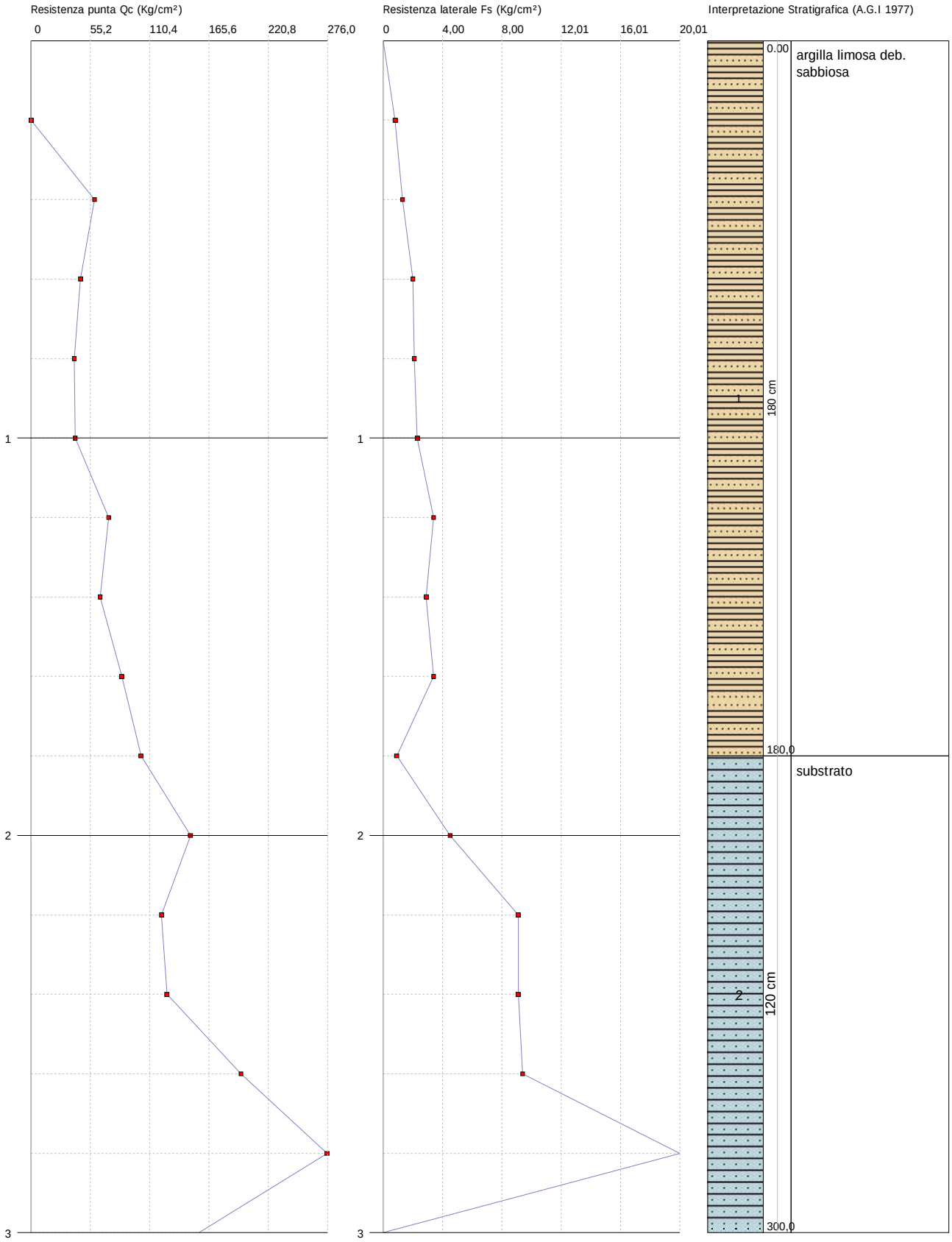
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	2,4	C	4,10	1235,18	134,59	405,38	-	2,20	2,28	-	-	-	-
2	3	I-C	10,40	3136,00	313,60	727,77	-	2,37	2,43	97,90	33,87	418,13	-

Probe CPT - Cone Penetration Nr.2
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Dott. Geol. M. Mainiero
Cantiere: Ancona
Località: Frazione Massignano

Data: 05/08/2013
Pag. 1 Scala 1:14



PROVA CPT3 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -3,20 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	43	64	43,1	1,4	30,8	3,2
0,6	57	78	57,1	3,8	15,0	6,7
0,8	50	107	50,1	4,6	10,9	9,2
1	45	114	45,1	4,1	11,0	9,1
1,2	64	125	64,3	5,0	12,9	7,8
1,4	59	134	59,3	4,5	13,2	7,6
1,6	58	126	58,3	4,1	14,2	7,0
1,8	45	106	45,3	3,5	12,9	7,7
2	71	124	71,3	2,2	32,4	3,1
2,2	90	123	90,4	4,6	19,7	5,1
2,4	78	147	78,4	4,3	18,2	5,5
2,6	88	153	88,4	6,9	12,8	7,8
2,8	86	190	86,4	7,3	11,8	8,4
3	212	321	212,4	5,5	38,6	2,6
3,2	273	356	273,6	-	-	-

PROVA CPT3 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -3,20 m
Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	I-C	2,2	645	129,3	279,1	>9	2,1	2,2	100	39	82,6	-
3	0,6	C	2,9	855	85,6	331,5	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
4	0,8	C	2,5	750	75,1	306	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
5	1	C	2,2	675	67,6	287	6,28	2,1	2,2	-	-	-	-
6	1,2	C	3,2	966	96,5	356,4	7,12	2,2	2,2	-	-	-	-
7	1,4	C	3	888	88,9	339,2	5,43	2,2	2,2	-	-	-	-
8	1,6	C	2,9	873	87,4	335,7	4,55	2,2	2,2	-	-	-	-
9	1,8	C	2,2	678	67,9	287,8	3,09	2,1	2,2	0	-	-	-
10	2	I-C	3,5	1071	107	379,7	4,32	2,2	2,3	85	30,8	142,6	-
11	2,2	C	4,5	1356	135,6	438,9	4,91	2,2	2,3	-	-	-	-
12	2,4	C	3,9	1176	117,6	402,3	3,86	2,2	2,3	-	-	-	-
13	2,6	C	4,4	1326	132,6	433	3,98	2,2	2,3	-	-	-	-
14	2,8	C	4,3	1296	129,6	426,9	3,59	2,2	2,3	-	-	-	-
15	3	I-C	10,6	3186	318,6	739,7	8,15	2,4	2,4	100	33,8	424,8	-
16	3,2	I-C	13,6	4104	410,4	863,4	>9	2,4	2,5	100	34,6	547,2	-

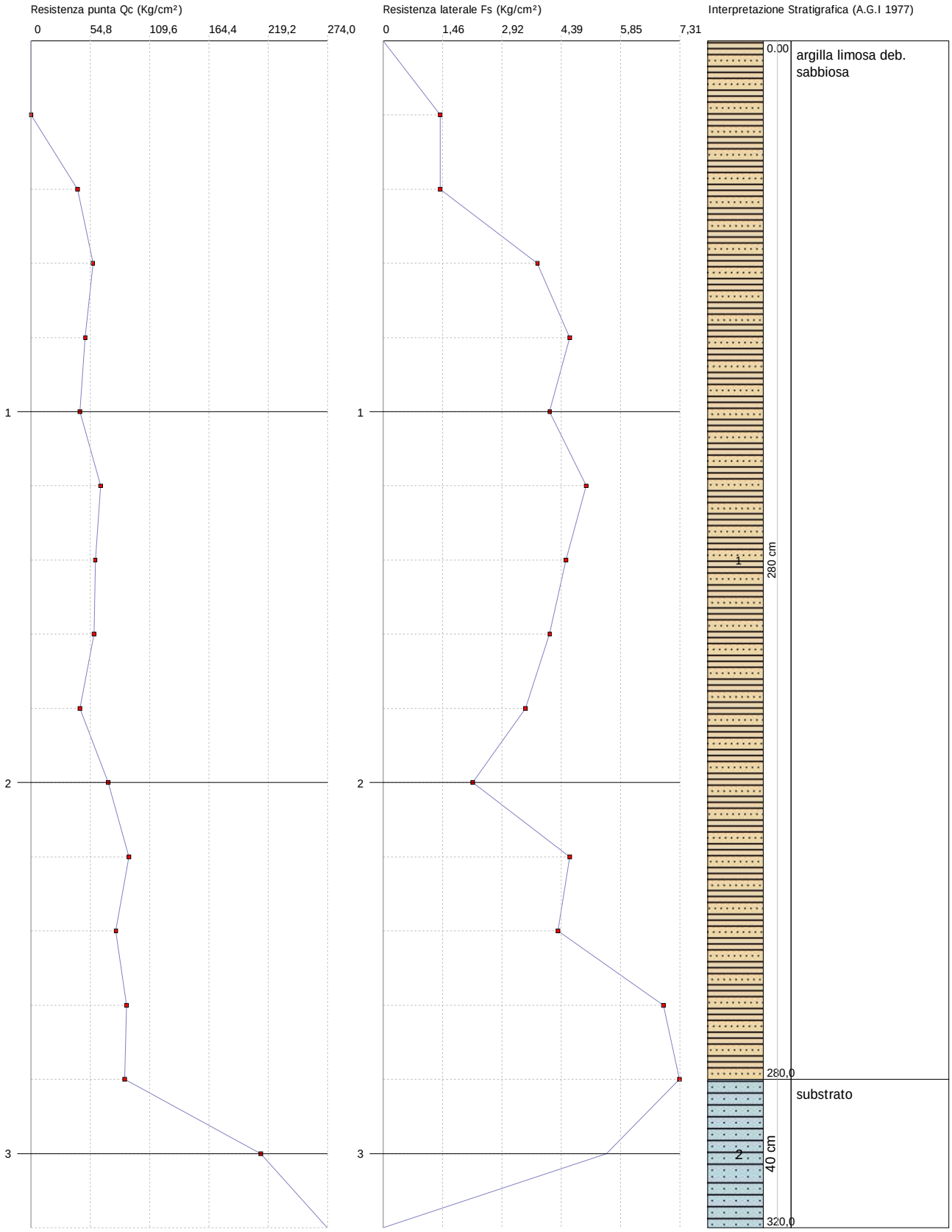
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	2,8	C	3,21	965,77	101,59	354,12	-	2,16	2,24	-	-	-	-
2	3,2	I-C	12,10	3645,00	364,50	801,55	-	2,40	2,45	100,00	34,20	486,00	-

Probe CPT - Cone Penetration Nr.3
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Dott. Geol. M. Mainiero
Cantiere: Ancona
Località: Frazione Massignano

Data: 05/08/2013
Pag. 1 Scala 1:15



PROVA CPT4 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013
Profondità prova CPT -6,60 m
Note: Falda non rilevata

TABELLA VALORI DI RESISTENZA

Prof. Strato (m)	Lettura Punta (kg/cm²)	Lettura Laterale (kg/cm²)	q_c (kg/cm²)	fs (kg/cm²)	qc/fs Begemann	fs/qcx100 (Schmertmann)
0,2	-	-	-	-	-	-
0,4	43	57	43,1	1,7	25,4	3,9
0,6	36	61	36,1	1,9	19,0	5,3
0,8	33	62	33,1	1,8	18,4	5,4
1	31	58	31,1	1,7	18,3	5,5
1,2	32	57	32,3	1,5	21,5	4,6
1,4	28	51	28,3	1,7	16,6	6,0
1,6	28	53	28,3	1,5	18,9	5,3
1,8	31	53	31,3	1,5	20,9	4,8
2	28	51	28,3	1,5	18,9	5,3
2,2	29	52	29,4	1,4	21,0	4,8
2,4	30	51	30,4	1,5	20,3	4,9
2,6	30	53	30,4	1,5	20,3	4,9
2,8	31	53	31,4	1,7	18,5	5,4
3	36	62	36,4	1,5	24,3	4,1
3,2	41	64	41,6	1,9	21,9	4,6
3,4	38	67	38,6	1,9	20,3	4,9
3,6	37	65	37,6	1,8	20,9	4,8
3,8	44	71	44,6	2,3	19,4	5,2
4	37	72	37,6	1,3	28,9	3,5
4,2	37	56	37,7	1,5	25,1	4,0
4,4	41	63	41,7	2,3	18,1	5,5
4,6	52	86	52,7	1,7	31,0	3,2
4,8	77	103	77,7	3,9	19,9	5,0
5	68	127	68,7	5,1	13,5	7,4
5,2	48	124	48,8	3,1	15,7	6,4
5,4	48	95	48,8	2,1	23,2	4,3
5,6	45	77	45,8	1,9	24,1	4,1
5,8	27	55	27,8	1,7	16,4	6,1
6	48	74	48,8	2,8	17,4	5,7
6,2	68	110	69,0	6,1	11,3	8,8
6,4	291	382	292,0	5,7	51,2	2,0
6,6	325	411	326,0	-	-	-

PROVA CPT4 – Frazione Massignano – Comune di Ancona

Prova eseguita in data 26/07/2013

Profondità prova CPT -6,60 m

Note: Falda non rilevata

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	0,4	C	2,2	645	129,3	279,1	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
3	0,6	C	1,8	540	108,3	250,5	>9	2,1	2,2	-	-	-	-
4	0,8	C	1,6	495	99,3	237,6	6,16	2,1	2,1	-	-	-	-
5	1	C	1,5	468	93,3	228,7	4,36	2	2,1	-	-	-	-
6	1,2	C	1,6	483	96,9	234	3,63	2,1	2,1	-	-	-	-
7	1,4	C	1,4	423	84,9	215,9	2,65	2	2,1	-	-	-	-
8	1,6	C	1,4	423	84,9	215,9	2,29	2	2,1	-	-	-	-
9	1,8	C	1,5	468	93,9	229,6	2,22	2	2,1	-	-	-	-
10	2	C	1,4	423	84,9	215,9	1,79	2	2,1	-	-	-	-
11	2,2	C	1,4	441	88,2	221	1,68	2	2,1	-	-	-	-
12	2,4	C	1,5	456	91,2	225,5	1,58	2	2,1	-	-	-	-
13	2,6	C	1,5	456	91,2	225,5	1,45	2	2,1	-	-	-	-
14	2,8	C	1,5	471	94,2	230	1,38	2	2,1	-	-	-	-
15	3	C	1,8	546	109,2	251,8	1,49	2,1	2,2	-	-	-	-
16	3,2	C	2	624	124,8	273,2	1,58	2,1	2,2	-	-	-	-
17	3,4	C	1,9	579	115,8	261	1,37	2,1	2,2	-	-	-	-
18	3,6	C	1,8	564	112,8	256,8	1,26	2,1	2,2	-	-	-	-
19	3,8	C	2,2	669	133,8	285	1,41	2,1	2,2	-	-	-	-
20	4	C	1,8	564	112,8	256,8	1,12	2,1	2,2	-	-	-	-
21	4,2	C	1,8	567	113,1	257,2	1,07	2,1	2,2	-	-	-	-
22	4,4	C	2	627	125,1	273,6	1,12	2,1	2,2	-	-	-	-
23	4,6	I-C	2,6	792	79,1	315,6	1,35	2,1	2,2	51,78	25,25	105,4	-
24	4,8	C	3,8	1164	116,5	400,1	1,91	2,2	2,3	-	-	-	-
25	5	C	3,4	1029	103	371,1	1,61	2,2	2,3	-	-	-	-
26	5,2	C	2,4	732	73,2	301,1	1,1	2,1	2,2	-	-	-	-
27	5,4	C	2,4	732	73,2	301,1	1,05	2,1	2,2	-	-	-	-
28	5,6	C	2,2	687	68,7	289,7	0,95	2,1	2,2	-	-	-	-
29	5,8	C	1,3	417	83,4	213,5	0,56	2	2,1	-	-	-	-
30	6	C	2,4	732	73,2	301,1	0,94	2,1	2,2	-	-	-	-
31	6,2	C	3,4	1035	103,5	372,1	1,29	2,2	2,3	-	-	-	-
32	6,4	I-C	14,5	4380	438	898,5	5,26	2,4	2,5	90,7	31,71	584	-
33	6,6	I-C	16,2	4890	489	961	5,67	2,4	2,5	92,81	32,06	652	-

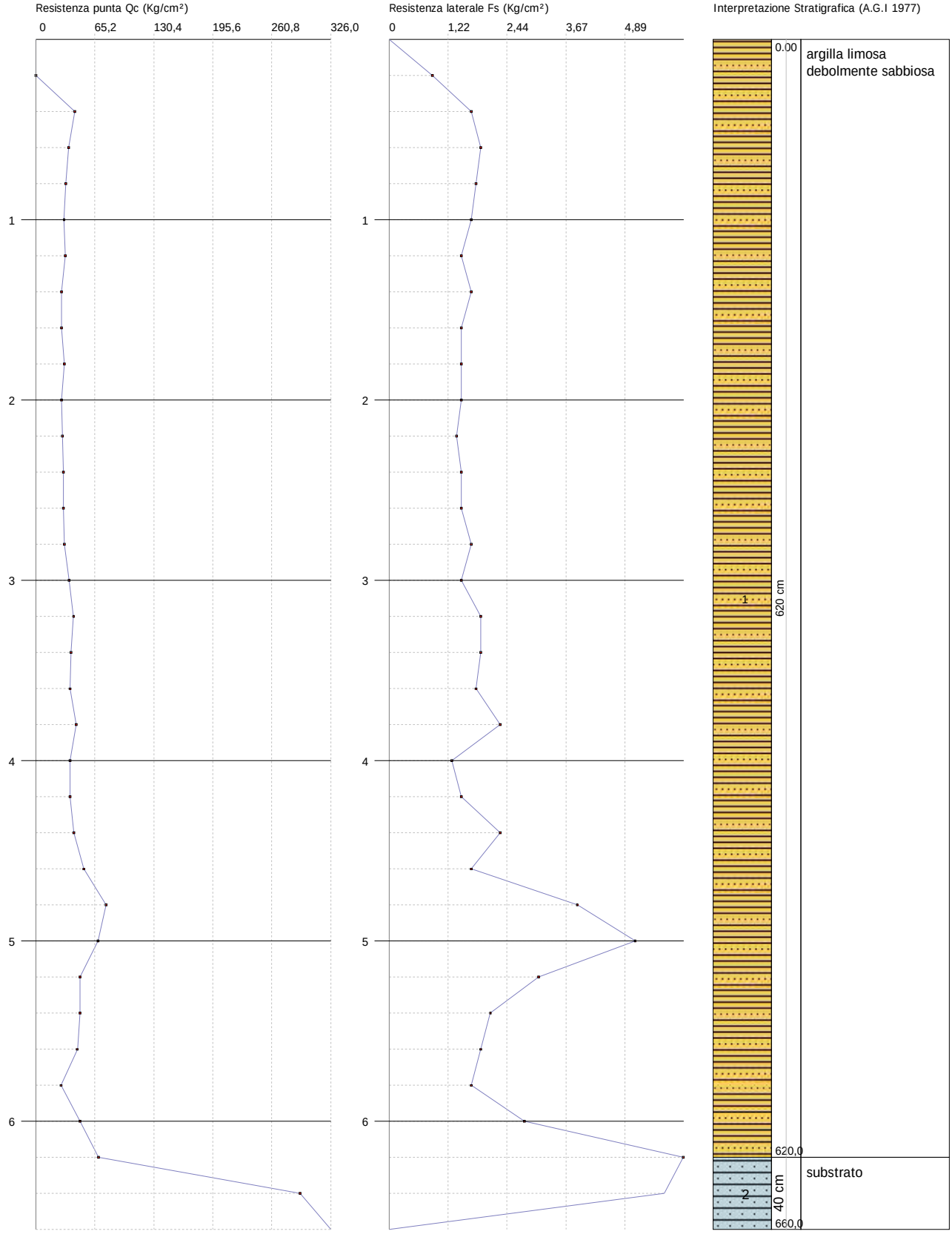
SINTESI STIMA PARAMETRI GEOTECNICI

Strato			Cu	Eu	Mo	G	OCR	Puv	PuvS	Dr	Φ	Ey	K
Nr.	Prof.	Tipo	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	Kg/cm²	-	t/m³	t/m³	%	(°)	Kg/cm²	cm/s
1	0,6	C	2,00	592,50	118,80	264,80	-	2,10	2,20	-	-	-	-
2	6,2	C	1,98	609,54	97,29	266,44	-	2,08	2,17	-	-	-	-
3	6,6	I-C	15,35	4635,00	463,50	929,75	-	2,40	2,50	91,76	31,89	618,00	-

Probe CPT - Cone Penetration Nr.4
Strumento utilizzato PAGANI TG 63 (200 kN)

Committente: Dott. Geol. M. Mainiero
Cantiere: Ancona
Località: Frazione Massignano

Data: 05/08/2013
Pag. 1 Scala 1:32



SERVIZI GEOLOGICI
INDAGINI SISMICHE

ALLEGATO 2 – CERTIFICATI PROVE DI LABORATORIO

- Tabulati e Grafici

elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE INDISTURBATO

COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12372/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
VERBALE ACC.:	175/13	APERTURA CAMPIONE:	19/08/13

Il campione è stato conservato in vasca a temperatura ed umidità controllate.

alto 1.00	P.P. kPa	T.V. kPa	Descrizione litologica	
	600	250	Limo con argilla marrone scuro grigio con inclusi calcarei	
			LUNGHEZZA CAMPIONE (cm)	20
			QUALITA' CAMPIONE	Q5
			PROVE ESEGUITE: Umidità, Massa volumica, Granulometria, Limiti, Taglio CD, ELL	
			W naturale (%) (norma ASTM D 2216)	15.5
			γ naturale(Mg/m^3) (BS 1377)	2.06
			γ secco (Mg/m^3)	1.78
			γ immerso (Mg/m^3)	1.12
			porosità (%)	34
			indice dei vuoti	0.52
			grado di saturazione (%)	81
			peso specifico (Mg/m^3) (stimato)	2.700
1.50 **basso**				

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (Dottore di Ricerca):Gianluca Ferioli

lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

A.S.T.M. D 2216

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135656	rev.00 del:	30/08/13

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica — cod. strumentazione: 480 - 419

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Limo con argilla marrone scuro grigio con inclusi calcarei**

determinazione	1	2
tara (g)	2.27	2.26
terra umida (g)	86.64	83.25
terra essiccata* (g)	75.31	72.54
umidità determinata (%)	15.5	15.2

umidità calcolata (%) = **15.4**

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE
CEN ISO/TS 17892-2

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135658	rev.00 del:	30/08/13

il campione è stato conservato in vasca umida cod. strumentazione: 480 - 419 - 721

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Limo con argilla marrone scuro grigio con inclusi calcarei**

DETERMINAZIONE	1	2	3
TARA (g)	92.35	92.35	92.35
ALTEZZA (cm)	2.00	2.00	2.00
LATO (cm)	6.06	6.06	6.06
MASSA LORDA (g)	243.33	243.69	244.25
MASSA VOLUMICA (Mg/m^3)	2.05	2.06	2.06

MEDIA (Mg/m^3) = **2.06**

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio autorizzato ai sensi dell' art. 59 del DPR 380/2001 con Decreto n° 9199 del 10/10/2011 per l' esecuzione di prove secondo le Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

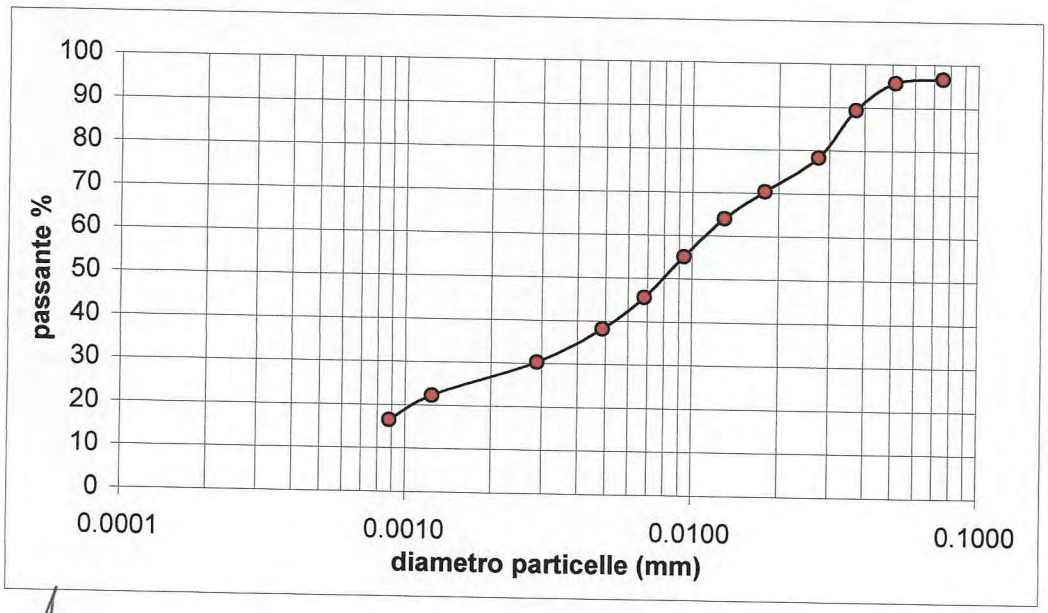
ANALISI GRANULOMETRICA CON IL METODO DEL DENSIMETRO
raccomandazioni AGI 1994 (densimetro ASTM 151H)

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
CERT. GEO:	G135660	rev.0 del:	30/08/13
Codici strumentazione:	480 - 346 - 348 - 432		

Aspetto macroscopico del campione: **Limo con argilla marrone scuro grigio con inclusi calcarei**

Diametro (mm)	Passante (%)	Temperatura (°C)	Tempo (s)	Lettura Densimetro
0.0750	96.70			
0.0511	95.73	24	30	33
0.0371	89.39	24	60	31
0.0275	78.30	24	120	27.5
0.0179	70.38	24	300	25
0.0130	64.05	24	600	23
0.0094	55.09	25	1200	20
0.0068	45.59	25	2400	17
0.0049	38.23	26	4800	14.5
0.0029	30.31	26	14400	12
0.0012	22.30	23	86400	10
0.0009	16.52	24	172800	8

Rapporti granulometrici		
	USCS	AGI
SABBIA	> 0,075 mm 3.3%	> 0,06 mm 3.9%
LIMO	> 2 µ 69.9%	> 2 µ 69.3%
ARGILLA	< 2 µ 26.8%	< 2 µ 26.8%



Il Direttore del Laboratorio Terre
dott.Geol.(Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli

Lo Sperimentatore
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n° 9199 del 27/09/11

elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

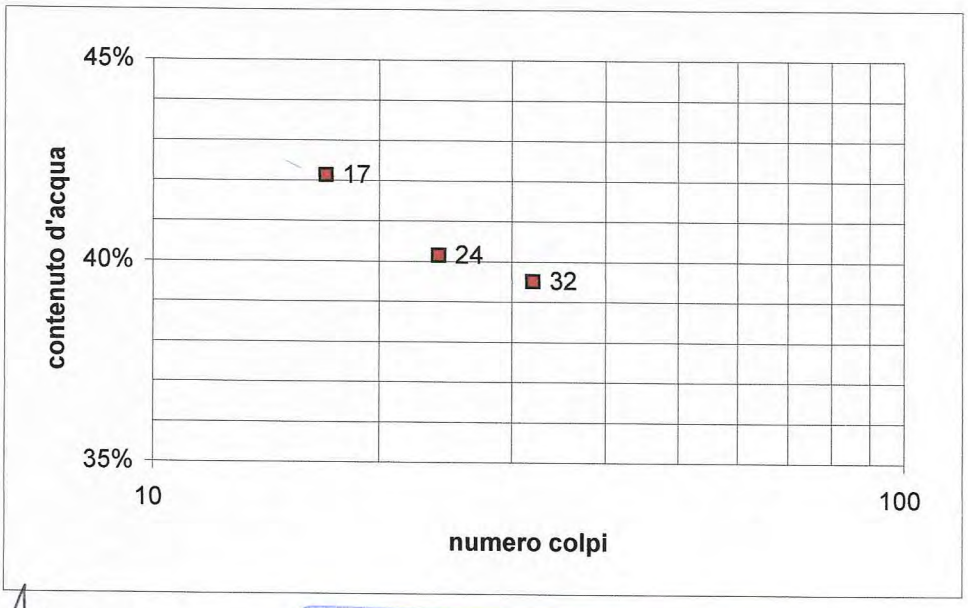
COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135662	rev.0 del:	30/08/13

codice int. Strum.: 344- 480.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Argilla con limo marrone grigio**

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
impasto	1	2	3	1	2	
N° colpi	17	24	32			
massa umida+ tara (g)	40.43	39.60	37.15	12.13	12.69	86.64
massa secca+ tara (g)	29.18	28.94	27.32	9.98	10.45	75.31
acqua contenuta (g)	11.25	10.66	9.83	2.15	2.24	11.33
tara (g)	2.48	2.39	2.44	2.28	2.32	2.27
peso secco (g)	26.70	26.55	24.88	7.70	8.13	73.04
contenuto d'acqua	42.1%	40.2%	39.5%	27.9%	27.6%	15.5%

Umidità Naturale	**Wn =**	**16%**
Limite Liquido	**LL =**	**40%**
Limite Plastico	**LP =**	**28%**
Indice Plastico	**IP =**	**13%**
Indice di Consistenza	**Ic =**	**1.97**



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

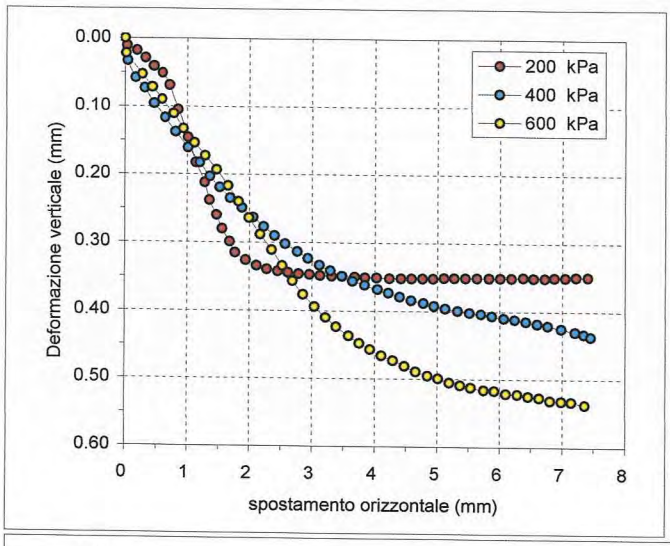
COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135666	rev.00 del:	30/08/13

Il campione è stato conservato in vasca umidostatica

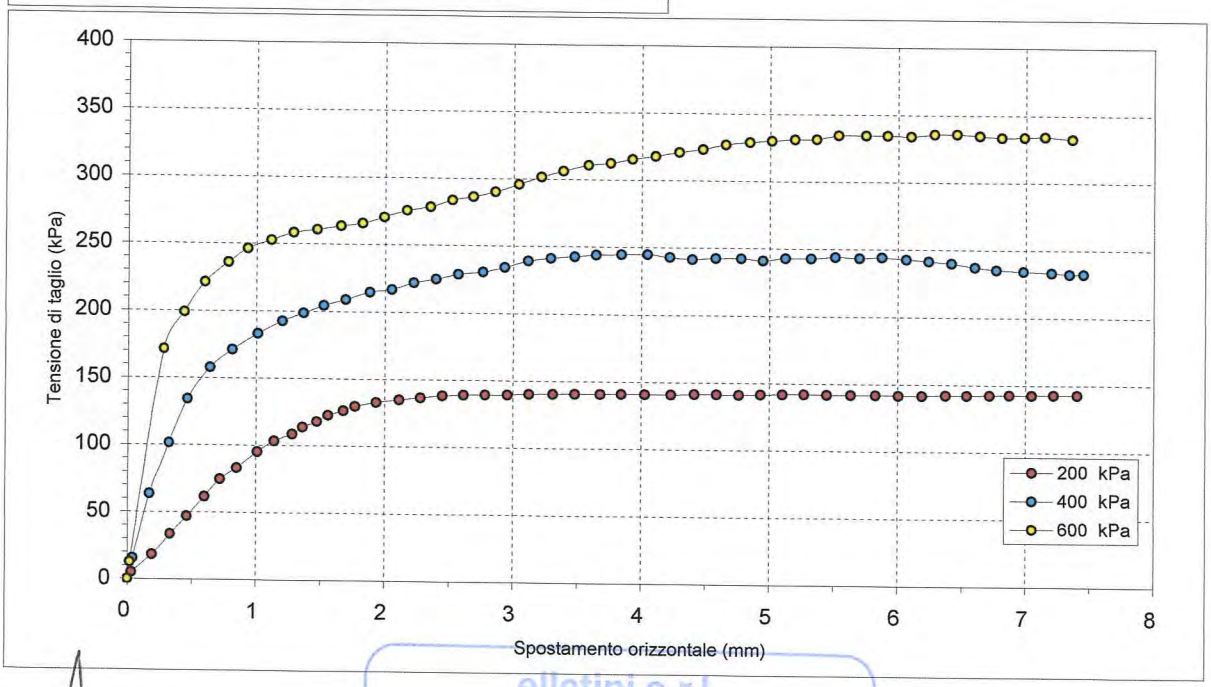
CODICI STRUMENTAZIONE: calibro 12; bilancia 480; trasduttori LVDT 540, 540, 543, 544; SG 539, 542.

Macchina:	CONTROLS T206 Electronic/T207 Digital
Prova:	CONSOLIDATA DRENATA
Dimensioni provino:	l x h = 60 x 20 mm
Velocità prova:	0,004 mm/min

NATURA DEL CAMPIONE: Limo con argilla marrone scuro grigio con inclusi calcarei



	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
σv (kPa)	200	400	600
W ini (%)	15.5	15.5	15.5
γ ini (Mg/m^3)	2.05	2.06	2.06
γd ini (Mg/m^3)	1.78	1.78	1.79
S ini (%)	81	81	82
W fin (%)	19.2	17.9	16.7
γ fin (Mg/m^3)	2.12	2.14	2.17
γd fin (Mg/m^3)	1.78	1.82	1.86
S fin (%)	100	100	100
G (Mg/m^3)	2.700	(stimato)	
H fine cons (mn	19.707	19.628	19.572



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135666	rev.00 del:	30/08/13

PROVINO 1	200	kPa	PROVINO 2	400	kPa	PROVINO 3	600	kPa
Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)	Def.or. (mm)	Tensione (kPa)	Def.ver. (mm)
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.029	5.000	0.011	0.041	15.556	0.033	0.017	12.698	0.022
0.191	18.333	0.018	0.170	63.611	0.058	0.276	171.252	0.053
0.330	33.472	0.029	0.320	101.389	0.073	0.437	198.917	0.072
0.460	46.944	0.041	0.464	134.167	0.096	0.597	221.391	0.090
0.600	61.667	0.051	0.640	157.778	0.117	0.779	236.054	0.111
0.720	74.722	0.069	0.812	171.111	0.138	0.931	246.284	0.133
0.850	83.083	0.105	1.011	183.056	0.161	1.113	252.759	0.154
1.010	95.167	0.146	1.200	192.583	0.183	1.286	258.327	0.173
1.140	103.222	0.183	1.365	198.611	0.203	1.469	260.771	0.193
1.280	108.528	0.212	1.523	204.444	0.219	1.655	263.643	0.217
1.360	113.806	0.238	1.693	208.889	0.235	1.823	265.684	0.240
1.470	118.111	0.260	1.883	214.722	0.249	1.990	270.547	0.264
1.560	122.694	0.280	2.053	216.861	0.263	2.167	275.813	0.288
1.680	126.472	0.299	2.224	221.944	0.277	2.352	278.660	0.311
1.769	129.583	0.315	2.396	224.944	0.290	2.522	283.774	0.334
1.935	132.750	0.326	2.570	228.556	0.302	2.685	286.395	0.356
2.114	135.000	0.334	2.763	230.667	0.313	2.857	290.199	0.376
2.278	136.667	0.339	2.932	234.139	0.323	3.040	295.944	0.394
2.448	138.222	0.342	3.116	239.056	0.333	3.215	301.839	0.410
2.615	139.000	0.344	3.291	241.361	0.341	3.385	306.173	0.424
2.783	139.111	0.346	3.477	242.694	0.349	3.582	310.683	0.437
2.958	139.472	0.347	3.645	244.139	0.356	3.754	312.371	0.448
3.126	140.222	0.348	3.841	244.639	0.362	3.926	315.495	0.457
3.311	140.472	0.349	4.044	244.889	0.368	4.105	317.838	0.466
3.482	140.611	0.349	4.220	243.056	0.373	4.290	321.063	0.473
3.679	140.667	0.350	4.396	241.639	0.379	4.476	323.381	0.481
3.844	140.972	0.351	4.580	242.556	0.384	4.653	326.883	0.489
4.027	140.944	0.351	4.776	242.583	0.388	4.842	328.823	0.495
4.232	140.944	0.352	4.947	240.972	0.392	5.012	329.957	0.499
4.416	141.361	0.352	5.124	242.972	0.396	5.193	331.116	0.505
4.588	141.250	0.352	5.323	242.972	0.399	5.364	331.494	0.509
4.763	141.111	0.352	5.512	244.250	0.402	5.533	334.643	0.512
4.932	141.583	0.352	5.699	243.333	0.404	5.746	334.568	0.516
5.103	141.861	0.351	5.874	244.194	0.407	5.916	334.492	0.517
5.270	141.972	0.351	6.062	242.639	0.410	6.098	334.190	0.521
5.449	141.861	0.351	6.239	241.556	0.412	6.281	335.777	0.522
5.634	141.889	0.351	6.417	240.028	0.415	6.455	336.029	0.525
5.826	141.861	0.351	6.598	237.278	0.418	6.633	334.870	0.527
6.004	141.639	0.351	6.767	235.417	0.421	6.807	333.535	0.531
6.187	141.611	0.351	6.979	234.472	0.425	6.986	333.787	0.532
6.373	141.972	0.350	7.200	233.333	0.430	7.146	334.291	0.533
6.539	142.056	0.351	7.340	232.500	0.433	7.360	332.603	0.537
6.717	142.194	0.351	7.450	232.500	0.437			
6.871	142.472	0.350						
7.048	142.639	0.350						
7.218	142.806	0.349						
7.404	142.694	0.349						

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli
m_GEO 23 (rev.2 del 08/11)

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi
G6024 - Sistema Qualità Elletipi s.r.l.

elletipi s.r.l.

Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135666	rev.00 del:	30/08/13

Consolidazione Provino 1
200 kPa

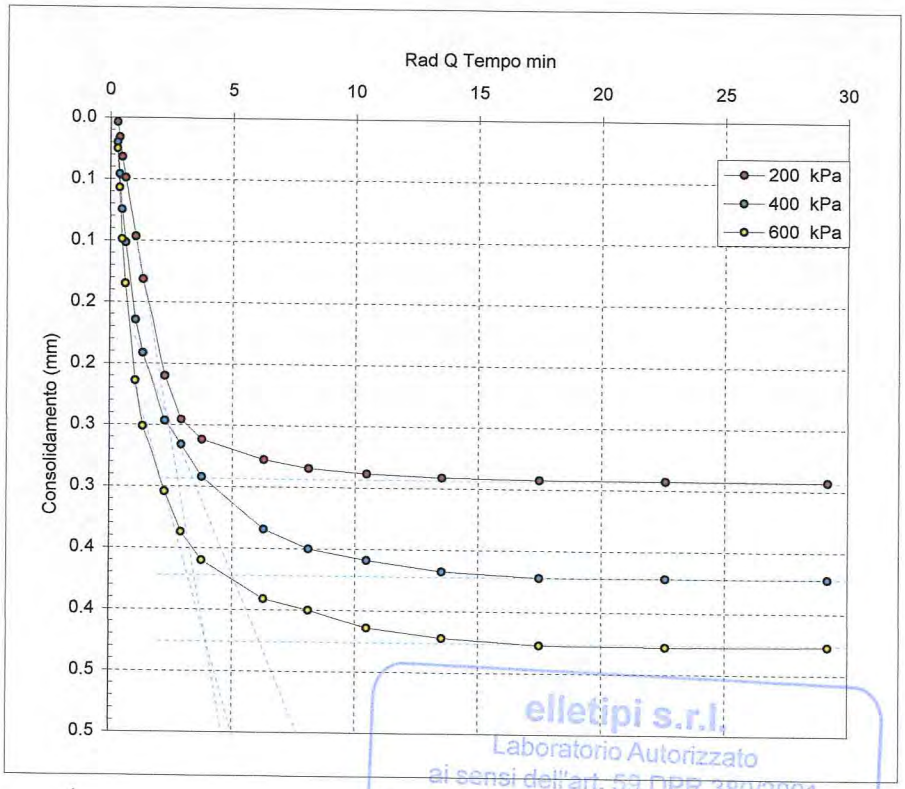
Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.004
0.14	0.016
0.23	0.032
0.39	0.049
1.08	0.097
1.81	0.131
5.05	0.210
8.44	0.245
14.09	0.262
39.29	0.278
65.61	0.284
109.58	0.288
182.98	0.291
305.58	0.292
510.33	0.293
852.27	0.293

Consolidazione Provino 2
400 kPa

Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.020
0.14	0.046
0.23	0.075
0.39	0.102
1.08	0.165
1.81	0.192
5.05	0.247
8.44	0.266
14.09	0.292
39.29	0.335
65.61	0.350
109.58	0.359
182.98	0.368
305.58	0.372
510.33	0.372
852.27	0.372

Consolidazione Provino 3
600 kPa

Tempo (min)	Dh (mm)
H0	0.000
0.08	0.025
0.14	0.057
0.23	0.099
0.39	0.135
1.08	0.214
1.81	0.251
5.05	0.304
8.44	0.337
14.09	0.360
39.29	0.391
65.61	0.400
109.58	0.414
182.98	0.422
305.58	0.427
510.33	0.428
852.27	0.427



t_{100} min
(Bishop ed Henkel)

Provino 1

7.6

Provino 2

24.9

Provino 3

15.5

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede operativa ed amm.va: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: elletipi@libero.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

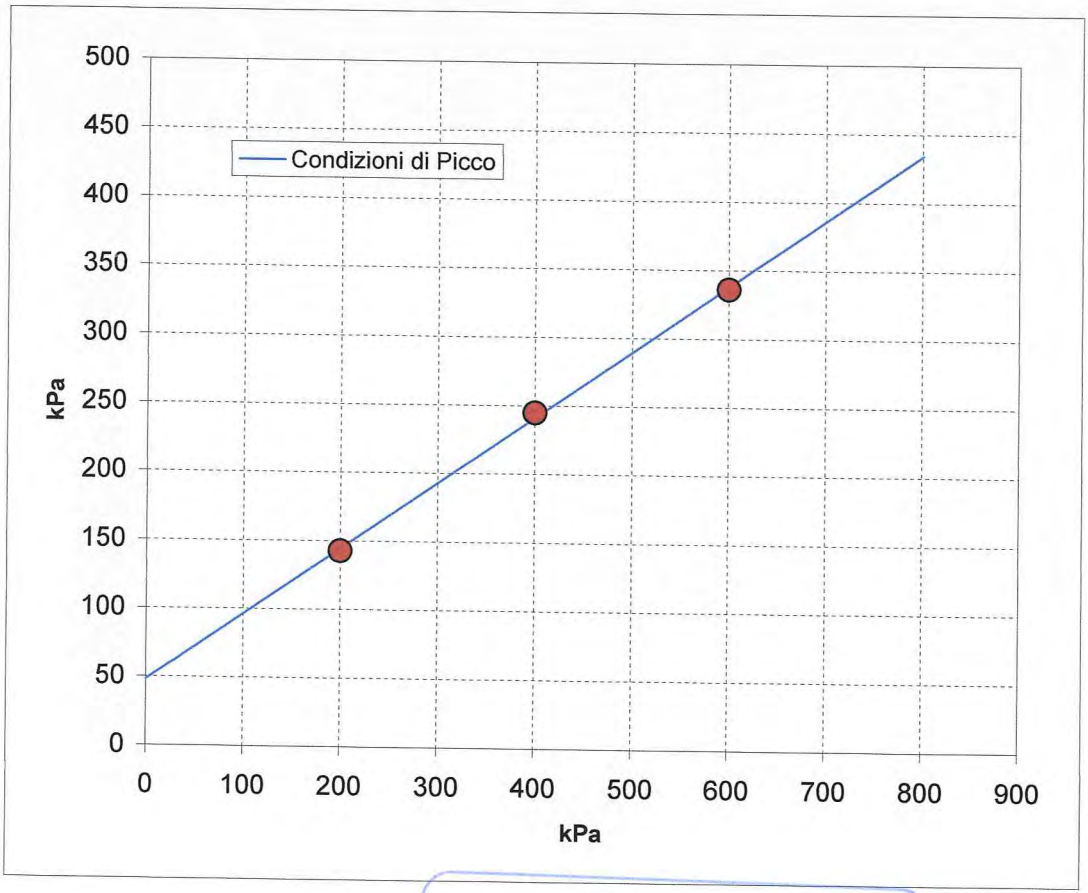
PROVA DI TAGLIO DIRETTO (norma ASTM D 3080)

COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S1 SH1 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13

Il presente elaborato non è parte del certificato di prova cui è allegato, è solo un'interpreazione soggettiva dei risultati di prova

	PROVINO 1	PROVINO 2	PROVINO 3
Pressione verticale (kPa)	**200**	**400**	**600**
Tensione di taglio (kPa)	**142.81**	**244.89**	**336.03**

Condizioni di Picco **Coesione: 48.02 kPa** **Angolo di attrito: 26°**



elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

SCHEDA GENERALE DEL CAMPIONE INDISTURBATO

COMMITTENTE:	GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)		
CANTIERE:	Massignano - Ancona		
CAMPIONE:	S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m		
COMMESSA:	12372/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
VERBALE ACC.:	175/13	APERTURA CAMPIONE:	19/08/13

Il campione è stato conservato in vasca a temperatura ed umidità controllate.

alto	P.P. kPa	T.V. kPa	Descrizione litologica
1.00			Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro
			LUNGHEZZA CAMPIONE (cm) 47 QUALITA' CAMPIONE Q5 PROVE ESEGUITE: Umidità, Massa volumica, Granulometria, Limiti, Taglio CD, Valore di Blu, Pressione di Rigonfiamento
	300	40	**W naturale (%)** (norma ASTM D 2216) 21.5 **γ naturale(Mg/m^3)** (BS 1377) 1.91 **γ secco (Mg/m^3)** 1.57 **γ immerso (Mg/m^3)** 0.99 **porosità (%)** 42 **indice dei vuoti** 0.72 **grado di saturazione (%)** 81 **peso specifico (Mg/m^3) (stimato)** 2.700
1.50 basso			

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (Dottore di Ricerca):Gianluca Ferioli

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

UMIDITA' DI UNA TERRA

A.S.T.M. D 2216

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135657	rev.00 del:	30/08/13

il campione è stato conservato in vasca umida termostatica — cod. strumentazione: 480 - 419

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro**

determinazione	1	2
tara (g)	2.39	2.32
terra umida (g)	107.98	100.24
terra essiccata* (g)	89.3	83.26
umidità determinata (%)	21.5	21.0

umidità calcolata (%)	=	**21.2**

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

MASSA VOLUMICA APPARENTE
CEN ISO/TS 17892-2

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135659	rev.00 del:	30/08/13

il campione è stato conservato in vasca umida cod. strumentazione: 480 - 419 - 721

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro**

DETERMINAZIONE	1	2	3
TARA (g)	57.81	57.81	57.81
ALTEZZA (cm)	3.04	3.04	3.04
LATO (cm)	5.00	5.00	5.00
MASSA LORDA (g)	171.22	172.64	171.89
MASSA VOLUMICA (Mg/m^3)	1.90	1.92	1.91

MEDIA (Mg/m^3) = **1.91**

Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

ANALISI GRANULOMETRICA
(per setacciatura e sedimentazione) norma A.S.T.M. D 422

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	08/05/13
GEO - CERT. n°:	G135661	rev.00 del:	30/08/13

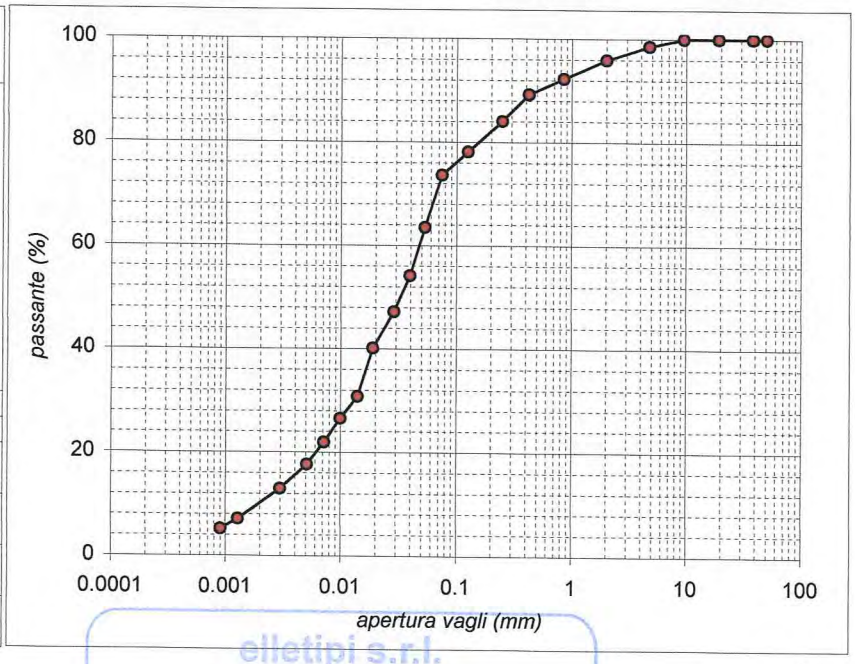
Codici strumentazione: 480, 419, 348, 432, 570, 571, 572, 573, 290, 291, 292, 293, 282, 283, 286

Aspetto del campione: **Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro**

TIPO VAGLIO	apertura (mm)	trattenuto (g)	trattenuto (%)	cum. tratt. (%)	passante (%)
crivello	50	0.00	0.00	0.00	100.00
crivello	38.1	0.00	0.00	0.00	100.00
crivello	19.1	0.00	0.00	0.00	100.00
crivello	9.5	0.00	0.00	0.00	100.00
crivello	4.75	2.50	1.44	1.44	98.56
setaccio	2.0	4.62	2.66	4.10	95.90
setaccio	0.850	6.30	3.62	7.72	92.28
setaccio	0.425	5.28	3.04	10.76	89.24
setaccio	0.250	9.04	5.20	15.96	84.04
setaccio	0.125	10.22	5.88	21.84	78.16
setaccio	0.075	7.84	4.51	26.35	73.65
calcolato	0.0532	17.64	10.15	36.50	63.50
calcolato	0.0396	16.22	9.33	45.83	54.17
calcolato	0.0290	12.17	7.00	52.83	47.17
calcolato	0.0189	12.17	7.00	59.83	40.17
calcolato	0.0139	16.22	9.33	69.16	30.84
calcolato	0.0099	7.40	4.26	73.42	26.58
calcolato	0.0072	8.11	4.67	78.08	21.92
calcolato	0.0051	7.39	4.25	82.34	17.66
calcolato	0.0030	8.11	4.66	87.00	13.00
calcolato	0.0013	10.27	5.91	92.91	7.09
calcolato	0.0009	3.33	1.92	94.83	5.17
	fondo	8.99	5.17	100.00	0.00
	TOTALE	173.82		ϕ max (mm) =	5.72

Passante effettivo setaccio 0.075 (g)		50
t° C	Tempo (s)	Lettura
24	30	30
24	60	26
24	120	23
24	300	20
24	600	16
25	1200	14
25	2400	12
26	4800	10
26	14400	8
23	86400	6
24	172800	5

Rapporti granulometrici		
	USCS	AGI
GHIAIA	> 4,75 mm 1.4%	> 2,00 mm 4.1%
SABBIA	> 0,075 mm 24.9%	> 0,06 mm 28.9%
LIMO	> 2 μ 63.5%	> 2 μ 56.9%
ARGILLA	< 2 μ 10.2%	< 2 μ 10.2%



Il Direttore del Laboratorio Terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.

Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA

P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387

® sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio Geotecnico autorizzato con Dec. n. 9199 del 10/10/2011, art. 59 del D.P.R. 380/2001, Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

LIMITI DI ATTERBERG (norma ASTM D4318 metodo A)

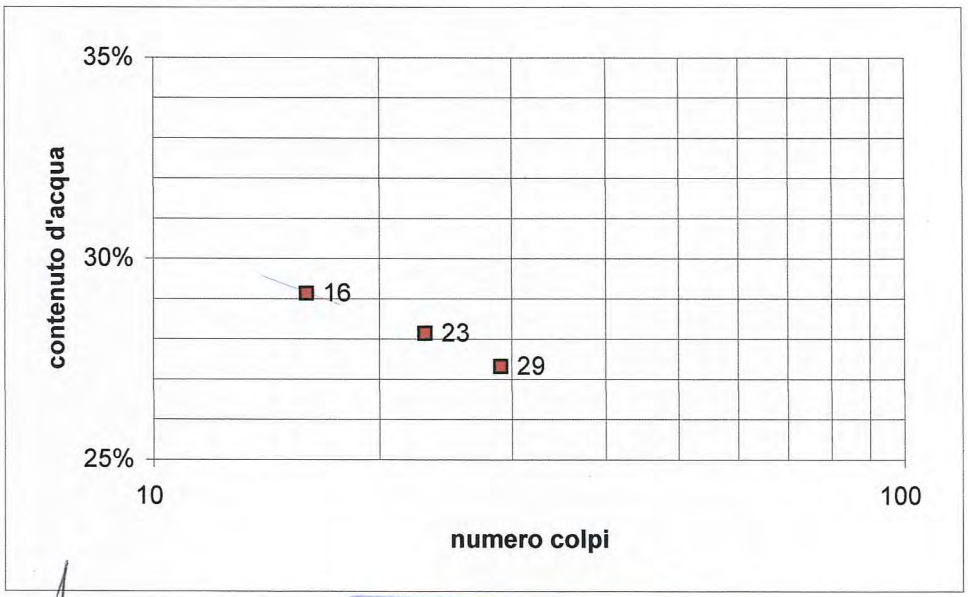
COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12373/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	176/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135663	rev.0 del:	30/08/13

codice int. Strum.: 344- 480.

ASPETTO MACROSCOPICO DEL CAMPIONE: **Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro**

	LIMITE LIQUIDO			LIMITE PLASTICO		UMIDITA'
impasto	1	2	3	1	2	
N° colpi	16	23	29			
massa umida+ tara (g)	29.18	26.36	24.22	14.37	13.04	107.98
massa secca+ tara (g)	23.12	21.10	19.53	12.33	11.28	89.30
acqua contenuta (g)	6.06	5.26	4.69	2.04	1.76	18.68
tara (g)	2.32	2.41	2.36	2.35	2.61	2.39
peso secco (g)	20.80	18.69	17.17	9.98	8.67	86.91
contenuto d'acqua	29.1%	28.1%	27.3%	20.4%	20.3%	21.5%

Umidità Naturale	**Wn =**	**21%**
Limite Liquido	**LL =**	**28%**
Limite Plastico	**LP =**	**20%**
Indice Plastico	**IP =**	**7%**
Indice di Consistenza	**Ic =**	**0.85**



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott. geol. (dottore di ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Lo Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale ed operativa: Via Annibale Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
tel. 0532/56771; fax 0532/56119 e-mail: info@elletipi.it sito: www.elletipi.it
P IVA e Codice Fiscale n. 00174600387

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio autorizzato ai sensi dell' art. 59 del DPR 380/2001 con Decreto n° 9199 del 10/10/2011 per l' esecuzione di prove secondo le Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

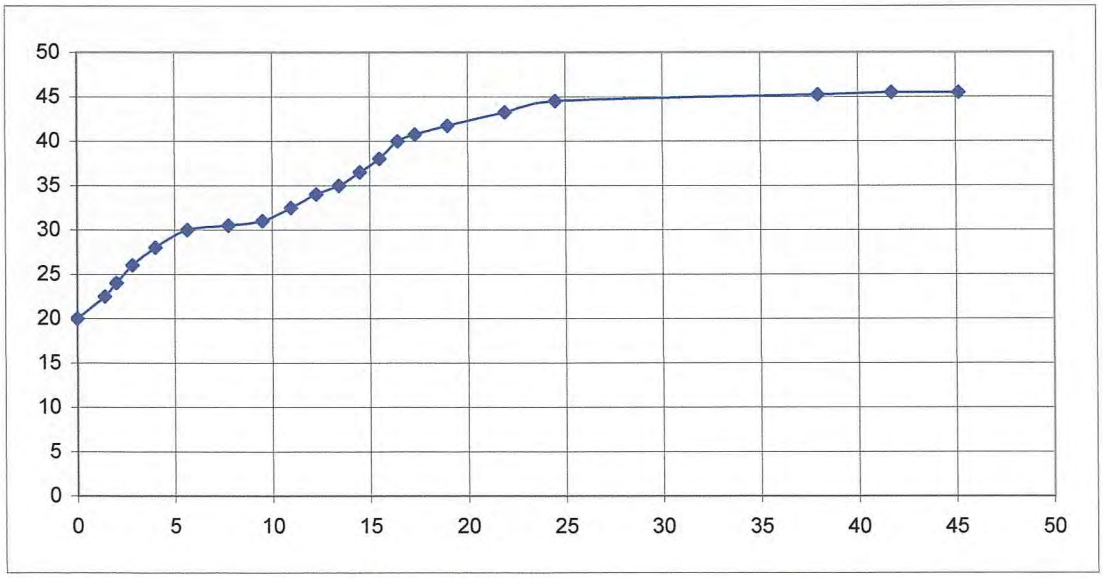
DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO
norma ASTM D 4546

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12372/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	175/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135665	rev.00 del:	30/08/13

edometro n: 10 cod. int. Strumentazione:

NATURA DEL CAMPIONE: Limo sabbioso debolmente argilloso marrone chiaro giallastro

CARATTERISTICHE INIZIALI PROVINO			
Altezza provino (mm)	20.00		
Massa volumica reale (Mg/m^3) (stimato)	2.70		
Umidità (%):	21.5		
Massa volumica apparente (Mg/m^3):	1.91		
Porosità (%)	41.9		
Indice dei Vuoti	0.72		
Grado di Saturazione (%):	81		
CONDIZIONI INIZIALI			
Tensione di assestamento σse (kPa):	4.9		
Tensione litostatica σvo (kPa):	20		
RISULTATI DI PROVA			
PRESSIONE DI RIGONFIAMENTO σSP (kPa)	45.5	**TEMPO (min)**	2040



Il Direttore del Laboratorio terre:
dott.geol. (Dottore di Ricerca):Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

Io Sperimentatore:
dott. Luciano Rossi

elletipi s.r.l.
Sede legale, operativa, amm.va: via Zucchini, 69 - 44100 FERRARA
P.IVA e Codice Fiscale n.00174600387
sito: www.elletipi.it - email: info@elletipi.it

AZIENDA CON SISTEMA DI GESTIONE INTEGRATO CERTIFICATO DA DNV
UNI EN ISO 9001/2000
UNI EN ISO 14001

Laboratorio autorizzato ai sensi dell' art. 59 del DPR 380/2001 con Decreto n° 9199 del 10/10/2011 per l' esecuzione di prove secondo le Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC

PROVA DEL BLU DI METILENE
UNI EN 933-9 (allegato A) : 2009

COMMITTENTE:	**GeCO Snc di Curatolo A. e Gaggiotti M - Via Selva, 132 - 60037 San Vito (AN)**		
CANTIERE:	**Massignano - Ancona**		
CAMPIONE:	**S2 SH2 da 1.00 a 1.50 m**		
COMMESSA:	12372/13	DURATA PROVE:	19 - 30/08/13
VERBALE ACC.:	175/13	DATA CONSEGNA:	05/08/13
GEO - CERT. n°:	G135664	rev.0 del:	30/08/13

Codici strumentazione: 480 - 419 - 292 - 658

FRAZIONE DELL' AGGREGATO IN PROVA (mm)			**0 / 0.125**
PROVINO	**V1**	**M1**	**MBF**
	(cm³)	**(g)**	**(g/kg)**
1	57	30	19.0
2	62	30	20.7
VALORE MEDIO (%)			**19.8**

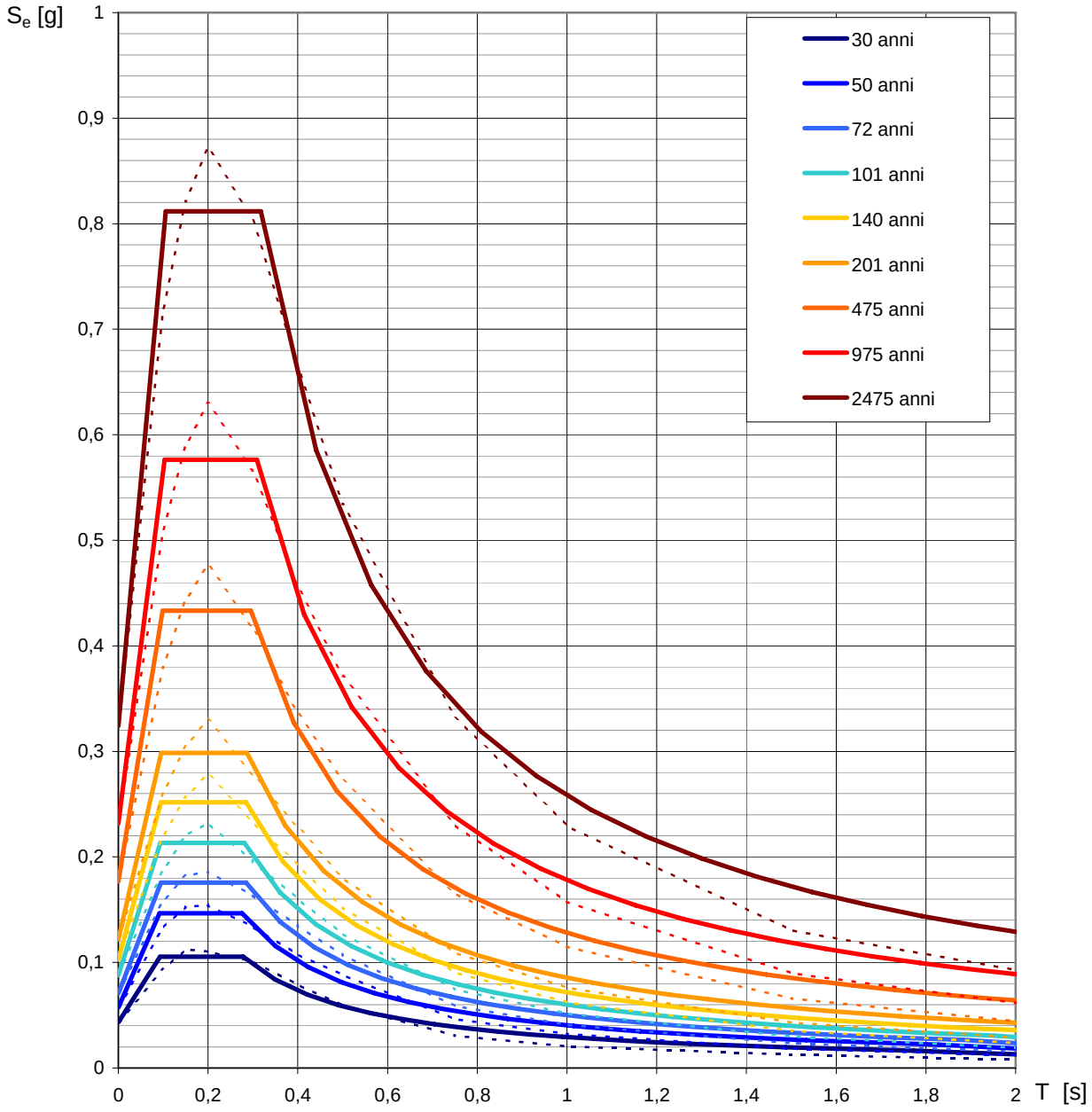
NOTE:
V1 indica il volume della soluzione colorata immessa.
M1 indica la massa del campione
MBF indica il valore di blu dell' aggregato

Il Direttore del Laboratorio Terre
dott.Geol.(Dottore di Ricerca) Gianluca Ferioli

elletipi s.r.l.
Laboratorio Autorizzato
ai sensi dell'art. 59 DPR 380/2001
Circolari Ministeriali 7618/STC e 7619/STC
con Decreto n. 9199 del 27/09/11

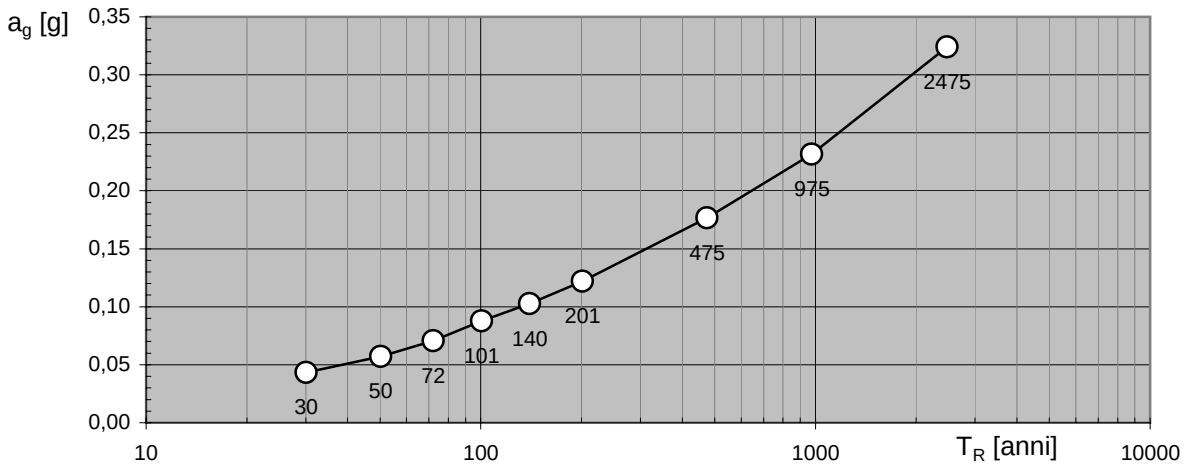
Lo Sperimentatore
dott. Luciano Rossi

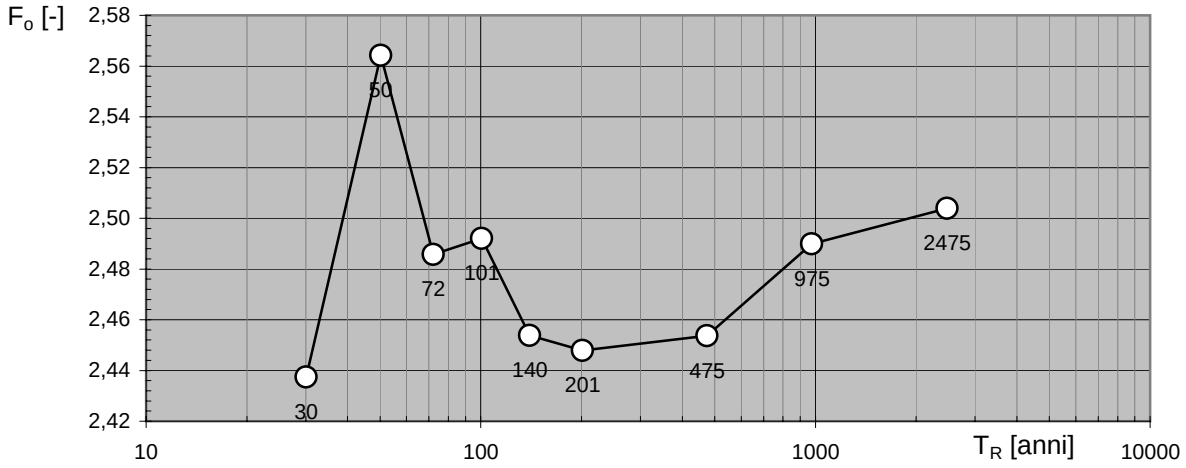
Spettri di risposta elastici per i periodi di ritorno T_R di riferimento

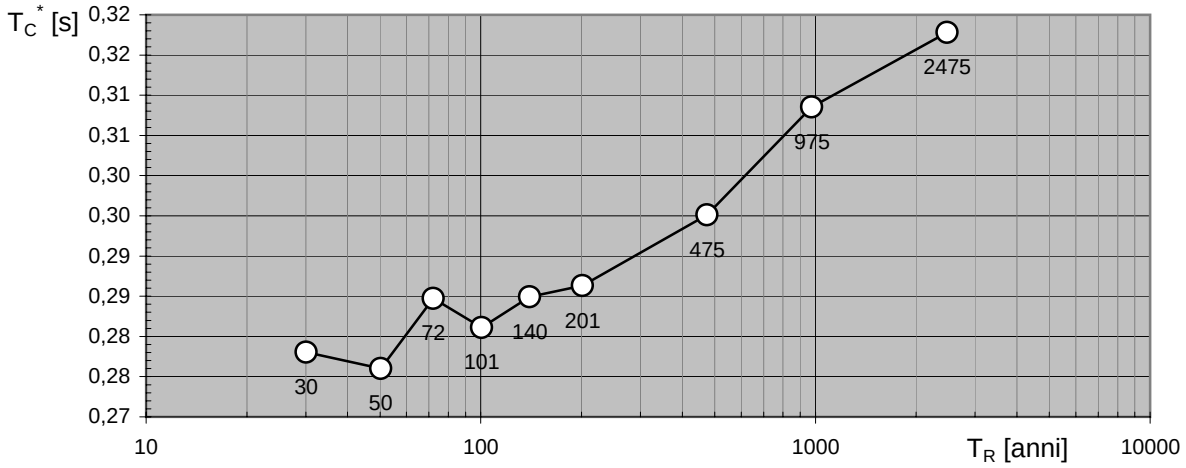


NOTA:
Con linea continua si rappresentano gli spettri di Normativa, con linea tratteggiata gli spettri del progetto S1-INGV da cui sono derivati.

Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^*: variabilità col periodo di ritorno T_R



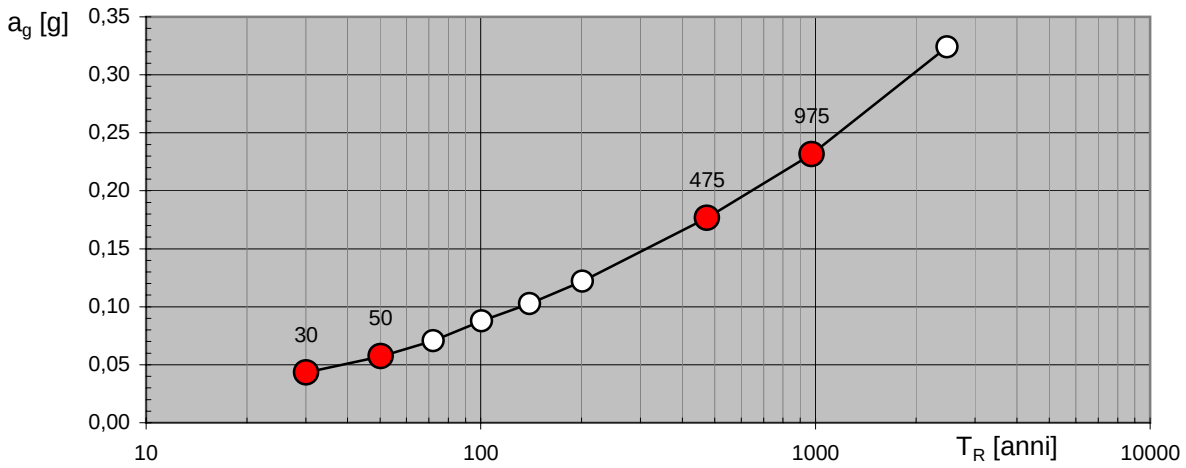


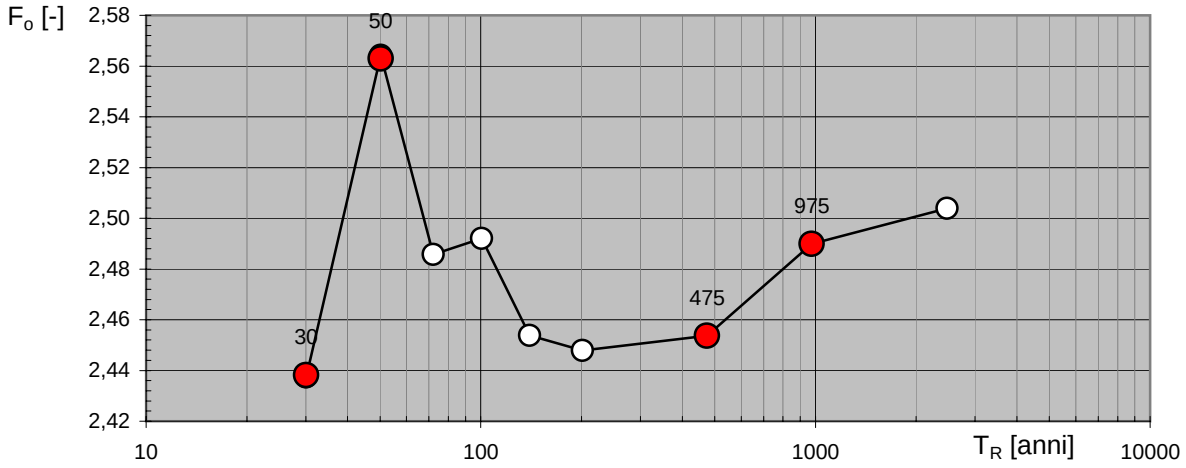


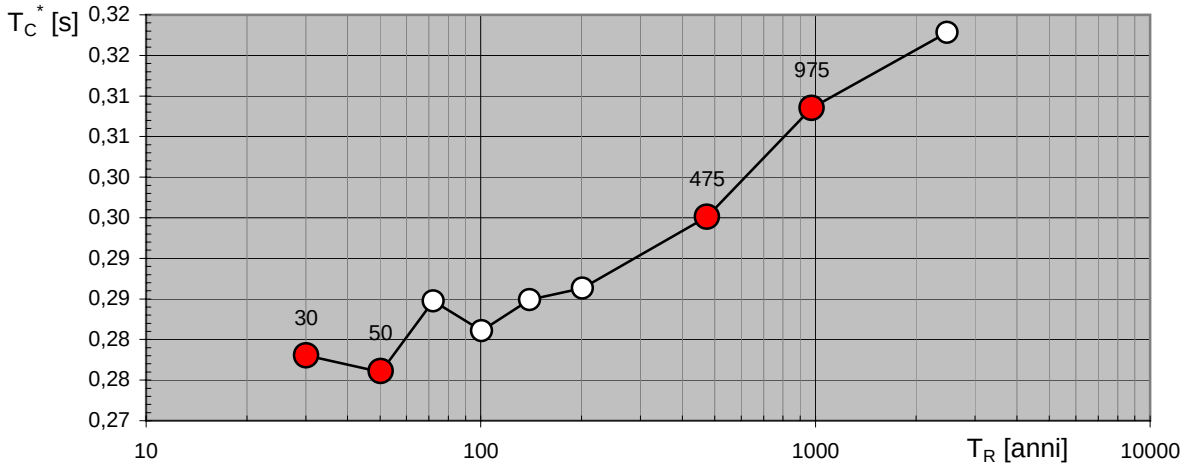
Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R di riferimento

T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
30	0,043	2,437	0,278
50	0,057	2,564	0,276
72	0,071	2,486	0,285
101	0,088	2,492	0,281
140	0,103	2,454	0,285
201	0,122	2,448	0,286
475	0,177	2,454	0,295
975	0,231	2,490	0,309
2475	0,324	2,504	0,318

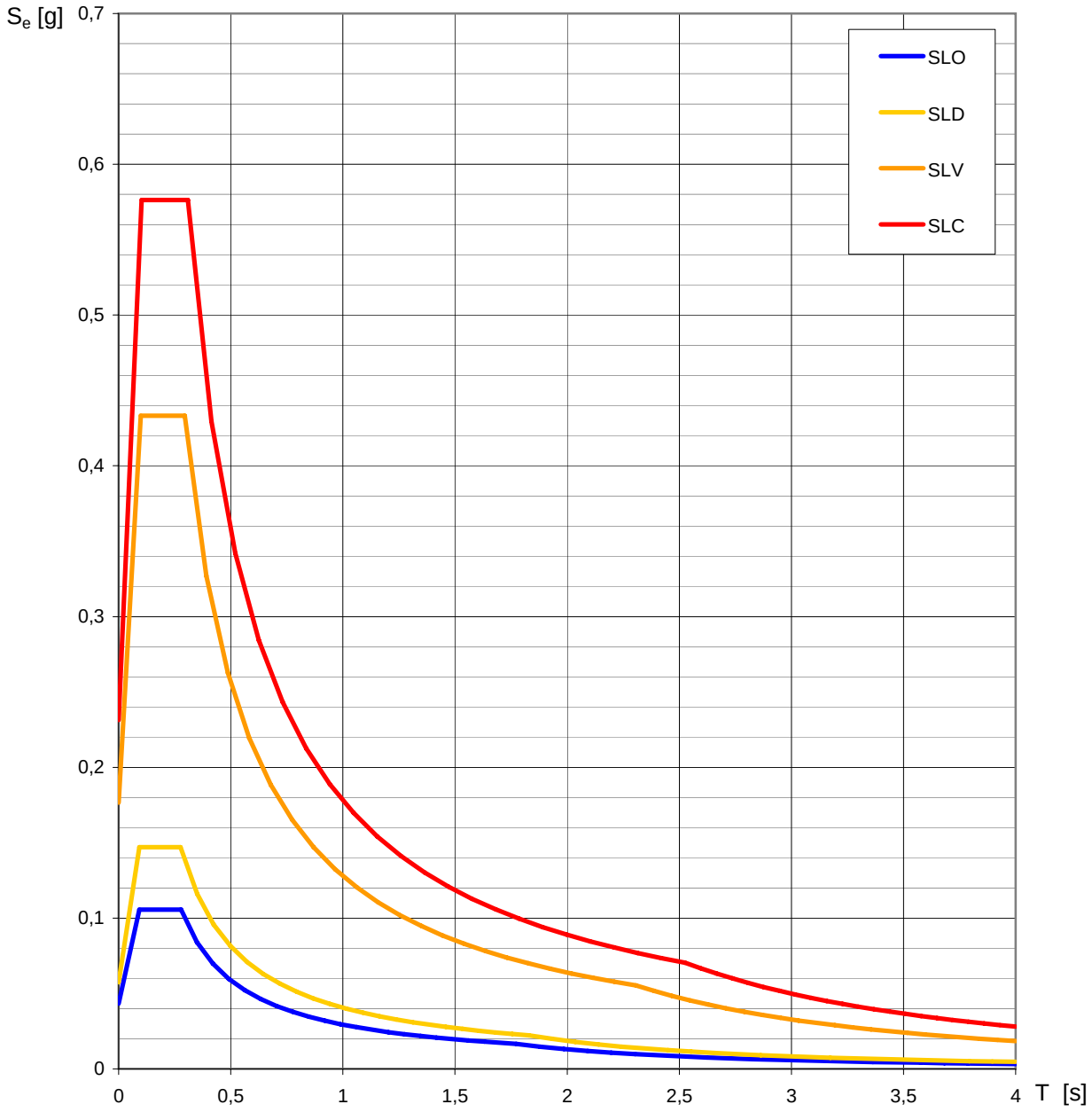
Valori di progetto dei parametri a_g, F_o, T_C^* in funzione del periodo di ritorno T_R







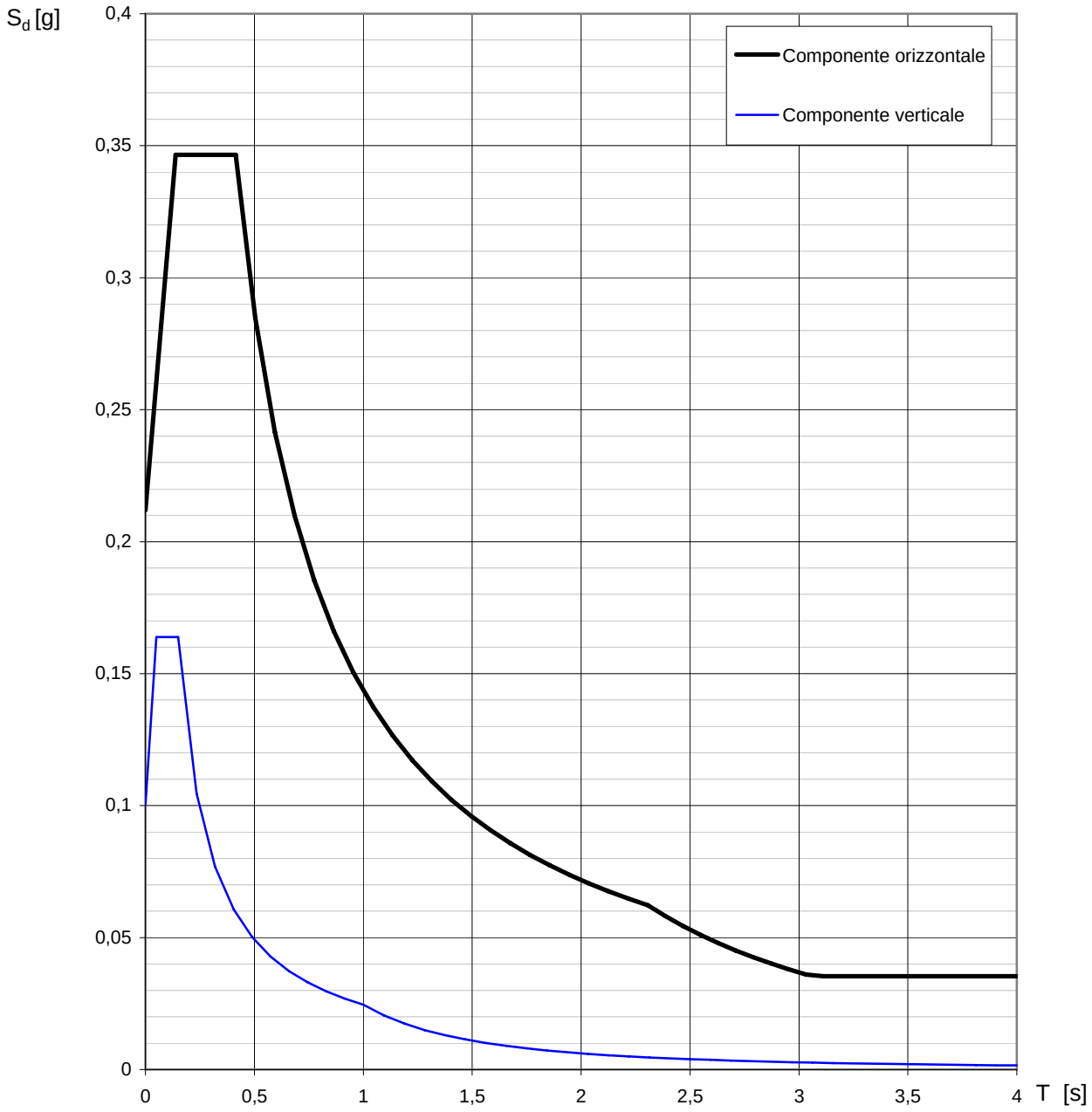
Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Valori dei parametri a_g, F_o, T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0,043	2,438	0,278
SLD	50	0,057	2,563	0,276
SLV	475	0,177	2,454	0,295
SLC	975	0,231	2,490	0,309

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,177 g
F_o	2,454
T_C^*	0,295 s
S_S	1,200
C_C	1,404
S_T	1,000
q	1,500

Parametri dipendenti

S	1,200
η	0,667
T_B	0,138 s
T_C	0,414 s
T_D	2,306 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,212
T_B ←	0,138	0,347
T_C ←	0,414	0,347
	0,504	0,285
	0,595	0,242
	0,685	0,210
	0,775	0,185
	0,865	0,166
	0,955	0,150
	1,045	0,137
	1,135	0,127
	1,225	0,117
	1,315	0,109
	1,405	0,102
	1,495	0,096
	1,586	0,091
	1,676	0,086
	1,766	0,081
	1,856	0,077
	1,946	0,074
	2,036	0,071
	2,126	0,068
	2,216	0,065
T_D ←	2,306	0,062
	2,387	0,058
	2,468	0,054
	2,548	0,051
	2,629	0,048
	2,710	0,045
	2,790	0,043
	2,871	0,040
	2,951	0,038
	3,032	0,036
	3,113	0,035
	3,193	0,035
	3,274	0,035
	3,355	0,035
	3,435	0,035
	3,516	0,035
	3,597	0,035
	3,677	0,035
	3,758	0,035
	3,839	0,035
	3,919	0,035
	4,000	0,035

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,100 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,392
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \le T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \le T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

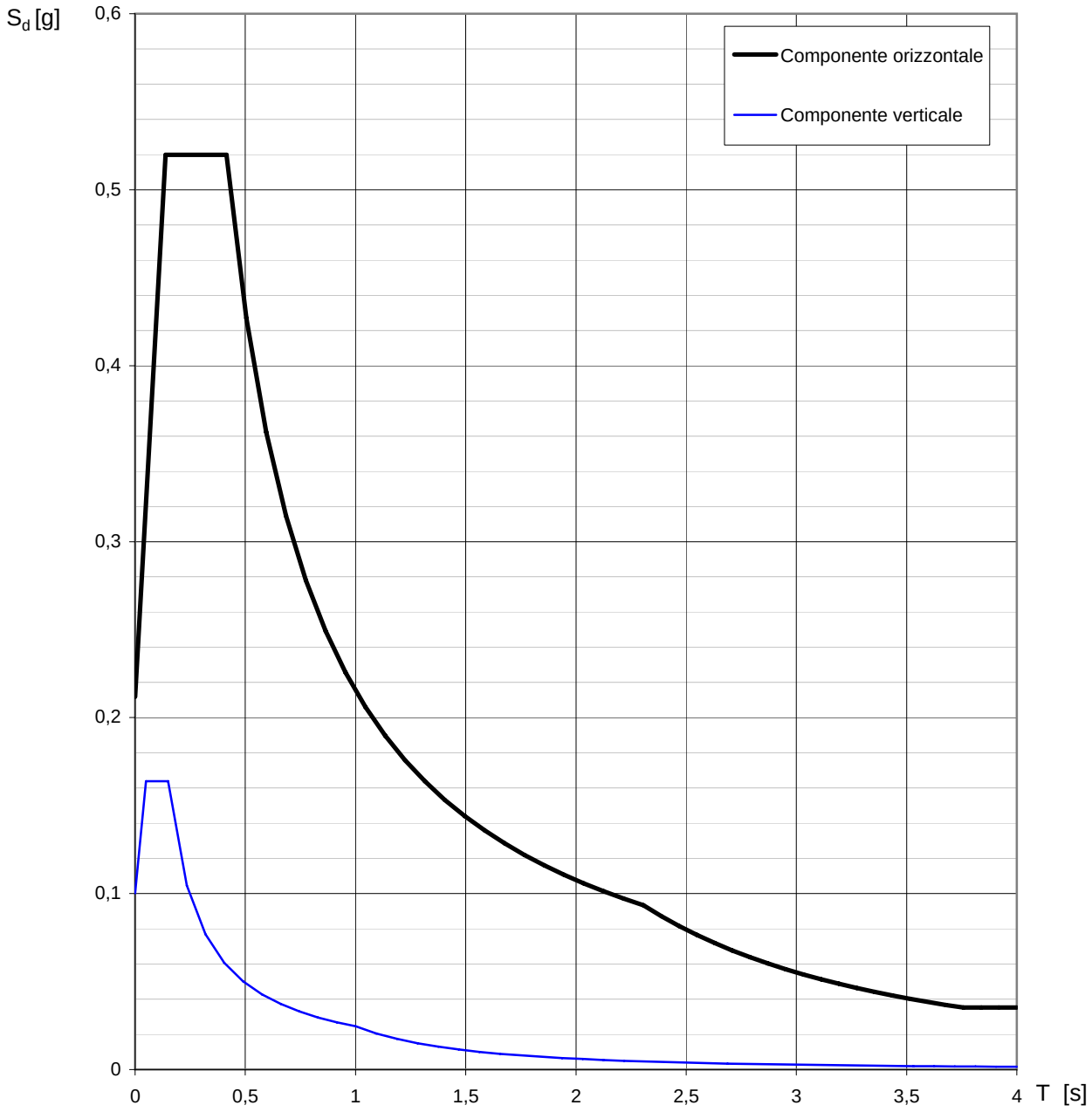
$T_C \le T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \le T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,100
T_B ←	0,050	0,164
T_C ←	0,150	0,164
	0,235	0,105
	0,320	0,077
	0,405	0,061
	0,490	0,050
	0,575	0,043
	0,660	0,037
	0,745	0,033
	0,830	0,030
	0,915	0,027
T_D ←	1,000	0,025
	1,094	0,021
	1,188	0,017
	1,281	0,015
	1,375	0,013
	1,469	0,011
	1,563	0,010
	1,656	0,009
	1,750	0,008
	1,844	0,007
	1,938	0,007
	2,031	0,006
	2,125	0,005
	2,219	0,005
	2,313	0,005
	2,406	0,004
	2,500	0,004
	2,594	0,004
	2,688	0,003
	2,781	0,003
	2,875	0,003
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

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



Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,177 g
F_o	2,454
T_C^*	0,295 s
S_S	1,200
C_C	1,404
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,200
η	1,000
T_B	0,138 s
T_C	0,414 s
T_D	2,306 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$S = S_S \cdot S_T$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55;\ \eta = 1/q$ (NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5)

$T_B = T_C / 3$ (NTC-07 Eq. 3.2.8)

$T_C = C_C \cdot T_C^*$ (NTC-07 Eq. 3.2.7)

$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6$ (NTC-07 Eq. 3.2.9)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$0 \leq T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$

$T_B \leq T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$

$T_C \leq T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$

$T_D \leq T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con 1/q, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,212
T_B ←	0,138	0,520
T_C ←	0,414	0,520
	0,504	0,427
	0,595	0,362
	0,685	0,315
	0,775	0,278
	0,865	0,249
	0,955	0,226
	1,045	0,206
	1,135	0,190
	1,225	0,176
	1,315	0,164
	1,405	0,153
	1,495	0,144
	1,586	0,136
	1,676	0,129
	1,766	0,122
	1,856	0,116
	1,946	0,111
	2,036	0,106
	2,126	0,101
	2,216	0,097
T_D ←	2,306	0,093
	2,387	0,087
	2,468	0,082
	2,548	0,077
	2,629	0,072
	2,710	0,068
	2,790	0,064
	2,871	0,060
	2,951	0,057
	3,032	0,054
	3,113	0,051
	3,193	0,049
	3,274	0,046
	3,355	0,044
	3,435	0,042
	3,516	0,040
	3,597	0,038
	3,677	0,037
	3,758	0,035
	3,839	0,035
	3,919	0,035
	4,000	0,035

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{gv}	0,100 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,392
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T$$ (NTC-08 Eq. 3.2.5)

$$\eta = 1/q$$ (NTC-08 §. 3.2.3.5)

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5}$$ (NTC-08 Eq. 3.2.11)

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$0 \le T < T_B$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o}\left(1 - \frac{T}{T_B}\right)\right]$

$T_B \le T < T_C$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$

$T_C \le T < T_D$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T}\right)$

$T_D \le T$ $\quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2}\right)$

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,100
T_B ←	0,050	0,164
T_C ←	0,150	0,164
	0,235	0,105
	0,320	0,077
	0,405	0,061
	0,490	0,050
	0,575	0,043
	0,660	0,037
	0,745	0,033
	0,830	0,030
	0,915	0,027
T_D ←	1,000	0,025
	1,094	0,021
	1,188	0,017
	1,281	0,015
	1,375	0,013
	1,469	0,011
	1,563	0,010
	1,656	0,009
	1,750	0,008
	1,844	0,007
	1,938	0,007
	2,031	0,006
	2,125	0,005
	2,219	0,005
	2,313	0,005
	2,406	0,004
	2,500	0,004
	2,594	0,004
	2,688	0,003
	2,781	0,003
	2,875	0,003
	2,969	0,003
	3,063	0,003
	3,156	0,002
	3,250	0,002
	3,344	0,002
	3,438	0,002
	3,531	0,002
	3,625	0,002
	3,719	0,002
	3,813	0,002
	3,906	0,002
	4,000	0,002

VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE NR. 1 – SEZ. A-A' SA

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	14,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	30,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	24,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	40,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie	
Classe d'uso:	Classe I	
Vita nominale:	50,0	[anni]
Vita di riferimento:	35,0	[anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,43	2,43	0,28
S.L.D.	50,0	0,57	2,57	0,28
S.L.V.	475,0	1,75	2,46	0,3
S.L.C.	975,0	2,28	2,49	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,516	0,2	0,0105	0,0053
S.L.D.	0,684	0,2	0,014	0,007
S.L.V.	2,1	0,24	0,0514	0,0257
S.L.C.	2,664	0,28	0,0761	0,038

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0514
Coefficiente azione sismica verticale	0,0257

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	2,47	-0,11
3	4,01	-0,08
4	6,05	0,1
5	8,57	0,5
6	10,79	1,03
7	12,16	1,65
8	13,32	2,67
9	14,25	3,87
10	14,96	4,89
11	16,29	6,08
12	16,89	6,52
13	17,73	7,19
14	18,47	7,71
15	19,57	10,65
16	19,79	12,64
17	20,09	14,42
18	20,85	14,87
19	21,59	15,02
20	25,83	15,03
21	30,69	15,03
22	56,3	15,05

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	2,47	-0,11
3	4,01	-0,08
4	6,05	0,1
5	8,57	0,5
6	10,79	1,03
7	12,16	1,65
8	13,32	2,67
9	14,25	3,87
10	14,96	4,89
11	16,29	6,08
12	16,89	6,52
13	17,73	7,19
14	18,47	7,71
15	19,57	10,65
16	19,79	12,64
17	20,09	14,42
18	21,48	14,32
19	22,4	14,1
20	22,89	13,83
21	23,78	13,67
22	24,26	13,72
23	24,79	13,7
24	25,23	13,61
25	25,7	13,35
26	26,34	13,21
27	26,86	13,21
28	27,4	13,23
29	28,02	13,05
30	28,45	12,75

31	29,11	12,72
32	29,62	12,66
33	29,94	12,72
34	30,57	12,69
35	31,1	12,61
36	31,83	12,43
37	32,38	12,23
38	33,53	11,88
39	34,11	11,99
40	34,87	11,96
41	35,43	11,59
42	35,57	11,54
43	35,95	11,54
44	36,4	11,45
45	36,73	11,4
46	37,05	11,2
47	37,46	11,18
48	37,65	11,23
49	38,29	11,23
50	38,87	11,28
51	39,49	11,23
52	39,73	11,13
53	40,91	10,85
54	42,02	10,47
55	43,0	10,56
56	44,1	10,5
57	44,86	10,15
58	45,33	10,28
59	46,75	10,99
60	48,33	11,22
61	50,38	11,22
62	51,8	11,46
63	53,46	12,25
64	54,33	12,49
65	56,3	12,17

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0,26		17,3	2000	2200	D1 depositi di versante	
2	0,4		17,3	2200	2400	B4 scaglia cinerea	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	20000	15000	0	0,5	13
2	77000	57750	0	4	7

Carichi distribuiti

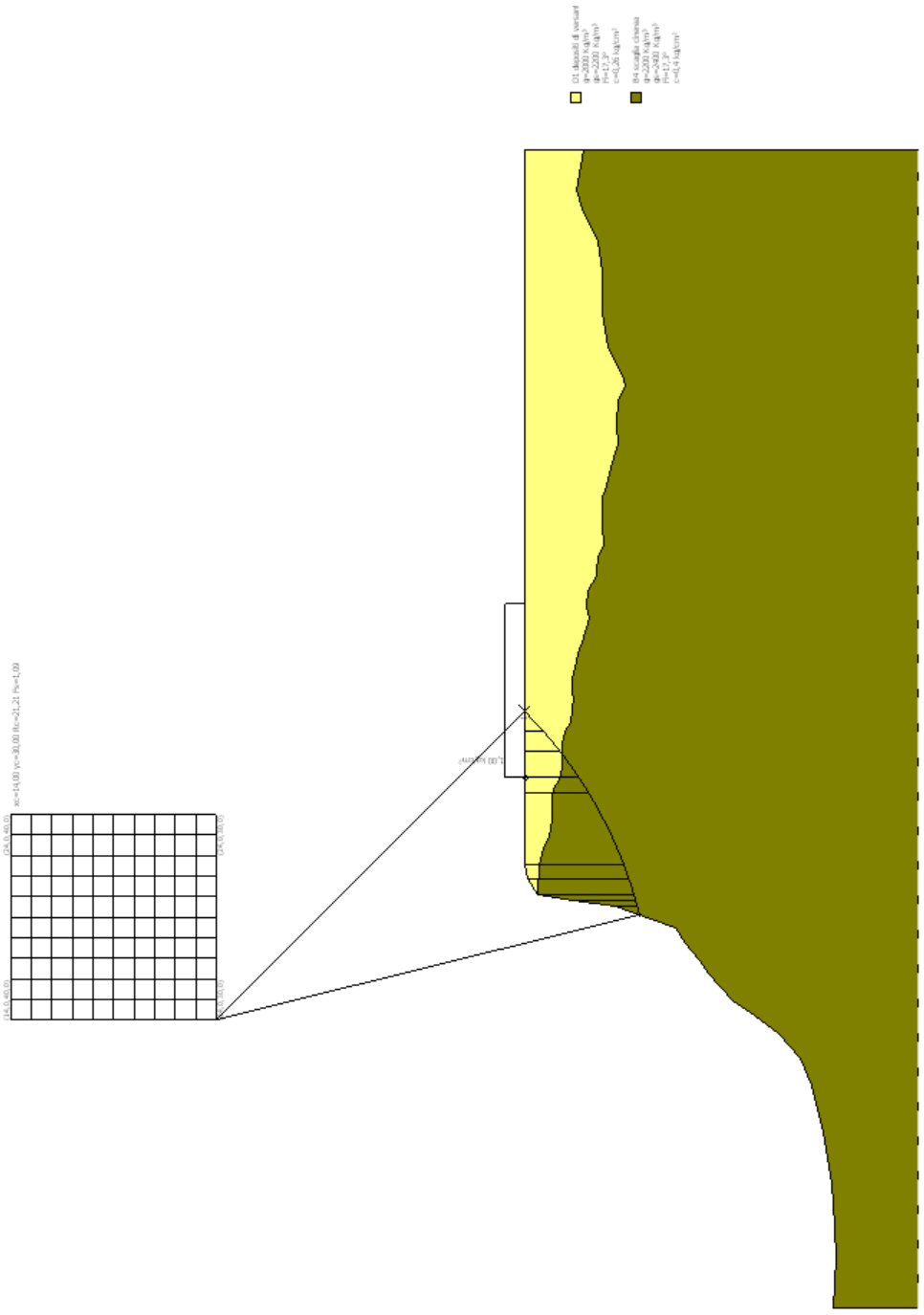
N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	25,8	15	34,25	15,00524	1

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,09
Ascissa centro superficie	14,0 m
Ordinata centro superficie	30,0 m
Raggio superficie	21,21 m

xc = 14,00 yc = 30,00 Rc = 21,213 Fs=1,094

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,46	14,6	0,47	565,35	29,06	14,53	0,32	14,0	0,0	175,7	1623,5
2	0,22	15,5	0,23	1015,39	52,19	26,1	0,32	14,0	0,0	793,0	974,5
3	0,3	16,3	0,31	2576,53	132,43	66,22	0,32	14,0	0,0	2227,2	1631,4
4	0,76	17,8	0,8	8092,54	415,96	207,98	0,32	14,0	0,0	7102,1	4574,7
5	0,74	19,9	0,78	7848,52	403,41	201,71	0,32	14,0	0,0	6815,2	4500,0
6	3,47	26,2	3,87	30279,34	1556,36	778,18	0,32	14,0	0,0	24588,4	20743,6
7	0,77	32,7	0,91	4896,57	251,68	125,84	0,32	14,0	0,0	3394,0	4488,3
8	1,22	35,9	1,5	17674,22	908,45	454,23	0,32	14,0	0,0	15502,9	10774,5
9	0,99	39,7	1,29	12616,69	648,5	324,25	0,21	14,0	0,0	11719,7	7321,5
10	0,99	43,3	1,36	9878,54	507,76	253,88	0,21	14,0	0,0	8806,2	6945,7



VERIFICA DI STABILITA' DEL VERSANTE NR. 2 – SEZ. A-A' SF

Analisi di stabilità dei pendii con: JANBU (1967)

Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1,3
Coefficiente parziale resistenza	1,0
Parametri geotecnici da usare. Angolo di attrito:	Picco
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	14,0 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	30,0 m
Ascissa vertice destro superiore xs	24,0 m
Ordinata vertice destro superiore ys	40,0 m
Passo di ricerca	10,0
Numero di celle lungo x	10,0
Numero di celle lungo y	10,0

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie	
Classe d'uso:	Classe I	
Vita nominale:	50,0	[anni]
Vita di riferimento:	35,0	[anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s²]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30,0	0,43	2,43	0,28
S.L.D.	50,0	0,57	2,57	0,28
S.L.V.	475,0	1,75	2,46	0,3
S.L.C.	975,0	2,28	2,49	0,31

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s²]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0,516	0,2	0,0105	0,0053
S.L.D.	0,684	0,2	0,014	0,007
S.L.V.	2,1	0,24	0,0514	0,0257
S.L.C.	2,664	0,28	0,0761	0,038

Coefficiente azione sismica orizzontale	0,0514
Coefficiente azione sismica verticale	0,0257

Vertici profilo

Nr	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	2,47	-0,11
3	4,01	-0,08
4	6,05	0,1
5	8,57	0,5
6	10,79	1,03
7	12,16	1,65
8	13,32	2,67
9	14,25	3,87
10	14,96	4,89
11	16,29	6,08
12	16,89	6,52
13	17,73	7,19
14	18,47	7,71
15	19,57	10,65
16	19,79	12,64
17	20,09	14,42
18	20,85	14,87
19	21,59	15,02
20	25,83	15,03
21	30,69	15,03
22	56,3	15,05

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	0,0
2	2,47	-0,11
3	4,01	-0,08
4	6,05	0,1
5	8,57	0,5
6	10,79	1,03
7	12,16	1,65
8	13,32	2,67
9	14,25	3,87
10	14,96	4,89
11	16,29	6,08
12	16,89	6,52
13	17,73	7,19
14	18,47	7,71
15	19,57	10,65
16	19,79	12,64
17	20,09	14,42
18	21,48	14,32
19	22,4	14,1
20	22,89	13,83
21	23,78	13,67
22	24,26	13,72
23	24,79	13,7
24	25,23	13,61
25	25,7	13,35
26	26,34	13,21
27	26,86	13,21
28	27,4	13,23
29	28,02	13,05
30	28,45	12,75

31	29,11	12,72
32	29,62	12,66
33	29,94	12,72
34	30,57	12,69
35	31,1	12,61
36	31,83	12,43
37	32,38	12,23
38	33,53	11,88
39	34,11	11,99
40	34,87	11,96
41	35,43	11,59
42	35,57	11,54
43	35,95	11,54
44	36,4	11,45
45	36,73	11,4
46	37,05	11,2
47	37,46	11,18
48	37,65	11,23
49	38,29	11,23
50	38,87	11,28
51	39,49	11,23
52	39,73	11,13
53	40,91	10,85
54	42,02	10,47
55	43,0	10,56
56	44,1	10,5
57	44,86	10,15
58	45,33	10,28
59	46,75	10,99
60	48,33	11,22
61	50,38	11,22
62	51,8	11,46
63	53,46	12,25
64	54,33	12,49
65	56,3	12,17

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Tangente angolo di resistenza al taglio	1,25
Coesione efficace	1,25
Coesione non drenata	1,4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

Stratigrafia

Strato	Coesione (kg/cm²)	Coesione non drenata (kg/cm²)	Angolo resistenza al taglio (°)	Peso unità di volume (Kg/m³)	Peso saturo (Kg/m³)	Litologia	
1	0,26		17,3	2000	2200	D1 depositi di versante	
2	0,4		17,3	2200	2400	B4 scaglia cinerea	

G0: Modulo di taglio dinamico a basse deformazioni; G: Modulo di taglio dinamico; Dr: Densità relativa; OCR: Grado di sovraconsolidazione; IP: Indice di plasticità

Strato	G0 (KPa)	G (KPa)	Dr (%)	OCR	IP (%)
1	20000	15000	0	0,5	13
2	77000	57750	0	4	7

Carichi distribuiti

N°	xi (m)	yi (m)	xf (m)	yf (m)	Carico esterno (kg/cm²)
1	36,58	15	45,03	15,00525	1

Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]

Fs minimo individuato	1,7
Ascissa centro superficie	14,0 m
Ordinata centro superficie	30,0 m
Raggio superficie	21,21 m

xc = 14,00 yc = 30,00 Rc = 21,213 Fs=1,70

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,46	14,6	0,47	565,35	0,0	14,7	0,32	14,0	0,0	339,1	973,9
2	0,22	15,5	0,23	1015,39	0,0	26,4	0,32	14,0	0,0	897,1	585,5
3	0,3	16,3	0,31	2576,53	0,0	66,99	0,32	14,0	0,0	2409,1	981,5
4	0,76	17,8	0,8	8092,54	0,0	210,41	0,32	14,0	0,0	7655,7	2759,7
5	0,74	19,9	0,78	7848,52	0,0	204,06	0,32	14,0	0,0	7419,4	2725,0
6	3,47	26,2	3,87	30279,34	0,0	787,26	0,32	14,0	0,0	28135,8	12706,5
7	0,77	32,7	0,91	4634,27	0,0	120,49	0,32	14,0	0,0	4028,8	2734,5
8	1,22	35,9	1,5	5490,65	0,0	142,76	0,32	14,0	0,0	4275,8	4268,2
9	0,99	39,7	1,29	2694,18	0,0	70,05	0,21	14,0	0,0	1954,8	2421,3
10	0,99	43,3	1,36	956,06	0,0	24,86	0,21	14,0	0,0	-224,8	2243,6

