Scheda 1 ambito AC1

n° 21

ambito AC1

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

RELAZIONE

COMUNE DI CASTELNOVO MONTI
24. LUG. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT..... CLAS..... FASC...

Geologica di fattibilità

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnovo né Monti
Località:	Capoluogo - via Roma
Committenti:	Capanni Learco
Oggetto:	Studio di fattibilità per intervento di riqualificazione edilizia
Data:	Luglio 2006

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 per l'area sita in località Castelnuovo né Monti - via Roma, in Comune di Castelnovo né Monti (RE) e interessata da studio di fattibilità per intervento di riqualificazione edilizia. Gli aspetti principali analizzati nel seguente lavoro sono:

1. Caratteristiche litostratigrafiche della zona;
2. Stabilità dell'area;
3. Caratteristiche geotecniche del terreno;
4. Caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R.
scala 1: 5000
elemento n° 218131

Carta geologica
Scala 1: 10.000
Elemento 218130

Caratteri litologici.

Coperture.
Sono praticamente assenti, limitate a pochi decimetri di spessore, costituite da Limo argilloso.

Substrato.
L'area fa parte della Formazione di Antognola - membro marnoso - Peliti marnose in strati di potenza decimetrica, il substrato è a tratti affiorante immediatamente ad nord-ovest dell'area in esame.

Caratteri idrologici ed idrogeologici.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche, non si rilevano emergenze idriche sul lotto di terreno in oggetto.

Stabilità dell'area.

Questa porzione di pendio (versante sud del rilievo soprastante) non è interessata da fenomeni gravitativi la condizione di stabilità deriva dal potente substrato marnoso e dall'esiguo spessore dei terreni di copertura.

.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, per l'area interessata, non evidenzia condizioni a rischio, si allega estratto.

Sondaggi geognostici.

Si è eseguita una indagine sismica a rifrazione, si riportano di seguito i risultati.

Indagine geofisica.

È stato eseguito un profilo sismico a rifrazione, trasversalmente al lotto di terreno in esame – La battuta di andata è in lato est mentre quella di ritorno è in lato ovest, inoltre la lunghezza della stesa è di 36 metri, per una profondità di investigazione di 12 metri circa.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento da 5 millisec. a 10.000 millisec. in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer
.



Vantaggi e limitazioni della prospezione sismica.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.
L'analisi delle distribuzioni delle velocità Vp nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire la sezione geofisica riportata in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione Vp dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi.

La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni;

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;
2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrome - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.



Parte di versante (lato ovest) dove si è eseguita l'indagine geofisica

Risultato sondaggio sismico.

La sezione sismica in allegato, riporta la presenza di due orizzonti sismici, il primo è evidenziato da una velocità di 291 m/sec ed è costituito dai terreni superficiali (depositi eluviali e colluviali) la potenza è variabile (si veda sezione in allegato).

Il secondo orizzonte sismico (sottostante al primo) è evidenziato da un incremento della velocità, che passa a 1105 m/sec. ed è riferibile al substrato marnoso compatto (Formazione di Antognola)

Si noti infine la morfologia ondulata del substrato.

Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante ipotizzando una superficie di scorrimento al contatto terreni di copertura – substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento
D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,
l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Con particolare riferimento a:

a) Provvedimenti per le costruzioni con prescrizioni per zone sismiche (Legge 2/2/74 , D.M. 16/1/96 e D.M. 11/3/1988)
b) Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (D.M. 9/1/96)
c) Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. 16/1/96)
d) Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (Legge 5/11/71, n.1086 e D.M. 14/2/92)

Metodo di SARMA (1973)
Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.
Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in n strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Simbologia utilizzata

Base = Larghezza del concio;
Alfa = Inclinazione del concio rispetto all'orizzontale;
Li = Lunghezza della base del concio;
Wi = Peso del concio;
Ui = Risultante delle pressioni neutre;
Ni = Risultante delle tensioni normali;
Ti = Risultante delle tensioni tangenziali;

Convenzioni
Angoli antiorari positivi;
Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Unità di misura
Lunghezze in m;
Angoli in gradi;
Carichi distribuiti t/m^2;
Carichi concentrati in t/m;

Analisi di stabilità dei pendii eseguita con SARMA

Numero di strati del terreno	2.0
Numero di conci	10.0
Acc. sismica orizzontale	0.25
Numero di carichi distribuiti	0.0
Numero di carichi concentrati	0.0
Nr. di muri inseriti	0.0
Nr. di file di pali	0.0
Nr. di tiranti	0.0

Superficie di forma generica al contatto del substrato

Vertici pendio

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.0
5	57.78	39.66
6	67.08	42.32
7	79.03	46.3
8	95.72	48.96
9	110.9	52.18

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	18.98
2	2.0	22.4
3	18.7	24.29
4	30.65	26.95
5	43.93	30.36
6	55.88	32.26
7	69.16	35.68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici superficie di scorrimento

N	X (m)	y (m)
1	-10.26	24.11
2	-7.11	20.31
3	2.19	22.4
4	18.89	24.29
5	30.84	26.95
6	44.12	30.36
7	56.64	32.26
8	67.26	34.92
9	78.65	38.33
10	89.27	40.99
11	100.47	43.64
12	107.87	44.97
13	109.57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Strato	c (Kg/m2)	Fi (°)	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
1	0.0	30	2000	2100	4	eluv
2	0.0	32	2150	2200	4	marne

Fattore di sicurezza calcolato

Fattore di sicurezza	1.37

N°	B (cm)	Alfa (°)	Li (cm)	Wi (Kg/m)
1	1197.48	-8.2	1209.8	18880.8
2	1197.48	6.7	1205.7	50713.1
3	1197.48	10.0	1215.8	120379.7
4	1197.48	13.6	1232.1	129602.5
5	1197.48	11.8	1223.1	156683.6
6	1197.48	10.9	1219.5	153549.5
7	1197.48	15.5	1242.4	161641.6
8	1197.48	15.2	1240.7	174235.6
9	1197.48	13.6	1231.8	146549.0
10	1197.48	36.8	1494.2	61392.9

Per Legge (D.M.21.1.81) e per consuetudine pratica la stabilità può dirsi raggiunta solo nel caso in cui Fs sia maggiore di 1.3. Vanno quindi distinti tre casi:

a) Coefficiente di sicurezza inferiore a 1: il pendio si trova in condizioni di instabilità globale.

b) **Coefficiente di sicurezza compreso fra 1 e 1.3: il pendio si trova in condizioni prossime all'equilibrio limite; anche un piccolo incremento degli sforzi tangenziali sulla superficie potenziale di rottura può innescare il fenomeno franoso.**

c) Coefficiente di sicurezza superiore a 1.3: il pendio si trova in condizioni di stabilità globale.

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	3	1	1.303	1.000	3	110	h1/v1	0.027
h2	CIN	27	10	1.303	1.086	27	240	h2/v2	0.11
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.14

V_{S30} =	30/t	214	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s *
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Conclusioni.

Dalle indagini geognostiche eseguite è emerso che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un potente substrato pelitico-marnoso, inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato costituito dalla Formazione di Antognola.

Nel caso si dovessero eseguire sbancamenti in lato monte, nonostante la presenza (subaffiorante) del potente substrato, evidenziato dalla indagine sismica eseguita, si prescrivono opere preventive a sostegno degli scavi, ciò in seguito a probabili linee di frattura sullo stesso substrato, che potrebbero causare crolli sul fronte di sbancamento.

A seguito di quanto in precedenza esposto e fermo restando la necessità di approfondire le indagini geologiche mirate alla singola opera a livello esecutivo ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica dell'area.

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

21 luglio 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)

Sondaggio
Sismico a rifrazione

elaborati

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale
da 1000 a 3000 Hz.

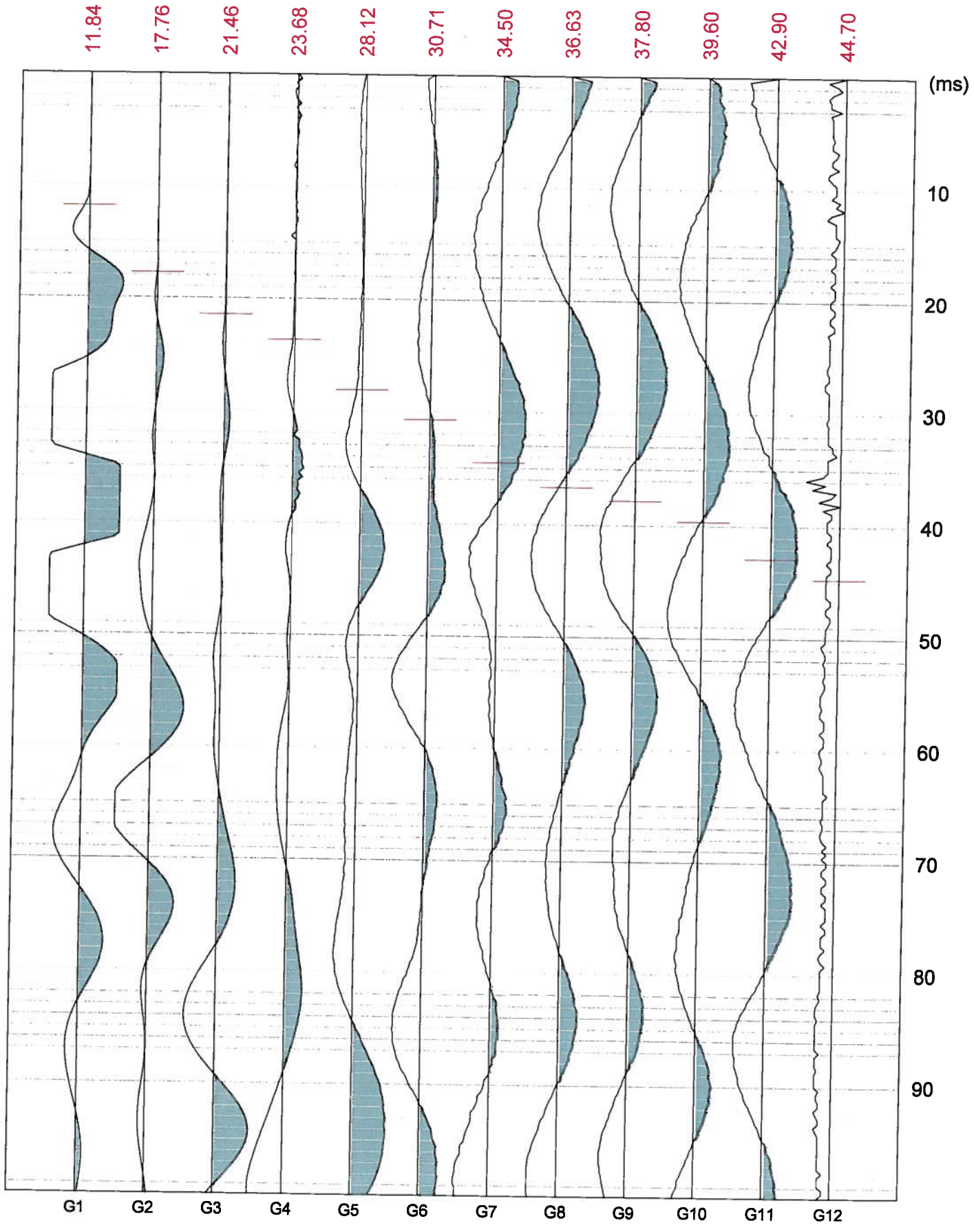
Durata di campionamento
da 5 millisec. a 10.000 millisec.
in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer.

Elaborazione dati tramite programma
INTERSISM della PASI



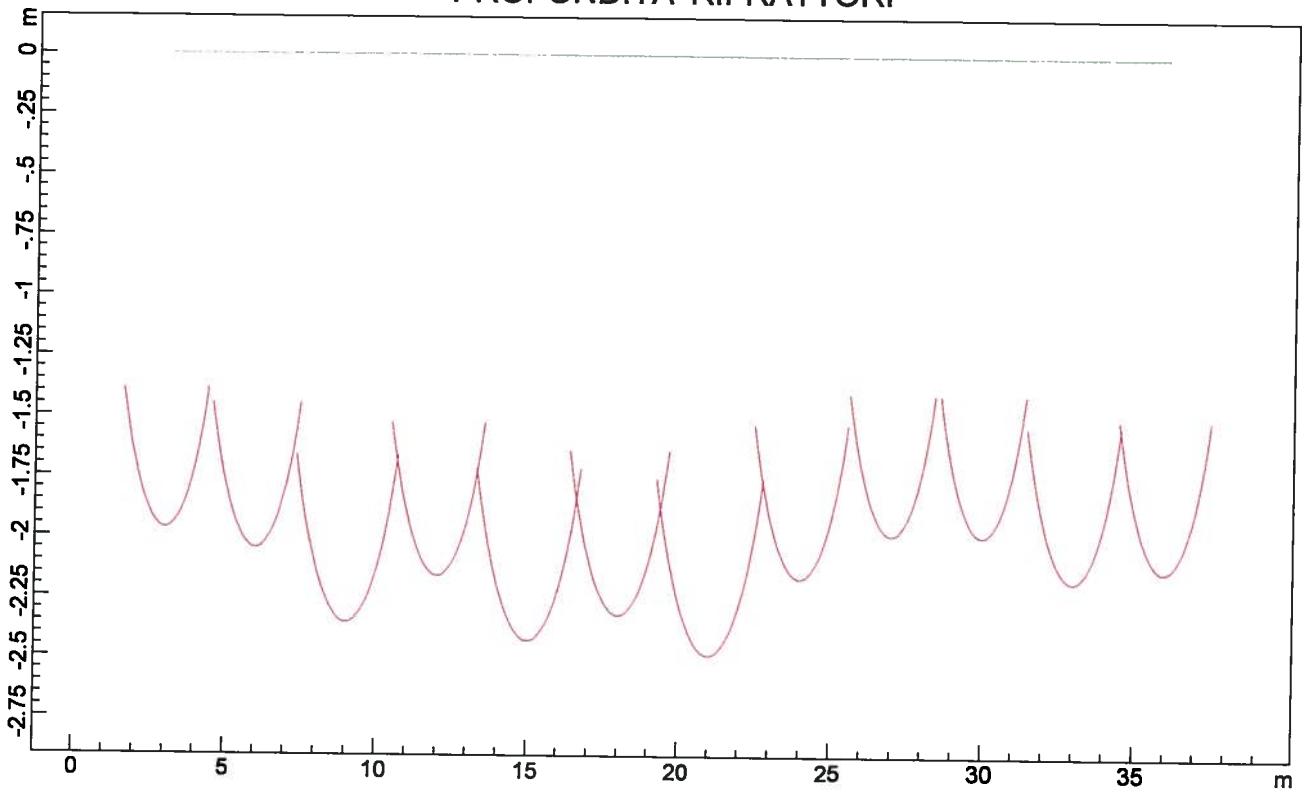
sismica a rifrazione
Castelnuovo nè Monti
via Roma



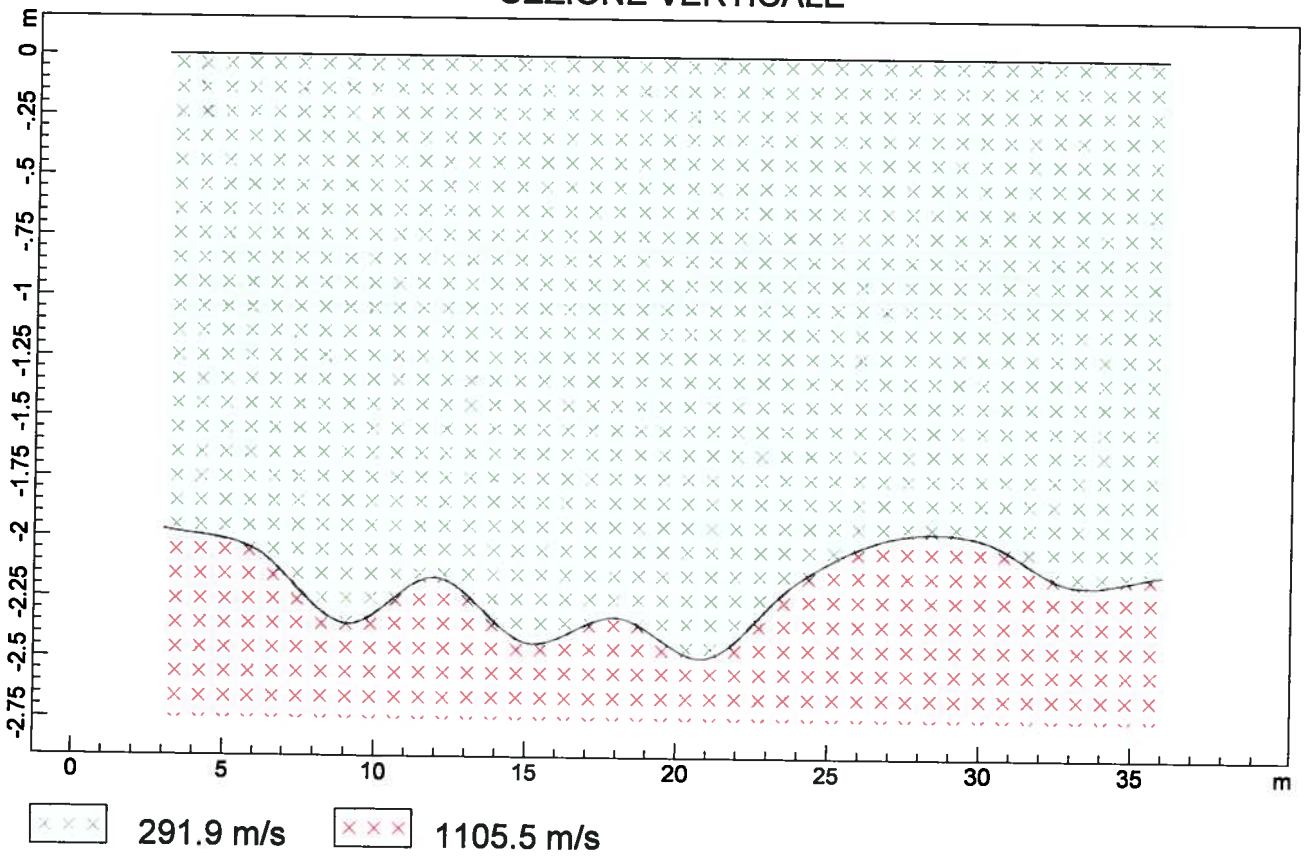
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
Castelnuovo nè Monti
via Roma

PROFONDITA' RIFRATTORI



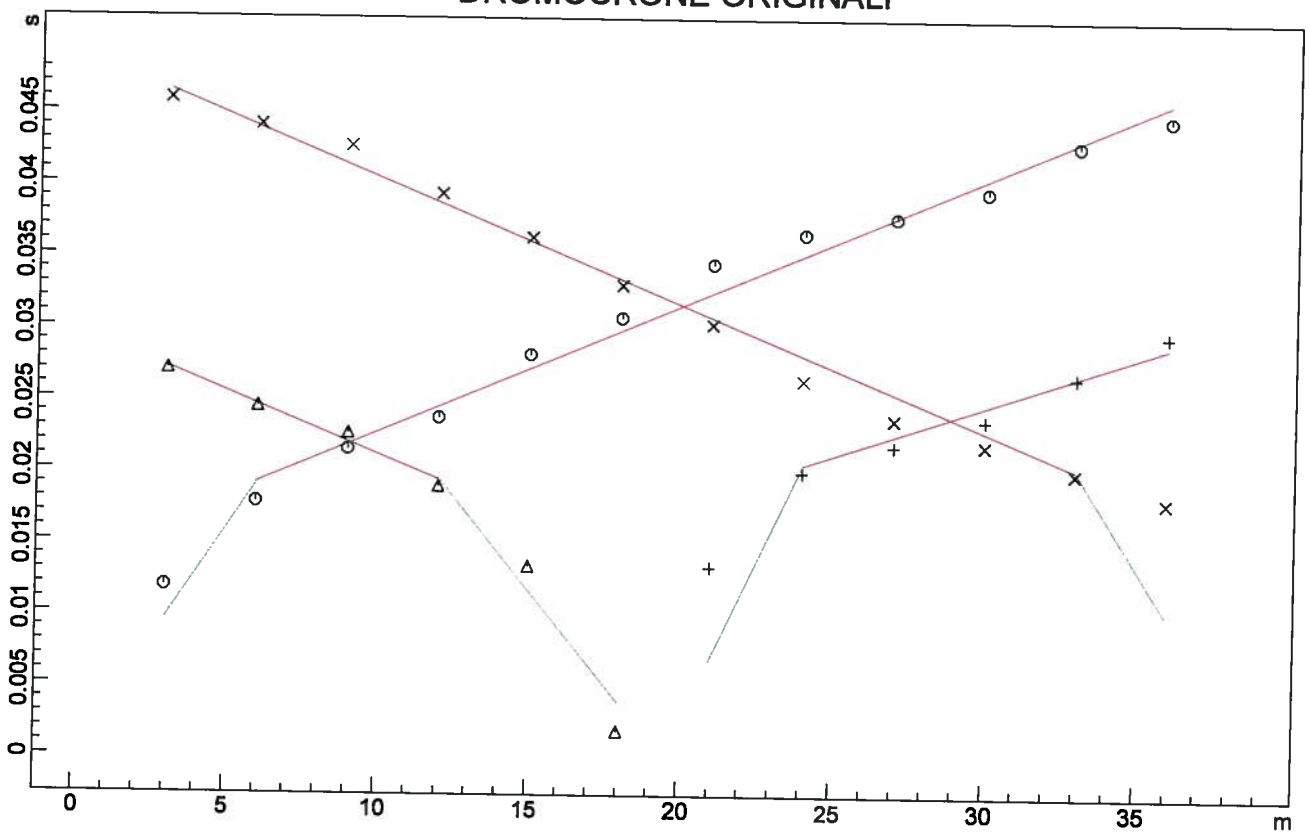
SEZIONE VERTICALE



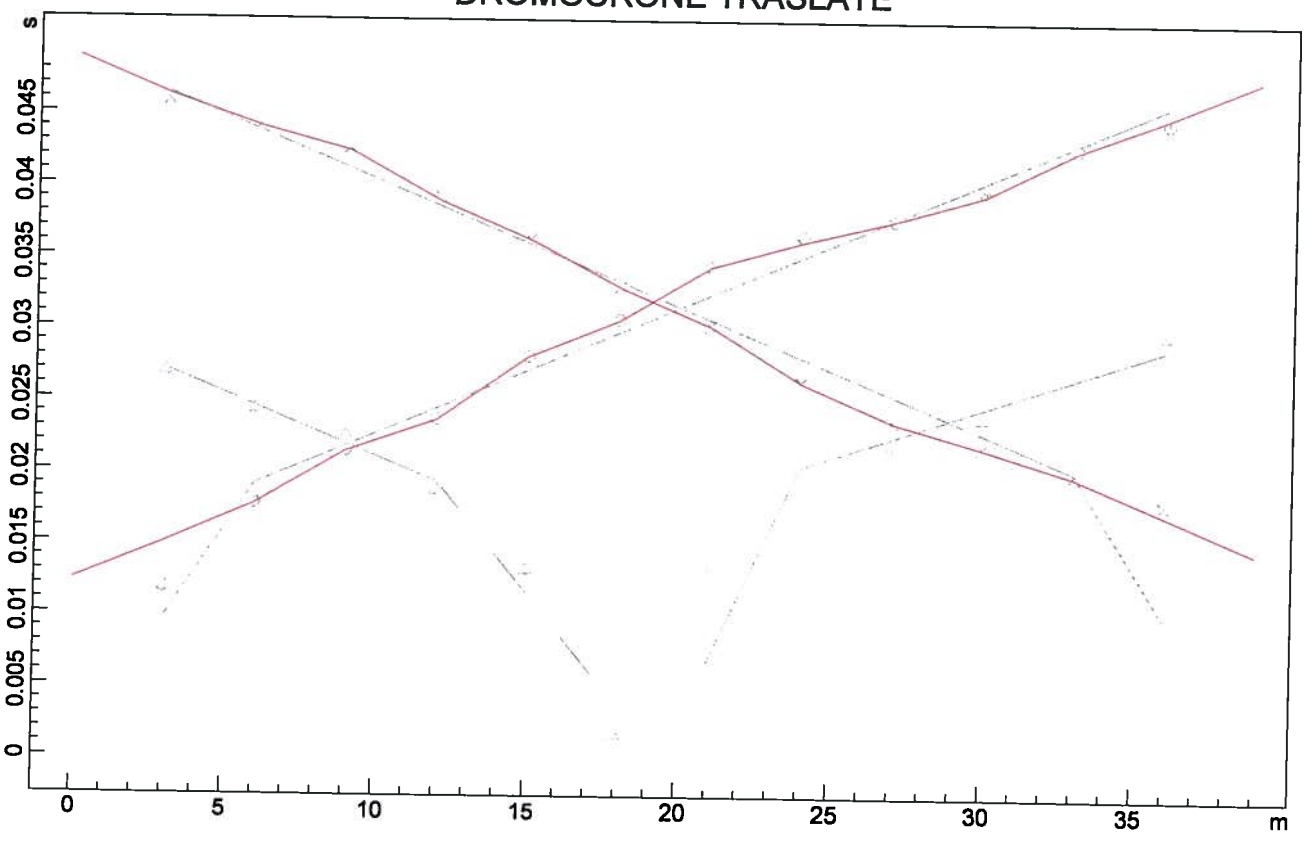
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
Castelnuovo nè Monti
via Roma

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

N

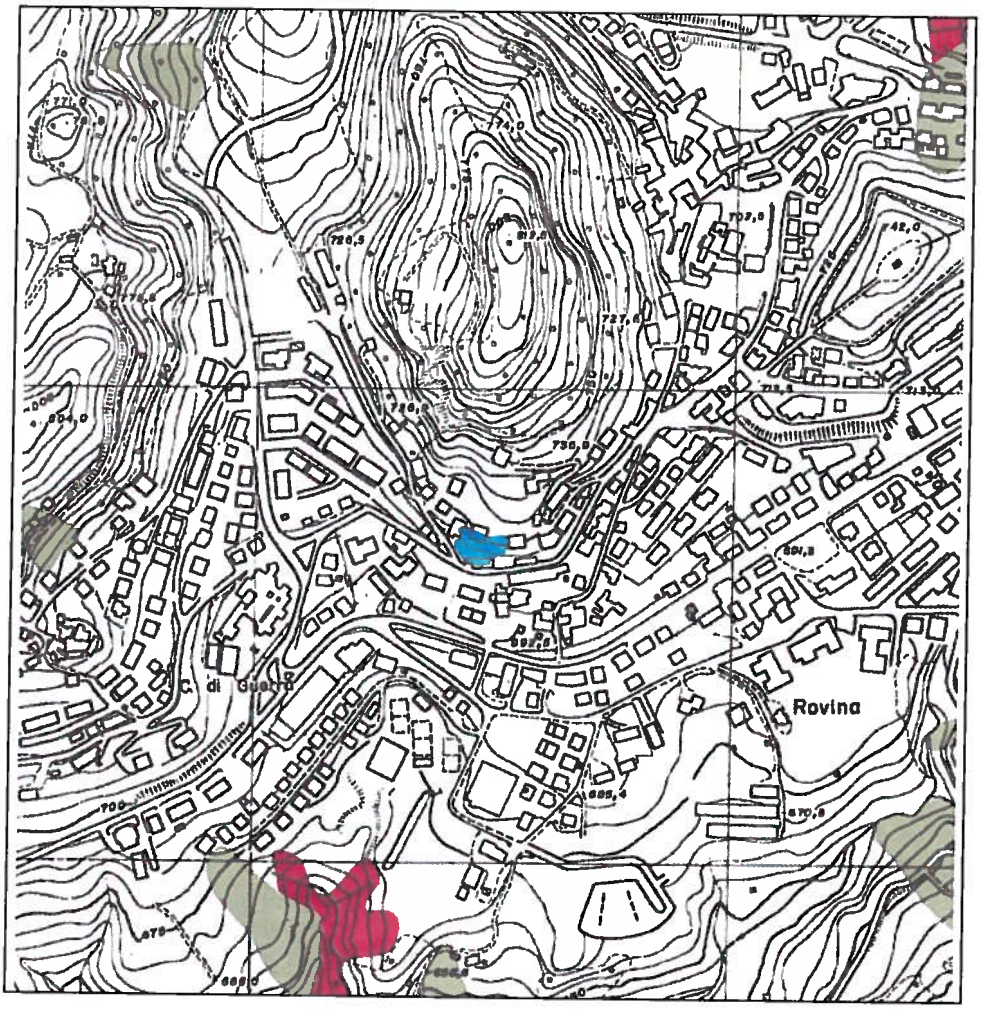
Estratto CTR – 218131

Scala 1:5000

ubicazione



Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004

DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 – (348) 9109596

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIA ALESSANDRINI - CAPOLUOGO

RICHIESTA DI INSERIMENTO DI UN LOTTO DI TERRENO NEL P.O.C. (PIANO OPERATIVO COMUNALE)



COMMITTENTE : SPAGGIARI MONIA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

Con riferimento agli accordi intercorsi con il Geom. Gabriele Borghi di Castelnovo ne' Monti (RE), trasmetto la presente relazione geologico-tecnica atta a definire le caratteristiche di un lotto di terreno, sito in Castelnovo ne' Monti (RE), oggetto di richiesta di inserimento nel P.O.C. (Piano Operativo Comunale).

(Foglio n° 28, mappale n° 453)

****

MRFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

La superficie in oggetto di studio è ubicata nell'estrema periferia sud dell'abitato di Castelnovo ne' Monti, a occidente dell'area su cui viene allestita la fiera.

Il terreno in esame appartiene quindi al versante che degrada in direzione dell'avvallamento inciso dal Rio Dorgola.

Più precisamente, viene qui studiato un terreno in gran parte pianeggiante, posto alla quota media di 660 m s.l.m., su cui preesistono vecchi edifici in precario stato di conservazione, sito immediatamente a valle della strada comunale che scende in direzione dell'area su cui sorge il depuratore (cf. stralcio dalla C.T.R. in scala 1 : 5.000 – elemento n° 218131 – Castelnovo ne' Monti nonché estratto planimetria catastale - foglio n° 50 ed ortofoto in scala 1 : 10.000 proposta sul frontespizio).

La superficie, una volta proceduto agli interventi di demolizione, risulterà quindi idonea all'attuazione degli interventi edilizi in progetto senza la necessità di dover effettuare ingenti opere di sbanco.

I suoli appartenenti a questa unità geomorfologica sono inclusi nell'associazione dei "suoli bruni calcarei - rendzina - regosuoli - litosuoli - suoli bruni lisciviati".

Questi suoli hanno una grande quantità di humus, sono calcarei in superficie e fortemente calcarei in profondità, hanno reazione basica e tessitura da sabbioso-argillosa ad argillosa; dove la pedogenesi ha potuto spingersi più avanti si hanno invece suoli bruni lisciviati, i quali sono più profondi dei precedenti, debolmente calcarei in superficie e neutri.

Le forme di utilizzo principali sono il seminativo ed il prato-pascolo.

La potenzialità di questi terreni è scarsa o media.

Secondo la classificazione dei climi di Köppen questa zona si inserisce nel clima Csb (subcontinentale), clima temperato con siccità estive non troppo marcate e quindi caratteristico di località che risentono della vicinanza di rilievi.

Il regime pluviometrico della zona è intermedio fra il continentale ed il marittimo, di norma definito come "regime sublitoraneo appenninico".

Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 1120 mm con 247 mm per il quadrimestre estivo (giugno-settembre) e 95 mm di media mensile.

La temperatura media mensile annua è di 10°C, con valori medi massimi di +24.7° C (per il mese di agosto) e minimi –2° C (per il mese di gennaio) e quindi un'escursione annua di 26.7° C.

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1: 5.000

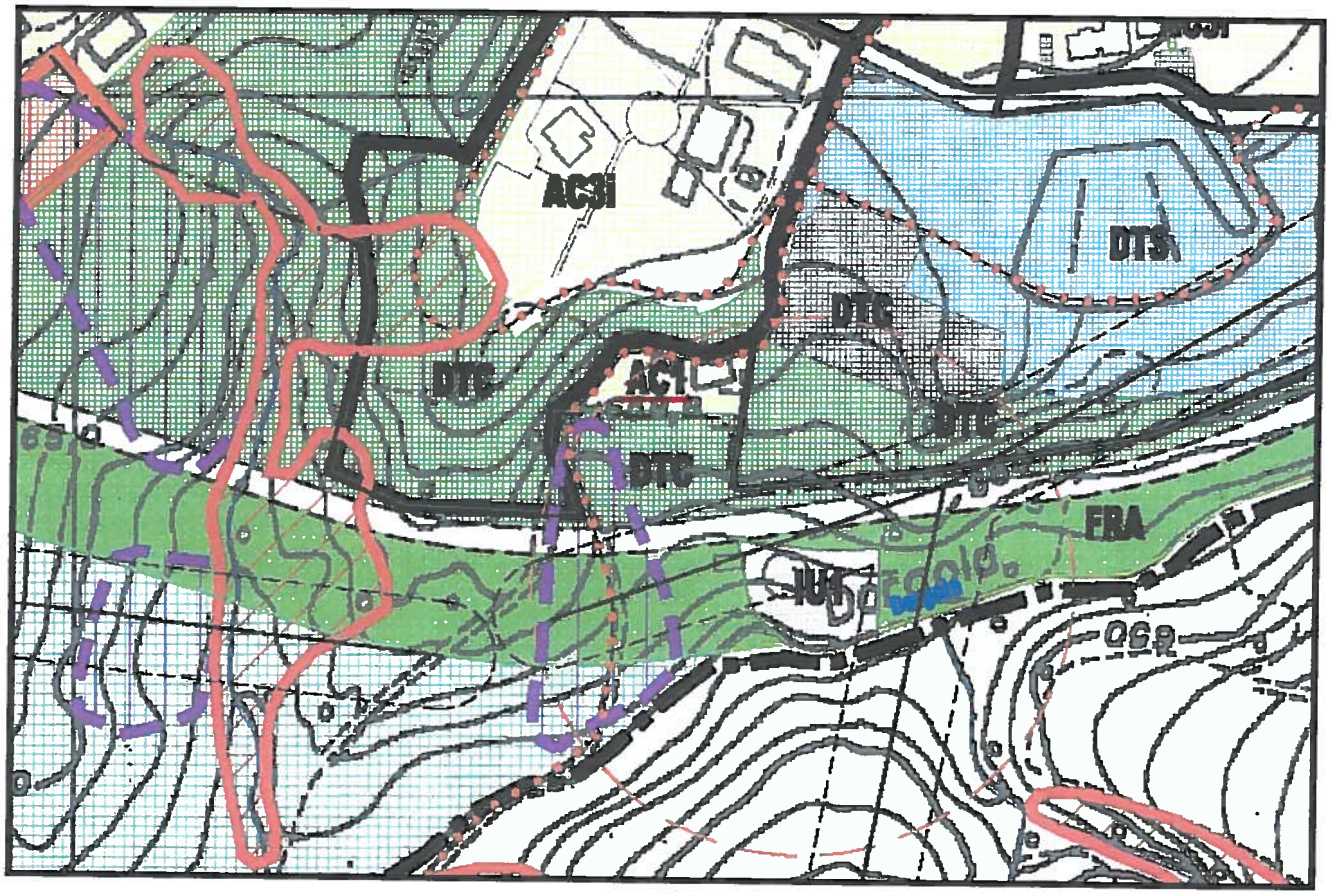
Elemento n° 218131 – Castelnovo ne' Monti



PSC – PIANO STRUTTURALE COMUNALE

Art. 28 L.G. RG. 20/00 MODIFICATA E INTEGRATA

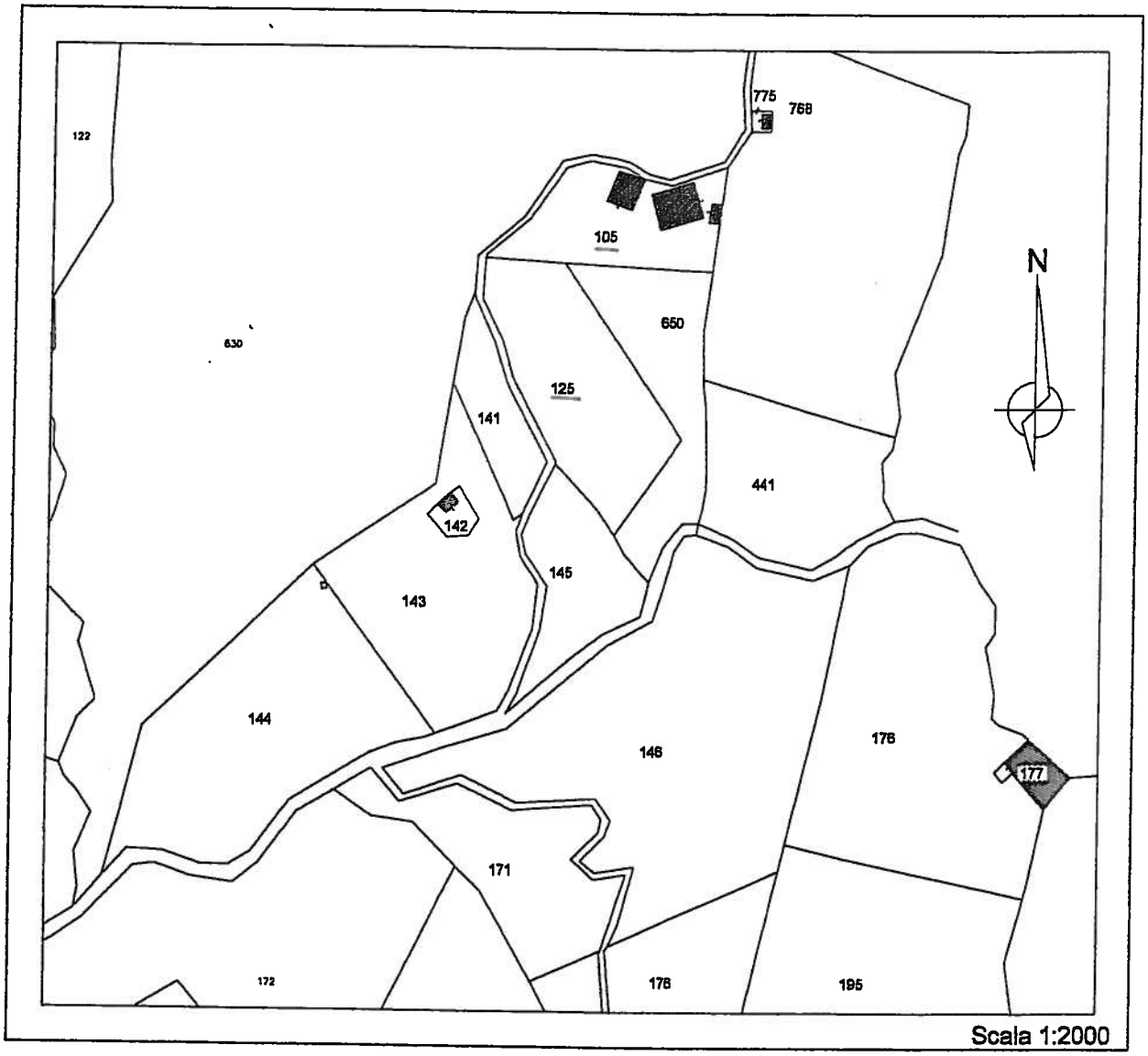
Adottato con D.C. n° 79 del 29-09-2003
Approvato con D.C. n° 30 del 31-03-2005



AC1 – Ambiti consolidati a prevalente uso residenziale del capoluogo e Felina (Art. 19 NTA)

ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

FOGLIO N° 50 - MAPPALI N° 105 - 125



INQUADRAMENTO TETTONICO

L'assetto strutturale della zona qui presa in considerazione deriva da una serie di pulsazioni orogenetiche, di intensità e durata varie, che dal Cretacico ad oggi hanno determinato l'insorgere della catena appenninica.

Si tratta pertanto di un'area fortemente tettonizzata in cui le deformazioni e le dislocazioni sono avvenute anche in epoca plio-quaternaria.

La prevalente plasticità delle Formazioni non permette l'individuazione, in superficie, delle strutture tettoniche principali tuttavia questi terreni hanno subito movimenti orogenetici molto recenti che hanno accompagnato il movimento traslativo della coltre alloctona costituita dai terreni Eugeo e Tardo-geosinclinalici.

La presenza di movimenti relativamente recenti (fasi pleistoceniche) può essere provata da osservazioni geomorfologiche: risulta infatti evidente come il territorio, a cui appartiene l'area in esame, sia soggetto al ringiovanimento dei fenomeni erosivi, a seguito di movimenti tettonici di tipo essenzialmente epirogenetico.

Geologicamente il territorio che da Castelnovo ne' Monti si estende verso SO in direzione del "Terminaccio" si caratterizza per il passaggio fra terreni appartenenti alla "Serie dei Complessi Emiliani" e terreni alloctoni che fanno parte del cosiddetto "complesso di base".

La "Serie dei Complessi Emiliani" è una successione diffusa su tutto l'Appennino emiliano che mostra chiaramente l'evoluzione da un ambiente di sedimentazione di flysch a condizioni di mare meno profondo, con deposizione di sedimenti tipo molassa, derivanti dallo smantellamento di rilievi emersi.

Si ritiene che sia stata soprattutto la tettonica sinsedimentaria a condizionare l'attuale distribuzione degli affioramenti della successione: questa tettonica sinsedimentaria, intuibile con il raffronto degli affioramenti vicini, ma anche di quelli più lontani, avrebbe condotto ad una variabilità di facies veramente notevole, con passaggi da sedimentazione di piattaforma a

sedimentazione di tipo incanalato e di conoide, e con una variabilità notevole degli spessori dei sedimenti.

È inoltre possibile che, durante le ultime fasi di traslazione, si siano instaurati ulteriori movimenti di distacco e di alterazione dei rapporti originari.

Il "Complesso di base" è invece qui rappresentato da una formazione caotica eterogenea costituito da argille grigiastre o varicolori inglobanti blocchi, ammassi o lenti, anche di grandi dimensioni.

CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

La Formazione di substrato che caratterizza il tratto di pendio preso qui in esame è quella di Ranzano che, verso settentrione, viene a contatto con i terreni più recenti della Formazione di Antognola.

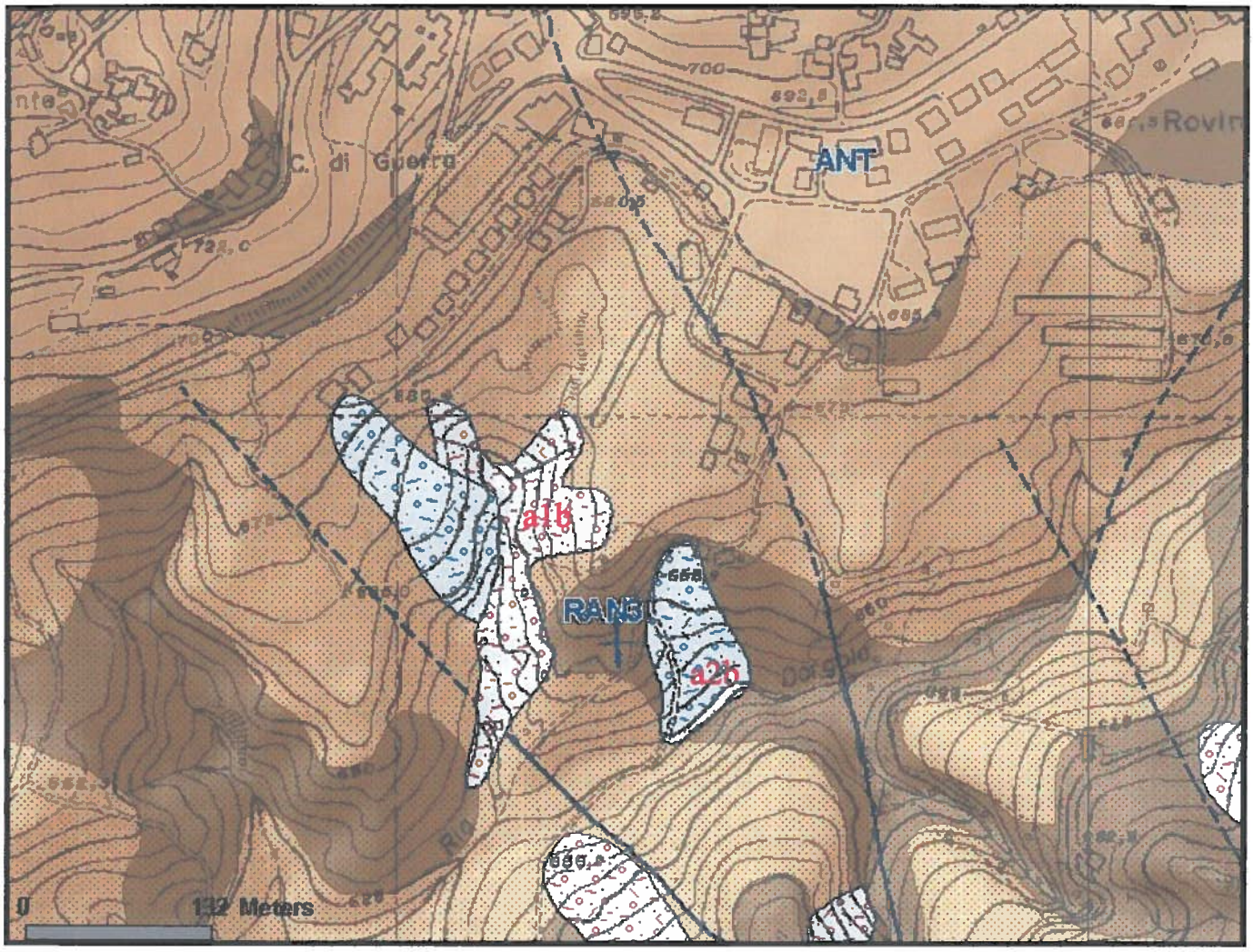
Questi terreni, affioranti lungo il pendio (cf. stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo – sezione 218130 Castelnovo ne' Monti), sono ascrivibili alla facies arenaceo-pelitica del Ranzano, secondo recenti classificazioni il cosiddetto "Membro di Varano de' Melegari". Si tratta di torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati da sottili a spessi, di colore grigio-verdastro.

In superficie, soprattutto entro gli avvallamenti frutto dell'incisione operata dai corsi d'acqua che confluiscono nel sottostante alveo del Rio Dorgola, sono altresì presenti coltri di origine eluvio-colluviale o derivanti da fenomeni di origine gravitativa antichi o recenti

La geolitologia del territorio è quindi abbastanza complessa. Localmente, è infatti da segnalare il contatto fra terreni appartenenti alla "Serie dei Complessi Emiliani" e materiali più antichi ascrivibili alle "Unità Liguri", il cosiddetto "complesso di base", che, nella fattispecie, affiorano ad occidente in località Tavernelle e Terminaccio, a valle della S.S. n° 63.

CARTA GEOLOGICA

(SCALA 1 : 5000)



LEGENDA

a1b	deposito di frana attiva per scivolamento
a2b	deposito di frana quiescente per scivolamento
ANT	Marne di Antognola
RAN3	Formazione di Ranzano – membro di Varano de' Melegari
———	Contatto stratigrafico e/o litologico
_ _ _	Faglia
⊥	Assetto degli strati

Questi terreni, un tempo genericamente incorporati nelle "Argille scagliose" o "Alloctono indifferenziato", vengono invece attualmente distinti nella formazione denominata "Argille varicolori".

È questa una formazione, in gran parte argillosa, con colorazioni a bande rosso mattone, violacee, grigio cenere, biancastre, verdoline, che in genere mettono in evidenza una giacitura piuttosto scompaginata, con numerose pieghe a piccolo raggio, ed una grande plasticità della massa. Vi si trovano intercalazioni di arenarie, siltiti e di calcari biancastri a grana fine.

STABILITÀ DEL VERSANTE

Nel suo insieme il pendio presenta una stabilità sufficiente. Certamente migliore è la stabilità di questi terreni rispetto al tratto di versante che, a valle della strada statale, oltre Tavernelle, si estende in direzione del Terminaccio.

A inficiare sensibilmente la stabilità del pendio sono le coltri detritiche che localmente, soprattutto entro gli avvallamenti, ricoprono la formazione in posto.

A facilitare la messa in posto di questi terreni può essere stato l'andamento stratigrafico della formazione che, in questa località, pur essendo difficoltoso, per la mancanza di estesi affioramenti, effettuare una valutazione precisa, si ritiene possa essere concorde con l'andamento del pendio.

La coltre di alterazione si sarebbe quindi lentamente e progressivamente accumulata lungo il pendio sotto l'azione di ruscellamento delle acque.

Non a caso, il Prof. Luigi Vernia dell'Università degli Studi di Parma, autore del rilevamento geologico pubblicato, nel 1989, dall'Ufficio cartografico della Regione, segnala ad occidente un vasto accumulo di materiale eluvio-colluviale.

La sufficiente stabilità del tratto di versante preso qui in esame è altresì evidenziata dalla recente cartografia dell'inventario del dissesto che nel territorio a sud dell'abitato non segnala forme di cedimento del pendio di rilevante estensione. Come già detto, a creare turbativa alla

stabilità complessiva sono le coltre detritiche che ricoprono la roccia in posto, che localmente sono evolute in forme gravitative, in gran parte di scivolamento, contraddistinte in carta come frane attive e quiescenti. (cf. stralcio carta del dissesto).

Nella zona in esame, ad occidente, è stato cartografato un piccolo movimento gravitativo che, a valle della strada comunale si estende sino al sottostante alveo del Rio Dorgola. Questo movimento, attualmente quiescente, non inficia la stabilità dell'area su cui sorgono i vecchi manufatti, in condizioni precarie più per abbandono che per una situazione di dissesto. La prova sismica appositamente effettuata a valle degli stessi, nella posizione in cui sarà possibile procedere alla realizzazione di nuovi fabbricati, ha del resto evidenziato la presenza di roccia con velocità di propagazione delle onde sismiche via via crescenti. In tal senso, occorre sottolineare come lo stendimento, posizionato immediatamente a valle dei fabbricati, abbia rilevato la presenza di una coltre superficiale di riporto a suo tempo accumulato per ampliare l'area cortiliva. Roccia, ancorché alterata più che altro per fenomeni di alterazione pedogenetica e presente quindi a profondità contenute (2÷3 m dal piano cortilivo). Si tratta di roccia fratturata, ben visibile negli sbanchi a monte della strada e delle preesistenti strutture, con valori di velocità sismica mediamente superiori a 1000 m/sec; a maggiore profondità (6÷9 m dal p.c.) l'indagine geofisica ha poi accertato la presenza di materiali decisamente addensati facilmente riconducibili alle torbiditi arenaceo-pelitiche della formazione di Ranzano.

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO

INGRANDIMENTO IN SCALA 1 : 5.000 DELLA SEZ. 218130 - CASTELNOVO NE' MONTI

LEGENDA



Deposito morenico (c1)

Deposito morenico rissiano (c3)

Deposito morenico wurmiano (c4)

Conoide in evoluzione

Conoide inattiva

Depositi di versante s.l. (a3)

Frana di crollo (a6)

Frana attiva (a1)

Frana quiescente (a2)

Frana quiescente parzialmente erosa (a2a)

Scivolamento in blocco (sb)

Frana stabilizzata

Deposito alluvionale in evoluzione (b1)

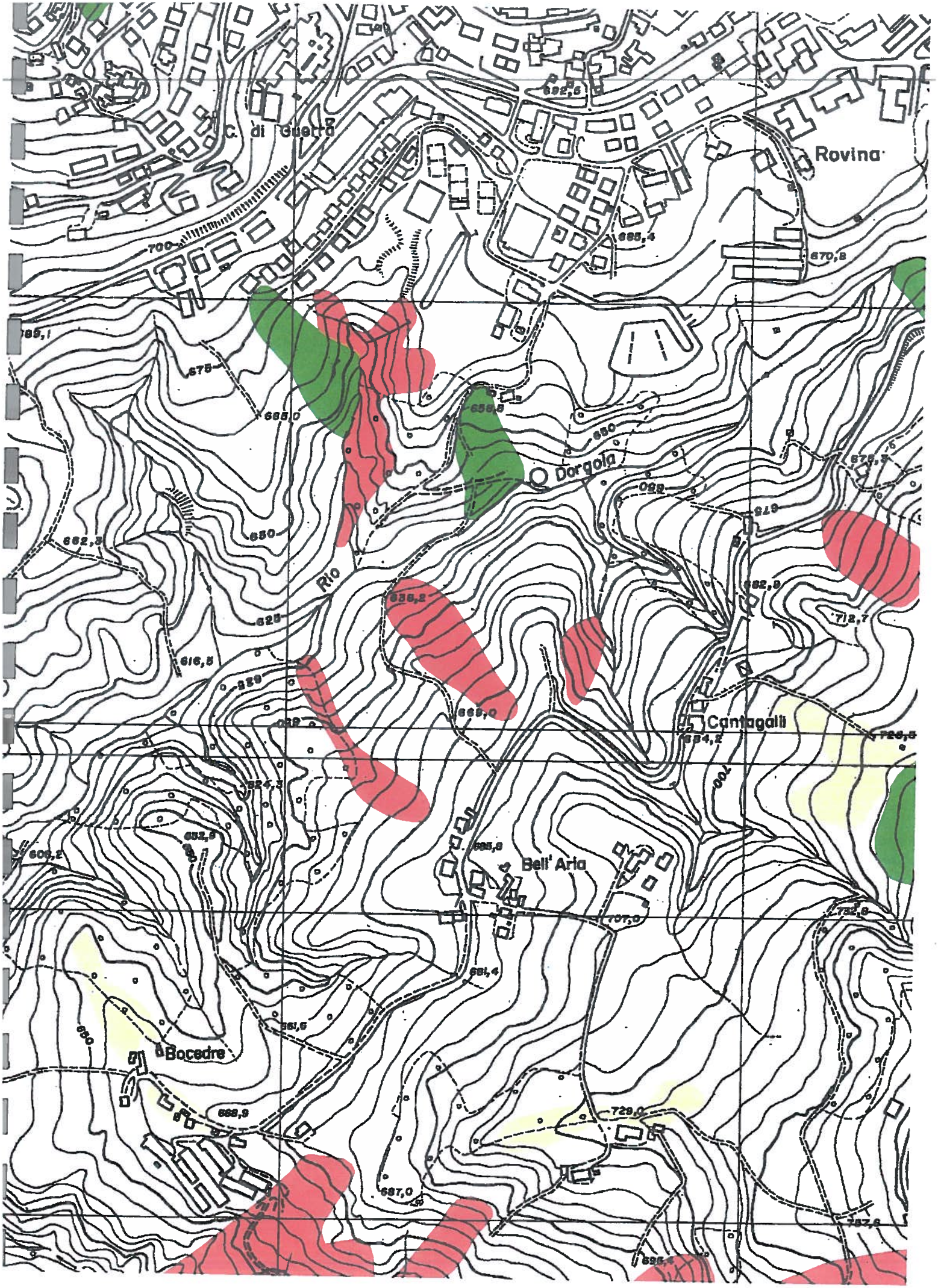
Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)

Deposito alluvionale terrazzato (b2)

Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)

Travertini

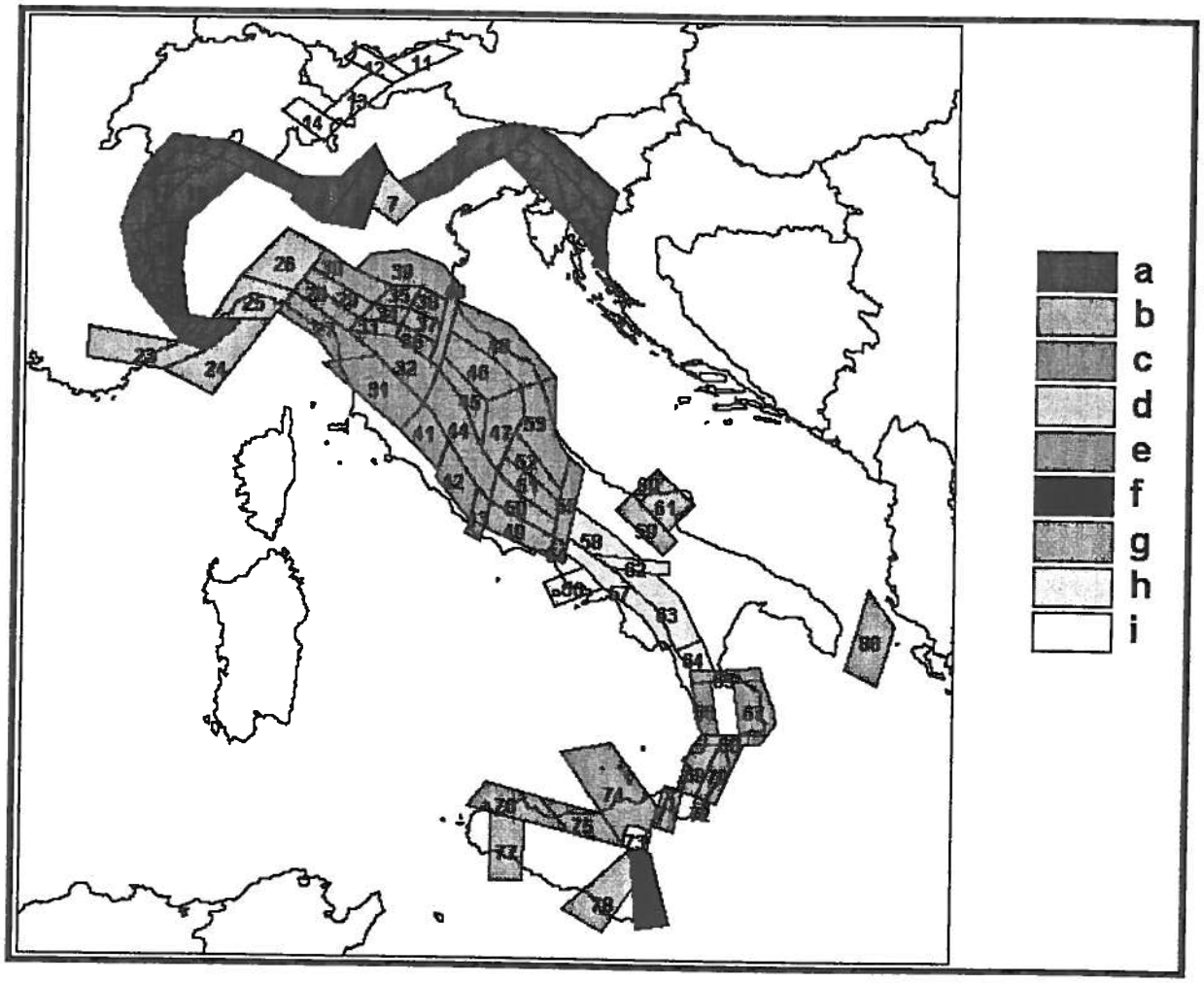
Accumulo di origine Antropica


C. di Guerra
Rovina
Dorgola
Rio
Cantagalli
Bell' Aria
Bocedre

SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



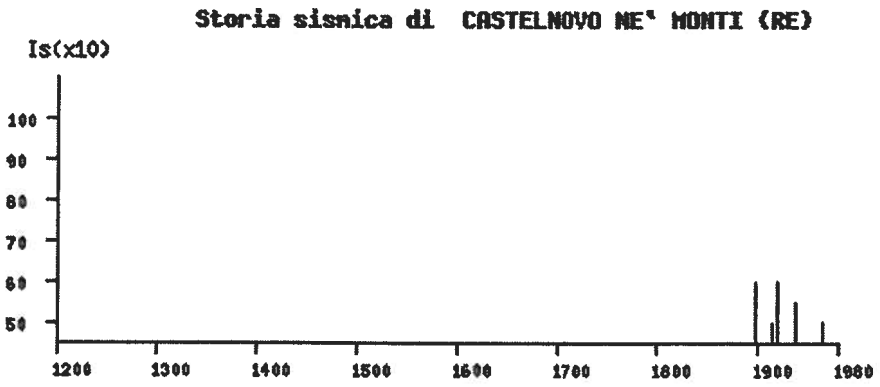
Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a PGA = 0.25g (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Osservazioni sismiche (12) disponibili per
CASTELNOVO NE` MONTI (RE) [44.435, 10.4]

Data	Effetti	in occasione del terremoto di:		
Ye Mo Da Ho Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix	Ms
1898 03 04	60	CALESTANO	70	47
1920 09 07 05 55	60	GARFAGNANA	100	65
1939 10 15 14 05	55	GARFAGNANA	70	49
1914 10 27 09 22	50	GARFAGNANA	70	58
1965 11 09 15 35	50	ALTA V. SECCHIA	50	48
1972 10 25 21 56	40	PASSO CISA	50	47
1971 07 15 01 33	35	PARMENSE	80	54
1885 02 26 20 48	F	SCANDIANO	60	44
1904 11 17 05 02	30	PISTOIESE	70	50
1936 10 18 03 10	30	BOSCO CANSIGLIO	90	58
1899 06 26 23 18	NF	PISTOIESE	75	50
1980 11 23 18 34	NF	IRPINIA-LUCANIA	100	69

Intendendo con I_s l'intensità al sito moltiplicata per 10 (ricordando che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8 indicando incertezza fra i due valori interi non valori intermedi di intensità).



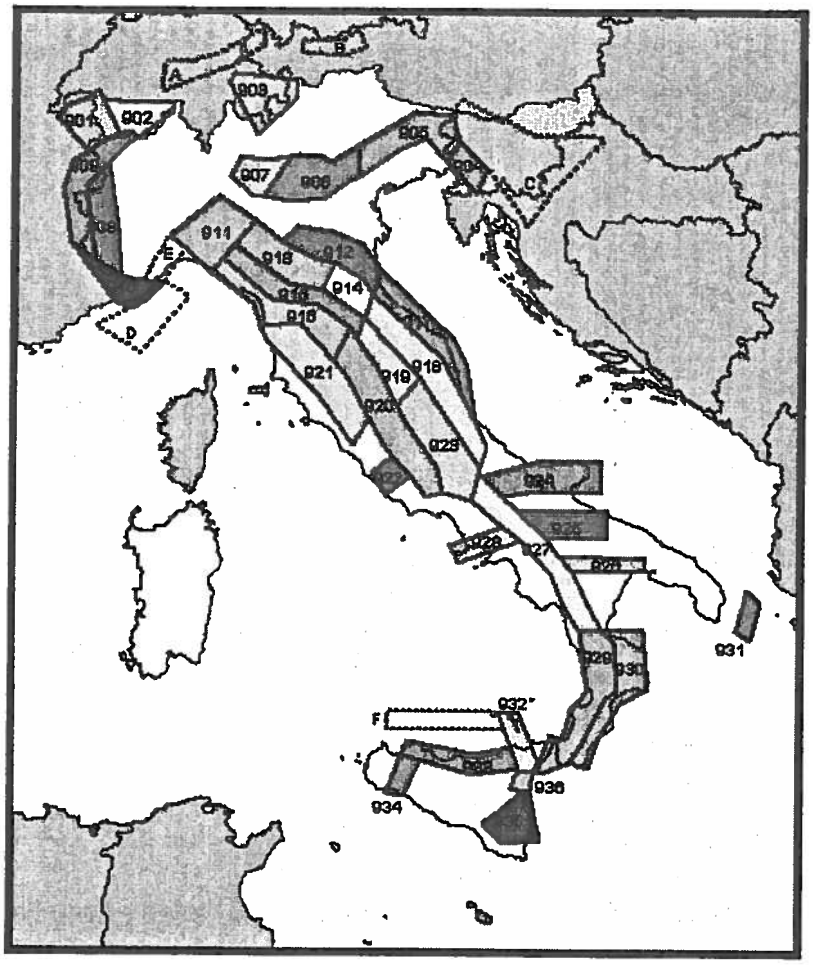
La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, di recente adozione, ha aggiornato la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Castelnovo ne' Monti, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso sud, con la zona 915 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio di Castelnovo ne' Monti è stato riconfermato in zona Z2 a media sismicità, classificazione che gli era stata già attribuita con il D.M. del 23/7/1983. dell'aggiornamento delle località sismiche, la zona in esame è stata inserita nelle nuove aree a sismicità di secondo grado con S = 9; di conseguenza, gli interventi edilizi devono rispettare le disposizioni delle leggi n° 1684 del 25/11/1962 e n° 64 del 2/2/1974 oltre al D.M. 19/06/1984 e successive modifiche, che normano le tecniche costruttive in zone dichiarate sismiche.

In fase transitoria di applicazione della normativa sismica, come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24710/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può

essere assegnato, a zone come questa di media sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.25.



Zonazione sismogenetica ZS9

L'Ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altre due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

In assenza di indagini geofisiche specifiche, si possono correlare i dati ottenuti con le prove penetrometriche dinamiche pesanti ai valori di N_{SPT}; questi ultimi, estrapolati sino ai 30 m di profondità, ed introdotti nella formula di Ohta e Goto (1978) consentono di ricavare in via indicativa il valore di V_s alle varie profondità.

Formula di Ohta e Goto:

$$V_s\,(m/s) = C_s\, N_{SPT}{}^{0.173}\ \alpha\,\beta\,(z/0.303)^{0.193}$$

dove:

C_s = costante empirica = 54.33

α = coefficiente che dipende dall'età del deposito pari a 1 per i depositi recenti (Olocene) e 1.3 per quelli del Pleistocene e del Terziario

β = coefficiente che dipende dalla composizione granulometrica del deposito e cioè 1 per limi e argille, 1.09 per sabbie, 1.19 per sabbie ghiaiose e 1.45 per ghiaie

z (m) = profondità di misura

Profondità e spessori dei vari strati nonché relativi valori di V_s alle varie profondità vengono visualizzati nella seguente tabella:

orizzonte sismostratigrafico	profondità da p.c. m	spessore m	V_s m/sec
1	3	3	150
2	7	4	300
3 orizzonte di fondo	>7	23	1500

La valutazione del valore V_{S30} viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{hi}{vi}}$$

dove:

hi = spessore dello strato iesimo, m

vi = velocità onde di taglio strato iesimo, m/sec

ottenendo:

$$V_{S30} = 616 \text{ m/sec}$$

Il suolo di fondazione può essere quindi assimilato alla *categoria B di azione sismica* "Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti", con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{S30} compresi tra 360 e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica $N_{SPT} > 50$, o coesione non drenata $c_u > 250$ kPa).

Al territorio di Castelnovo ne' Monti, con l'Ordinanza PCM n° 3274 classificato sismico di categoria II (media sismicità), deve essere attribuito un grado di sismicità pari a S = 9, dal quale ne deriva un coefficiente di intensità sismica C = 0.07. Come coefficiente sismico di fondazione, già prescritto dalla vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996), si potrà adottare il valore di $\varepsilon = 1$. Non siamo infatti in presenza di quelle condizioni litostratigrafiche particolari caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori per cui la normativa prevede di assumere $\varepsilon = 1.3$.

Occorre altresì sottolineare che sempre in conformità con quanto specificato al punto D3 del D.M. LL.PP. 11/3/1988, in assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di materiali saturi d'acqua, sono da escludere, in concomitanza con eventi di tipo sismico, fenomeni di liquefazione del terreno.

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE AMMISSIBILE SUL TERRENO

Le caratteristiche geomeccaniche del sottosuolo vengono determinate interpretando i dati acquisiti con l'indagine sismica appositamente effettuata e di quelli desunti da indagine dirette (penetrometrie e sondaggi a carotaggio continuo) effettuati su terreni della stessa natura.

In funzione dei valori N_{spt} equivalenti, possono essere così sintetizzati i parametri geomeccanici del terreno:

Strato superficiale (riporto e coltre detritica): da p.c. a –2÷3 m dal p.c.

$$c' = 0.05 \div 0.1 \text{ Kg/cmq} \qquad \phi' = 16° \div 18°$$

Strato profondo (roccia in posto): > –2÷3 m dal p.c.

$$c' = 0 \qquad \phi' = 26° \div 28°$$

Viste le caratteristiche del primo sottosuolo, si ritiene compatibile l'adozione di fondazioni dirette a comportamento rigido.

Sulla base di una resistenza penetrometrica media, alla profondità minima di 2 m dalla quota dell'attuale piano cortilivo, di 15 Kg/cmq, può essere così quantificata la resistenza al taglio in situ del materiale:

$$Cu = 15/20 = 0.75 \text{ Kg/cmq} = 7.5 \text{ t/mq}$$

Attribuendo al terreno un angolo di attrito interno di 18° si può ottenere il seguente valore della coesione:

$$c = 7.5 - 1.85 \times 2 \times 0.325 = 6.3 \text{ t/mq} = 0.63 \text{ Kg/cmq}$$

Il carico di rottura può essere valutato, in condizioni non drenate, in:

$$Pult. = 5.7 \times 7.5 + 1.85 \times 2 = 46.45 \text{ t/mq} = 4.645 \text{ Kg/cmq}$$

mentre la pressione limite di esercizio, quantificata applicando il coefficiente di sicurezza richiesto dalla normativa, diviene:

$$Pamm. = 4.645 : 3 = 1.548 \text{ Kg/cmq}$$

che verrà prudenzialmente assunta in 1.5 Kg/cmq.

La verifica alle prime plasticizzazioni (carico limite critico di Fröhlich), effettuata in condizioni non drenate, risulta:

$$Pc = 3.14 \times 7.5 = 23.55 \text{ t/mq} = 2.355 \text{ Kg/cmq}$$

$$Pc.u. = 2.355/1.1 = 2.14 \text{ Kg/cmq}$$

Pertanto, in funzione di una Qa = Pamm. = 1.5 Kg/cmq, si ottiene che il coefficiente di sicurezza:

$$Sc = 2.14/1.5 = 1.426 > 1$$ e quindi accettabile.

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini effettuate hanno accertato che il primo sottosuolo si caratterizza per la presenza di una coltre detritica di alterazione, della potenza di 2÷3 m, che ricopre roccia fratturata a sua volta seguita a 6÷9 m dal p.c. da torbiditi arenaceo-pelitiche compatte della Formazione di Ranzano. La stabilità del pendio, nonostante la segnalazione a occidente di un movimento gravitativo definito quiescente dalla carta dell'inventario del dissesto, è sostanzialmente buona.

Nuovi fabbricati, realizzati in sostituzione di preesistenti strutture in precario stato di conservazione più per un prolungato stato di abbandono che per forme di dissesto, si dovranno adeguare alla morfologia del pendio senza procedere a rilevanti opere di sbanco. Le fondazioni dovranno interagire con la formazione in posto che, come accertato dall'indagine sismica presenta un buon grado di addensamento. I carichi dovranno essere equamente distribuiti sulle varie strutture portanti; dovranno essere utilizzate fondazioni il più possibile uniformi e continue dimensionate in funzione di una pressione massima ammissibile sul terreno di 1.5 Kg/cmq. Così operando si ha ragione di ritenere che gli abbassamenti a lungo termine risultino modesti ed uniformemente contenuti in 0.5/1 cm. Vista la presenza di roccia già a limitata profondità, il *coefficiente di fondazione* "ε" può essere assunto uguale a 1.

In relazione all'andamento del pendio ed alla fratturazione superficiale della roccia, particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione degli interventi edilizi in progetto a ridosso della strada comunale. In tal senso, per non innescare cedimenti in direzione del pendio, si dovrà porre molta attenzione nell'attuazione delle opere di contenimento. Soprattutto nelle zone di maggior sbanco, alle opere di scavo dovranno seguire in tempi brevi le necessarie opere di contenimento.

Non si può escludere presenza d'acqua, soprattutto durante le stagioni piovose o in concomitanza con i periodi di disgelo, entro la roccia fratturata con cui verranno ad interagire le nuove strutture. Al fine di limitare l'ammollimento del terreno alla base delle fondazioni dovranno pertanto essere previsti dreni di guardia a monte delle strutture interrate. Le acque così raccolte, come pure tutte quelle di scarico, dovranno quindi essere allontanate, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in direzione della rete drenante principale.

Si tenga infine presente che tutti gli interventi che dovranno consentire la corretta realizzazione dei nuovi fabbricati dovranno essere effettuati in conformità con quanto previsto dalle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali, in particolare con quanto prescritto dal D.M. LL.PP. 11/3/1988 e dalla Circ.Reg. n° 1288 dell'11/2/1983, nonché ai sensi del D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni" e dell'Ordinanza PCM n° 3274.

Scandiano, Febbraio 2007



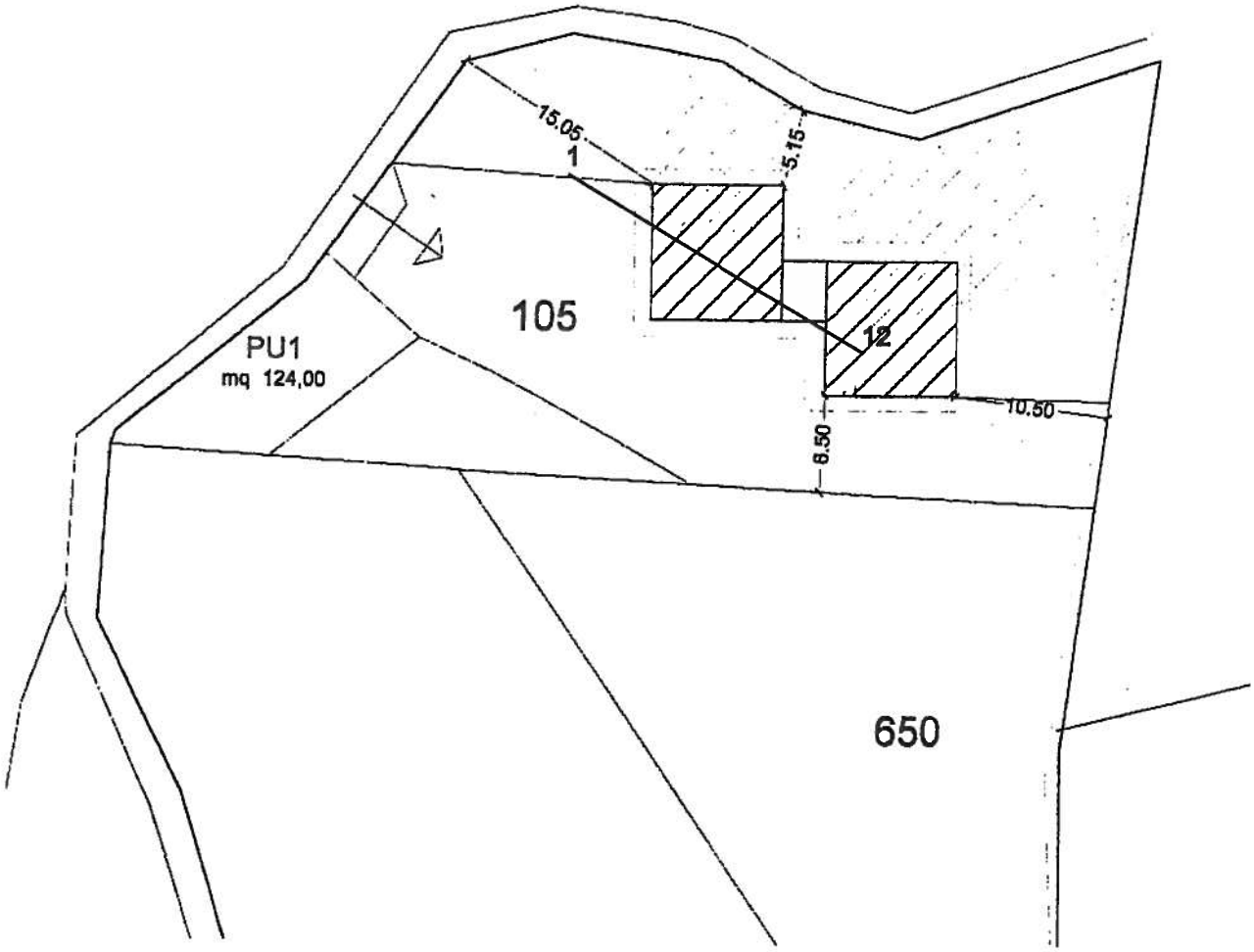
SISMICA A RIFRAZIONE

SISMOGRAFO: PASI 16SG12

Il sondaggio sismico, eseguito con sismografo Pasi 16SG12 utilizzando il metodo sismico a rifrazione, consiste nel creare delle onde sismiche che si propagano nel primo sottosuolo con una velocità che dipende dalle caratteristiche di elasticità dei terreni. La restituzione viene effettuata mediante l'ausilio dell'apposito programma Winsism 8.

UBICAZIONE INDAGINE SISMICA

(SCALA 1 : 500)

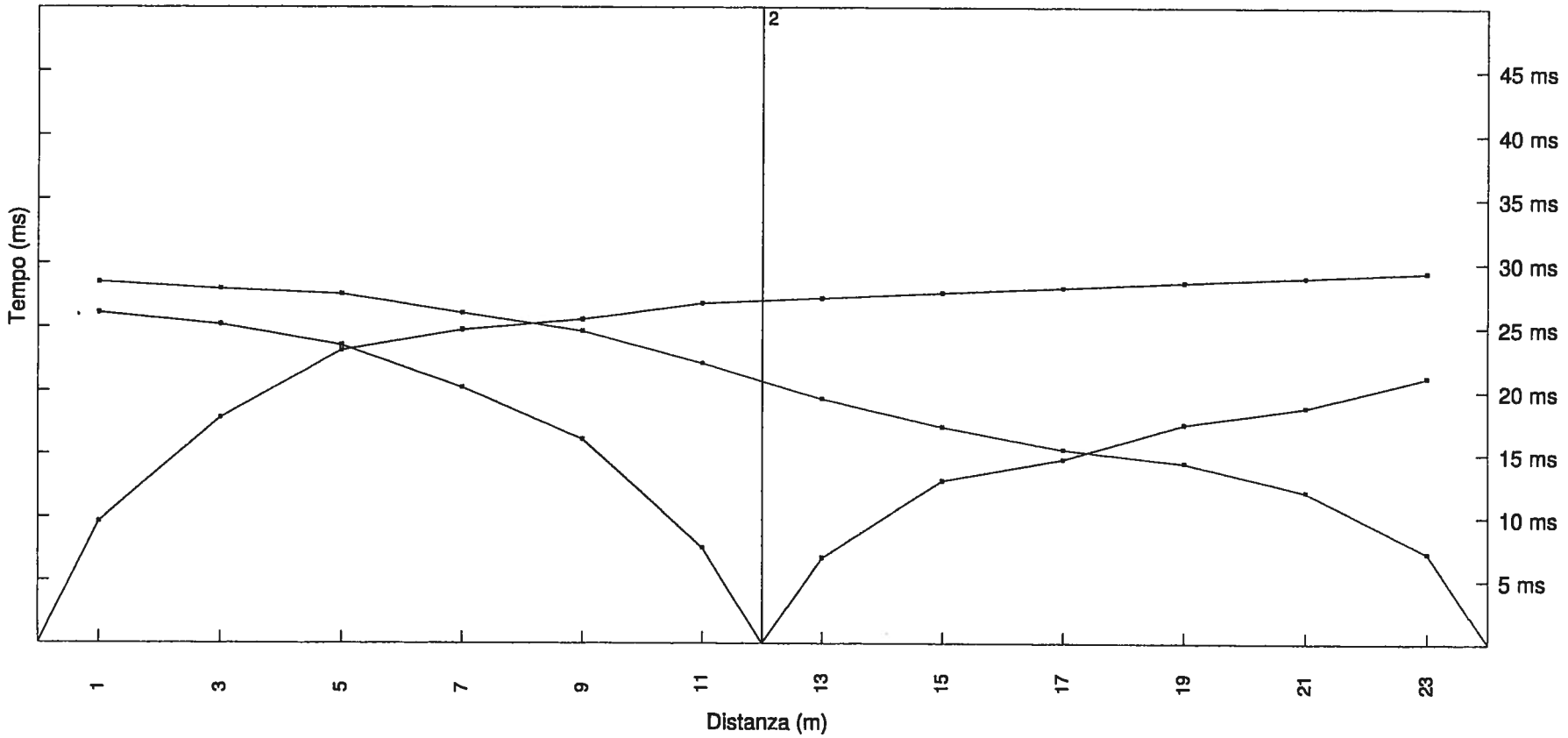


Stendimento sismostratigrafico in località Castelnovo ne' Monti (RE)

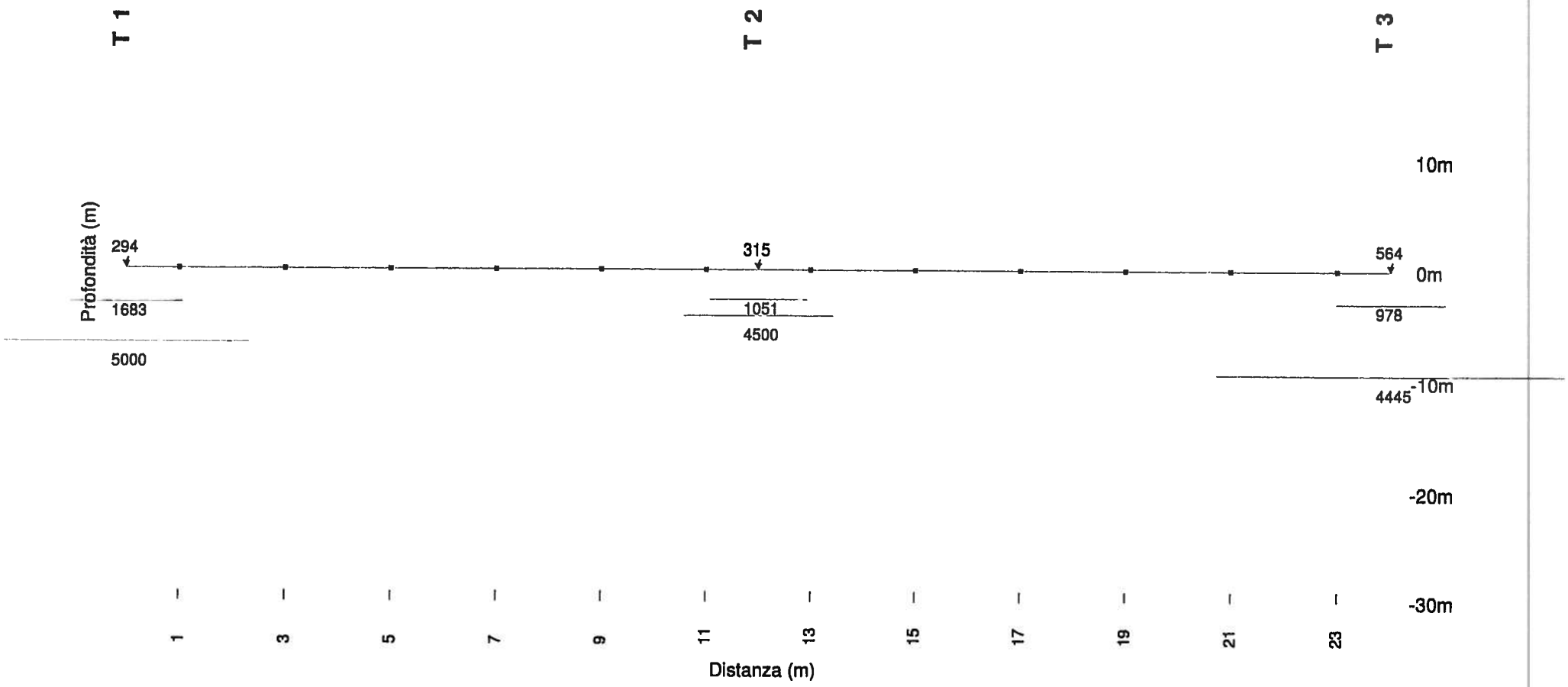
	Receiver number													
SHOT 1	1	2	3	4	5	6	SHOT 2	7	8	9	10	11	12	SHOT 3
	Receiver elevation													
	0	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	
	Receiver distances													
	1	3	5	7	9.0	11.0		13.0	15.0	17.0	19.0	21.0	23.0	
	Layer 1 thickness													
3.03							2.66							2.93
	Layer 2 thickness													
3.59							3.82							6.46
	Bedrock depth													
6.62							6.48							9.39

Data: 21 Febbraio 2007

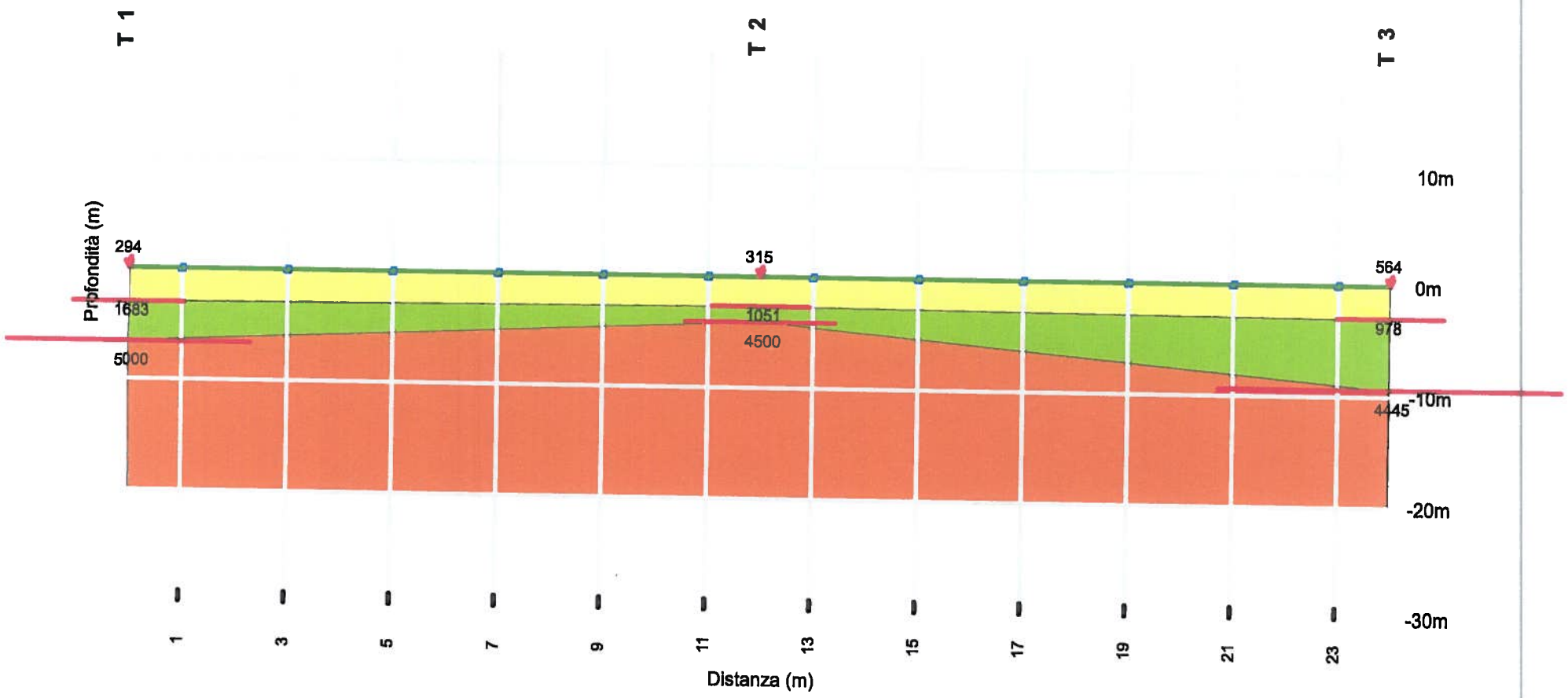
Profilo CMONTI



Profilo CMONTI



Profilo CMONTI



IT Calcolare H:\SISMICHE2007\Giusti\CastelnovoMonti\CMONTI.WS4

WINSISM 8

23/02/07 18.08.44

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26
Tel. / Fax 0522 - 81 19 48
E-mail: gstdmmm@libero.it

COMUNE DI CASTELNOVO MONTI
09 MAG 2012
PROTOCOLLO N° .....
CAT .....CLAS..... FASC....

RELAZIONE GEOLOGICA E SISMICA

AC5
Schede 5 - 6

Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)

Località : Costa dè Grassi

OGGETTO : Variante parziale al RUE insediamento ambito residenziale

Committente : Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

Aprile 2012

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. AMOS VINCENZO MERLINI
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ.A
N. 348 ALBO P.

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: **gstdmmm@libero.it**

Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)
Località : Costa dè Grassi

Committente : Sigg. Ielli Danilo e Alfredo
Oggetto : Variante al Rue ambito residenziale di nuovo insediamento
STUDIO GEOLOGICO E SIMICO

aprile 2012

Per la GEOSTUDIO
dr. Amos Vincenzo Merlini

INDICE

1. Riferimenti cartografici ..... pag. 1
2. Premessa ..... pag. 1
3. Lineamenti morfologici, geologici ed idrogeologici ..... pag. 2
4. Indagini di campo ..... pag. 4
   4.1 Prove penetrometriche ..... pag. 4
   4.2 Saggi esplorativi ..... pag. 5
   4.3 Prove di laboratorio ..... pag. 6
   4.3.1 Contenuto d'acqua e altre proprietà ..... pag. 6
   4.3.2 Parametri di resistenza al taglio ..... pag. 6
   4.4 Prospezioni sismiche ..... pag. 7
5. Normativa sismica e microzonazione sismica ..... pag. 8
6. Verifica di stabilità ..... pag. 12
7. Note conclusive ..... pag. 13

ALLEGATI

Tavola 1a	Piano per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)
Tavola 1b	Carta degli effetti attesi
Tavola 1c	Carta dei livelli di approfondimento
Tavola 2	Inquadramento geografico e geologico
Tavola 3	Estratto planimetria catastale ed ubicazione prove geognostiche
Tavole 4, ..., 9	Grafici penetrometrici
Tavola 10	Stratigrafia saggi esplorativi
Tavole 11, ..., 16	Risultati stendimento sismico
Tavole 17 e 18	Verifiche di stabilità
Tavole 19, ..., 22	Risultati prove di laboratorio

Allegato	Indagine geofisica tramite tecnica masw

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: **gstdmmm@libero.it**

1. RIFERIMENTI CARTOGRAFICI

- Planimetria Catastale - scala 1:2.000
  Comune di Castelnovo ne' Monti (RE)
  Foglio n. 70 Mappali n. 626, 1220, 562, 578, 579 e 1221(in parte)
- Carta Tecnica Regionale C.T.R. - scala 1:5.000
- Piano Strutturale Comunale di Castelnovo ne' Monti (RE), adottato con D.C. n.79 del 29/02/2003 ed approvato con D.C. n.30 del 31/03/2003 e successive varianti adottate con D.C. n.58 del 26/07/2007 . - scala 1:5.000
  Elemento n. 218 131 Castelnovo ne' Monti
- Carta geologica d'Italia - scala 1:100.000
  Foglio n. 85 Castelnovo ne' Monti
- Carta geologica dell'appennino Emiliano Romagnolo - scala 1:10 000
  Sezione n. 218 130 Castelnovo ne' Monti
- Carta del dissesto del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia parte integrante del Piano per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.) scala 1:10.000 – Sezione n. 218 130 Castelnovo ne' Monti
- Carta del Rischio sismico (effetti attesi) – allegato al PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia - scala 1:25.000 (Foglio 218SO – P9a)
- Carta del Rischio sismico (livello di approfondimento) – allegato al PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia - scala 1:25.000 (Foglio 218SO – P9b)
- Carta geologica d'Italia - scala 1:50.000 (Foglio 218 Castelnovo né Monti)

2. PREMESSA

Su incarico dello Studio Tecnico Filippi & Mailli nella persona del Geom. Nicola Mailli, per conto dei Sigg. Ielli Danilo e Alfredo, è stata eseguita un'indagine geologica e sismica su di un'area situata in località Costa dè Grassi nel Comune di Castelnovo ne' Monti (RE), la cui precisa ubicazione è visibile nelle Tavole allegate. Su detta area è prevista una variante urbanistica da zona agricola (ambito TR3) a zona residenziale (AC5) per un'estensione di circa 5.980 m^2; con tipologie edilizie a non più di due piani e mezzo fuori terra a valle.

Il Comune di Castelnovo ne' Monti (RE), in base alla nuova normativa sismica (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int.), ricade in zona sismica di seconda categoria.

Scopo del presente studio è la determinazione dell'idoneità geologica e sismica del sito ad ospitare il carico urbanistico prospettato, ai sensi della L.R. 20/2000 (e succ. mod. ed int.), della Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 02/05/2007, del D.M. 11/03/1988 e del D.M. 14/09/2005 (norme tecniche per le costruzioni) così come modificato dal D.M. 14/01/2008, nonché in ottemperanza a quanto previsto nel .P.S.C. di Castelnovo ne' Monti e nel al PTCP della Provincia di Reggio Emilia.

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: **gstdmmm@libero.it**

Il sito in esame non è perimetrato all'interno di zone a rischio idrogeologico nella Carta del Dissesto parte integrante del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (P.A.I.). A tal proposito si veda l'estratto della Carta del Dissesto riportato in Tavola 1a. Va inoltre menzionato che negli elaborati del Rischio Sismico del PTCP della Provincia di Reggio Emilia, il comparto qui indagato, sia nella Carta deghi Effetti Attesi, sia in quella dei Livelli di Approfondimento, è campito con colore bianco, che ne certifica il grado di rischio sismico minimo (vedi Tavole 1b e 1c).

In considerazione della situazione geomorfologica delle aree circostanti il comparto studiato si è deciso di approfondire l'indagine con il massimo di cautela. Si sono eseguiti un rilievo geologico-geomorfologico di dettaglio ed un'attenta osservazione dei lineamenti idrologici ed idrogeologici locali. Si è inoltre predisposta una campagna geognostica a mezzo di penetrometro dinamico (sei punti di prova), saggi esplorativi (tre punti di prova), prove di laboratorio su due campioni, due prospezioni sismiche a rifrazione ed una con tecnica MASW.

I risultati dell'indagine geognostica sono riportati agli allegati. Nei Capitoli seguenti essi sono elaborati e interpretati al fine di definire i caratteri sismici e geologici salienti del comparto indagato.

3. LINEAMENTI MORFOLOGICI, GEOLOGICI ED IDROGEOLOGICI

L'area in oggetto è posta nella parte orientale dell'abitato di Costa dè Grassi, nel Comune di Castelnovo ne' Monti, tra le quote 765 m e 777 m sul livello del mare, lungo un versante esposto localmente a settentrione che declina dolcemente con pendenze comprese tra 3° e 11°.

I terreni dominanti appartengono alle ***Argille varicolori di Cassio*** **(AVV)** ed al ***Flysch di Monte Cassio*** **(MCS)** (vedi Tavola 2). Si tratta per la prima formazione (AVV) di argille e argilliti con focature rosse, rosate, grigio scure e verdastre che presentano intercalazioni caotiche con sottili strati arenacei, poco cementate e con inclusi marnosi. Secondo una ricostruzione paleogeografica questi litotipi si collocano nel dominio ligure esterno caratterizzato dall'evoluzione di una sedimentazione argillosa di piana abissale, con apporti carbonatici pelagici risedimentati, verso la deposizione di arenarie torbiditiche. Con dubbia continuità stratigrafica verso l'alto, secondo uno schema cronostratigrafico, si individua il cosiddetto flysch ad elmintoidi di M.te Cassio (MCS), su cui giace quasi interamente il nucleo di Costa dè Grassi, Formazione torbiditica prevalentemente costituita da banchi e strati di areniti calcaree (calclutiti) brune e marne calcareo biancastre.

Il contatto tra le due formazioni è probabilmente di natura tettonica e, nel caso specifico locale, è incerto e sfumato, tanto da utilizzare il tratteggio presunto o incerto come limite stratigrafico.

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

In seno alla formazione delle argille varicolori di Cassio (AVV) si sviluppano localmente numerosi dissesti superficiali. Il modellamento così visibile nei versanti circostanti l'abitato di Costa dè Grassi e in particolare nel suo settore occidentale, è il frutto di processi di intenso ruscellamento favorito dalla litologia argillosa che ha determinato accumulo di materiale fine nelle depressioni, in genere negli impluvi. Questo fatto è dovuto alla dinamica geomorfologica dominante l'area esaminata. Questa è soprattutto di tipo esogeno, governata dall'azione degli agenti atmosferici, acqua in primo luogo. Le litologie pelitiche qui presenti sono infatti fragili, sia da un punto di vista chimico che da un punto di vista fisico, nei confronti dell'azione disgregatrice dell'acqua: le rocce inalterate o asciutte presentano quindi buone caratteristiche meccaniche (resistenza alla rottura, incompressibilità, etc...), che vanno a degradarsi lentamente ma inesorabilmente una volta a prolungato contatto con acqua piovana o di circolazione sotterranea. Così le zone in displuvio presentano solitamente il substrato inalterato a bassa profondità dal piano campagna e litologie più resistenti rispetto alle limitrofe aree impluviali. Aree impluviali che, al contrario, raccolgono grandi quantità d'acqua che ne disgregano il substrato e sono spesso sede di depositi incoerenti potenzialmente soggetti a movimenti gravitativi.

Per quanto riguarda la dinamica dei movimenti franosi essi sono stati distinti in frane attive, cioè in atto, e frane quiescenti, vale a dire inattive, senza specificazione cronologica del periodo di inattività. Si sono quindi classificati, nell'area di studio, depositi di frana per scivolamento (**a1b**), cioè masse di terreno che scivolano verso la base del versante lungo una superficie di rottura, in genere relativamente sottile, per deformazione di taglio, e frane, sia attive (**a1g**) che quiescenti (**a2g**), di tipo complesso, vale a dire depositi messi in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimenti.

Passando ad analizzare specificatamente l'area ove s'intende costruire si può osservare in Tavola 2 che essa è posta interamente su terreni appartenenti alle Argille Varicolori di Cassio (AVV). In particolare, i lotti di interesse progettuale si sviluppano a monte, con l'asse crinalico coincidente con la strada vicinale, per degradare dopo una fascia penepiana di circa 20 m (pendenza < 3°) con acclività più accentuata ma che non supera gli 11°. La conformazione del comparto è displuviale. Tale assetto ha evitato l'instaurarsi di processi geomorfologici in atto; non si notano deformazioni gravitative quali montonature, contropendenze, ruscellamenti diffusi, degrado del manto agrario.

L'area studiata non mostra quindi fenomeni di dissesto in atto o pregressi; il suo andamento topografico, con debole pendenza, è favorevole alla stabilità e negli edifici ad esso circostanti non sono stati ravvisati segni di degrado attribuibili a traslazioni del loro piano di fondazione. Allo stesso modo, è ininfluente sull'area su cui si intende edificare la dinamica propria del corpi di frana presenti immediatamente a est e a sud di esso. A conferma di quanto detto, l'area in variante di progetto non è inserita in alcuna categoria di pericolosità nelle carte del PTCP 2010 della Provincia di Reggio Emilia - Atlante dei Rischi del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Fiume Po (PAI) (vedi Tav. 1a) - e nelle Carte del Rischio sismico a livello di effetti attesi (vedi Tav. 1b) e di livello di approfondimento (vedi Tav. 1c).

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

4. INDAGINI DI CAMPO

Per raccogliere informazioni sulle caratteristiche dei terreni del sottosuolo, in particolar modo dell'area in cui è previsto il nuovo ambito residenziale, si sono eseguite n.6 penetrometrie dinamiche (DP), n.3 saggi esplorativi e n. 3 prospezioni sismiche (n.2 a rifrazione, una con tecnica MASW). sulla base di due stendimenti geofonici. Le prove penetrometriche sono state eseguite con un penetrometro tipo "Dinastar" ad assetto variabile statico-dinamico, le cui caratteristiche salienti sono riportate su ogni istogramma di restituzione. I saggi esplorativi sono stati eseguiti con escavatore meccanico gommato ed assistiti, durante ogni operazione, da un componente della GEOSTUDIO Geologi Associati, mentre gli stendimenti sismici sono stati effettuati con strumentazione JEA 24 bit a 12 canali della Dolang di Genova. La campagna geognostica, così effettuata nei mesi di marzo - aprile 2012, ha permesso di valutare le caratteristiche stratigrafiche, litomeccaniche e sismiche del terreni costituenti il sottosuolo dell'area in oggetto. L'insieme dei risultati è servito per effettuare una verifica di stabilità lungo una sezione mediana del comparto studiato.

L'ubicazione delle prove geognosiche testè descritte è indicata in Tavola 3; a seguire si riportano i risultati ottenuti delle singole prove.

4.1 Prove penetrometriche

Le *prove penetrometriche dinamiche* (DP) consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (10 cm). Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di *resistenza dinamica unitaria alla penetrazione* $\mathbf{r_d}$. I valori di *resistenza dinamica* $\mathbf{r_d}$ sono restituiti sotto forma di istogramma penetrometrico, in base alla profondità, alle Tavole 4, ..., 9.

Il parametro geotecnico più significativo che si ottiene dalle prove penetrometriche dinamiche ed in particolar modo dalla *resistenza dinamica* $\mathbf{r_d}$ è la resistenza alla rottura del terreno o *pressione unitaria ammissibile* $\mathbf{q_a}$, che corrisponde al massimo carico che le fondazioni di tipo diretto possono imporre, in condizioni di sicurezza, al terreno in questione. E' possibile, inoltre, correlare i dati delle prove penetrometriche dinamiche con quelli delle prove SPT ($\mathbf{N_{spt}}$), utilizzati tradizionalmente per determinare una vasta gamma di parametri geotecnici dei terreni ed attualmente adottati anche dalla nuova normativa sismica per classificare i terreni di fondazione.

Le altre finalità delle prove penetrometriche, oltre alla caratterizzazione geotecnica dei terreni, sono state quelle di definire lo spessore dei materiali superficiali alterati e rilevare le eventuali forti disomogeneità litomeccaniche dei terreni costituenti il sottosuolo. Questi dati sono elementi importanti, oltre che per il dimensionamento ottimale delle strutture fondali degli edifici, per valutare le eventuali problematiche legate ai cedimenti differenziali dei terreni di fondazione ed il piano di posa ottimale dei manufatti previsti, (parcheggi di urbanizzazione, muri di confine, ecc.).

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: **gstdmmm@libero.it**

Le terebrazioni sono state eseguite al centro di ogni lotto di presumibile edificazione.

I dati salienti emersi dalle prove penetrometriche sono in sintesi (per i particolari si faccia riferimento ai grafici penetrometrici):

- tutte le prove penetrometriche sono state interrotte per raggiunti limiti strumentali, determinati dall'intercettazione di trovanti o livelli litoidi invalicabili dalla strumentazione adottata, a profondità variabili da circa 0,8 m a circa 6,4 m dal piano campagna; tali profondità possono essere assunte quali quote del tetto dei terreni rocciosi (coltre o substrato), presenti in tutto il sottosuolo dell'area indagata;
- se si escludono lo strato agrario ed i primi terreni fortemente alterati, dello spessore complessivo di 0,5-1,0 m, i terreni sovrastanti il substrato roccioso, di natura argillosa con più o meno inclusi litoidi marnosi, sono dotati di buone caratteristiche geomeccaniche; infatti, la resistenza alla penetrazione non scende mai al di sotto del valore di *resistenza dinamica* r_d = 2,0 MPa, con valori che generalmente migliorano con la profondità;
- è stata rinvenuta la presenza d'acqua nella sola prova P4 alla profondità di -1,70 m dal piano topografico.

4.2 Saggi esplorativi

I saggi esplorativi sono stati eseguiti con escavatore meccanico a braccio rovescio. Essi sono stati spinti alla profondità di 3, 70 m dal piano campagna nel saggio S1, di 3,5 m nel saggio S2 e di 3,0 m nel saggio S3.

L'osservazione dei terreni nei due saggi ha confermato ed affinato la presunta natura litologica del sottosuolo ipotizzata in seguito al rilievo geologico e geomorfologico. Di seguito vengono dati in estrema sintesi i dati salienti emersi dai saggi esplorativi eseguiti; per i particolari si faccia riferimento alle colonne stratigrafiche di Tavola 10.

Le stratigrafie ottenute nei saggi hanno evidenziato la correlabilità delle tre terebrazioni e che il primo sottosuolo dell'intero comparto può essere descritto con la semplice successione stratigrafica di tre distinti livelli; essi, procedendo dal piano campagna in profondità, sono:

livello 1 ***suolo, terreno agrario*** - è visibile con spessore medio di circa 0,40 m; presenta resistenze geomeccaniche modeste ed è ovviamente inadatto ad ospitare opere fondali d'alcun tipo;

livello 2 ***detrito argilloso*** - presente con spessori variabili da 1,40 in S3 a 3,0 metri in S1. Mostra discreti parametri geotecnici di massima (*resistenze alla compressione semplice* q_u > 2,0 Kg/cm^2, misurata con penetrometro tascabile); da un punto di vista litologico è costituito da argille nocciola con radi inclusi arenacei e marnosi di modeste pezzature. Nel saggio S1, alla profondità di -1,70 m, si è registrata la presenza di venuta d'acqua del paramento di monte, che in breve tempo ha determinato il collasso di una scarpata del saggio;

livello 3 **substrato *delle Argille varicolori di Cassio (AVV)*** - compagine argillosa con focature vinate e grigio verdi presente fino a fondo foro in tutti i saggi. Sulle pareti di scavo si sono misurati con penetrometro tascabile le *resistenze alla compressione semplice* q_u con valori variabili da 2,5 a 4,0 Kg/cm^2.

Si è proceduto a prelevare con fustelle due campioni, uno alla quota compresa tra -1,40/-1,80 m in S2 , l'altro a quote comprese tra -2,10/-2,50 m in S3.

4.3 Prove di laboratorio

Nelle trincee esplorative eseguite con escavatore meccanico si sono prelevati due campioni indisturbati di terreno (C1). In particolare un campione è stato asportato nel saggio S2 tra le profondità di 1,4 m e 1,8 m dal piano campagna, in corrispondenza del passaggio stratigrafico come illustrato in tavola 10. Il secondo campione è stato estratto in S3 direttamente nelle argille varicolori (AVV) tra le quote di -2,10 m e -2,5 m. I campioni prelevati sono stati successivamente inviati ad un laboratorio terre per la determinazione dei parametri geotecnici fondamentali.

Le prove di laboratorio sono state eseguite nel Laboratorio Terre del Dr. Fabbri Marco di Bologna.

Si sono eseguite su ciascun campione le determinazioni del *contenuto in acqua, dei parametri fisici* e due *prove di taglio diretto c.d.* (vedi Tavole 19, 20, 21 e 22).

4.3.1 Contenuto in acqua ed altre proprietà

Le determinazioni del *contenuto d'acqua e delle altre proprietà fisiche* (vedi Tavole 19 e 21) servono per ottenere utili parametri fisici delle terre, quali il contenuto in acqua, la densità naturale, l'indice dei vuoti, la porosità, ecc., fondamentali per il riconoscimento delle caratteristiche meccaniche di un terreno.

4.3.2 Parametri di resistenza al taglio

Per entrambi i campioni si è eseguita una *prova di taglio diretto consolidata e drenata* (vedi Tavole 20 e 22). In dettaglio si sono ottenuti nei due campioni:

S2 C1 valori di *coesione* **c** = 16,43 kN/m^2 e un *angolo di attrito interno* Φ = 19,37° e
S3 C1 valori di *coesione* **c** = 12,76 kN/m^2 e un *angolo di attrito interno* Φ = 19,92°.

I valori di *coesione* **c** e dell'*angolo di attrito interno* Φ sono significativi da un punto di vista geotecnico per quel che riguarda la previsione delle condizioni di stabilità dei fronti di scavo a lungo termine, la stabilità globale dell'area e per le verifiche agli Stati Limiti Ultimi delle fondazioni in condizioni drenate, così come prevede il D.M. 14/01/2008.

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: **gstdmmm@libero.it**

4.4 Prospezioni sismiche

Sono stati predisposti due stendimenti di geofoni, l'uno di 33 m (sism1 di Tav.3), l'altro di 22 m (sism2 di Tav. 3). Su entrambi si è effettuata una prospezione sismica a rifrazione mediante 6 battute (2 offset shots, 2 end shots e 2 shots centrali). La conseguente profondità d'investigazione più significativa e dettagliata è di circa 20 metri oper sism1 e di circa 10 per sism2. Sulla base dello stendimento sism2 è stata effettuata anche una prospezione mediante tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves). Scopo dei sondaggi sismici effettuati è stato quello di affinare, incrociando i risultati delle prospezioni con i dati provenienti dalle altre prove geognostiche eseguite, la litostratigrafia del sottosuolo, valutando lo spessore del terreno di copertura, nonché quello di valutare gli effetti locali di amplificazione stratigrafica per procedere alla microzonazione sismica dell'appezzamento di terreno in variante.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

- N° 12 canali a registrazione separata.
- N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.
- Trattamento segnale 24 bit
- Registrazione separata dei canali su computer .

Sono stati utilizzato i programmi d'elaborazione Winsism 10 della GeoSoft per la tecnica a rifrazione ed il programma Easy Masw della Geostru per la tecnica MASW. I risultati della prova MASW sono riportati in allegato in fondo a questa relazione, mentre di seguito vengono sommariamente descritti i risultati ottenuti mediante la tecnica a rifrazione.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.

L'analisi delle distribuzioni delle velocità $\mathbf{V_p}$ nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire le sezioni geofisiche riportate in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione $\mathbf{V_p}$ dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi. La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni:

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;

2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrone - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.

I risultati elaborati sono riportati alle Tavv. 11,..., 16. Vale la pena di osservare le Tavv. 12 e 15. Si nota come in sism1 il substrato sismico appaia ben definito dal passaggio a Vp> 1200 m/sec, mentre esso risulta a tratti indefinito in sism2. Al valore di Vp = 1200 m/sec corrisponde un valore di Vs di circa 360 m/sec. Lo spessore di copertura massimo riscontrato non supera in ogni caso i 5 metri.

Il profilo di velocità delle onde P misurate nella prova a rifrazione è servito come modello di riferimento per l'elaborazione del profilo delle velocità delle onde S Vs ottenuto mediante tecnica MASW (vedi Allegato a fine relazione).

5. NORMATIVA SISMICA E MICROZONAZIONE SISMICA

Secondo il Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale (PTCP) di Reggio Emilia, non esistono esigenze d'approfondimento sismico su quest'area (vedi Tavv. 1b e 1c), dato che essa non rientra in nessuna categoria di quelle considerate a rischio (mancanza di copertura con spessore di almeno 5 metri, pendenza topografica inferiore ai 15°, assenza di movimenti gravitativi sia attivi che quiescenti, etc...). D'altra parte il PTCP prevede indagini di maggior dettaglio a livello di pianificazione comunale in occasione delle varianti urbanistiche. Nel nostro caso, l'assenza di un substrato marino con Vs> 800 m/sec e la presenza di movimenti gravitativi in zone limitrofe all'appezzamento in variante hanno consigliato di procedere con un'analisi semplificata di secondo livello come da Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 02/05/2007).

Sia la prospezione sismica a rifrazione che quella MASW hanno assegnato, come già anticipato in precedenza, al substrato sismico di riferimento valori di Vs inferiori a 800 m/sec. Di seguito viene quindi assegnato all'appezzamento in variante, considerato omogeneo da questo punto di vista, il fattore d'amplificazione litologico e stratigrafico calcolato seguendo le direttive contenute nella Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 02/05/2007.

Il Comune di Castelnovo ne' Monti (RE) nella nuova normativa sismica, è classificato in **Zona 2** (vedi Ordinanza del P.C.M. n.3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int. e D.M. 14/09/2005, così come modificato dal D.M. 14/01/2008) con un valore di accelerazione massima orizzontale di picco al suolo (PGA) pari a **0,165 g**.

Considerando uno spessore di copertura di 5 metri ed un valore $\mathbf{V_{sH}}$ = 150 m/sec (vedi profilo delle velocità ottenuto da MASW) il Fattori di Amplificazione (F.A.) desunti dalle Tabelle dell'allegato A2.1 per l'ambito di appennino e margine appenninico-

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

padano con substrato marino caratterizzato da Vs < 800 m/s (A.2.1.1) in cui ricade l'area in oggetto, sono:

F.A. P.G.A. = **2,0** (V_{SH} = 150 m/s con H = 5 m - nei primi 5 m del sottosuolo)
F.A. INTENSITA' SPETTRALE -0,1s < To < 0,5s = **1,7**
F.A. INTENSITA' SPETTRALE -0,5s < To < 1,0s = **1,4**

Va detto che questi fattori d'amplificazione, in mancanza di una valutazione di risposta sismica locale, hanno ben poca importanza per studi di pianificazione di settori aventi modeste estensioni come quello in oggetto, che possono per questo motivo essere considerati omogenei. In fase di progetto, infatti, si dovrà far riferimento ai valori d'amplificazione calcolati secondo la nuova normativa sismica discendente dal D.M. 14/01/2008 (norme tecniche per le costruzioni).

Per questo motivo si ricavano di seguito i valori dell'azione sismica di progetto da cui far discendere i valori del coefficiente dell'azione sismica da applicare alle verifiche di stabilità del versante.

Il terreno esaminato appartiene alla **categoria C di suolo di fondazione** (*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti*), come risultato dalla prova MASW..

In base alla morfologia, l'area in oggetto può essere classificata nella categoria topografica **T1** (*superfici pianeggianti, pendii e rilievi isolati con inclinazione media i ≤ 15°*).

Per la definizione dell'azione sismica di progetto, le nuove norme prevedono l'applicazione del catalogo parametrico CPTI04, database realizzato dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, introducendo i valori di dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido* $\mathbf{a_g}$ in corrispondenza dei punti di un reticolo, i cui nodi non distano fra loro più di 4 km. Se il sito in esame non ricade nei nodi del reticolo di riferimento, il valore del parametro $\mathbf{a_g}$ può essere ricavato come media pesata dei valori assunti nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici. Pertanto, i primi elementi da considerare per il calcolo dell'accelerazione sismica, sono le coordinate geografiche del sito (nel sistema Geodetico di riferimento ED50 – European Datum 1950):

Longitudine = 10.37175° Latitudine = 44.40439°
(Punti della maglia: 17160 17161 17938 17939)

Inoltre, occorre definire la *vita nominale* $\mathbf{V_N}$, la *classe d'uso* (quattro classi, I, II, III e IV, che determinano il *coefficiente d'uso* $\mathbf{C_U}$) ed il *periodo di riferimento* $\mathbf{V_R}$ (sempre maggiore od uguale a 50 anni) della struttura in progetto. Questi concorrono, insieme alla *probabilità di superamento* $\mathbf{P_{VR}}$ nel periodo di riferimento $\mathbf{V_R}$ (associato a ciascuno degli stati limite previsti), a definire il *tempo di ritorno* $\mathbf{T_R}$ dell'azione sismica e perciò le forme spettrali dell'azione sismica di progetto.

Queste sono definite in funzione dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido* $\mathbf{a_g}$ (*pericolosità sismica*), del *valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale* $\mathbf{F_0}$ e del *periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale* $\mathbf{T^*_C}$. Utilizzando:

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

vita nominale $\mathbf{V_N}$ = 50 anni (opere ordinarie),
classe d'uso = **II** (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti)
da cui un *periodo di riferimento* $\mathbf{V_R}$ = 50 anni
probabilità di superamento $\mathbf{P_{VR}}$ di V_R = 10%
(*Stato Limite di salvaguardia della Vita* **SLV**)

si ottiene un *tempo di ritorno* $\mathbf{T_R}$ = 475 anni ed i seguenti valori dei parametri $\mathbf{a_g}$, $\mathbf{F_0}$ e $\mathbf{T^*_C}$ (sono riportati tutti i valori dei parametri a_g, F_0 e T^*_C per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun Stato Limite):

STATO LIMITE	$\mathbf{P_{VR}}$	T_R [anni]	a_g [g/10]	$\mathbf{F_0}$	$\mathbf{T^*_C}$ [s]
SLO	81%	30	0.582	2.476	0.250
SLD	63%	50	0.734	2.458	0.260
SLV	**10%**	**475**	**1.689**	**2.518**	**0.290**
SLC	5,0%	975	2.124	2.520	0.300

In rosso sono evidenziati i valori corrispondenti allo *Stato Limite di salvaguardia della Vita* **SLV**, in quanto essi sono i principali parametri di riferimento per l'opera in progetto. I valori dell'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido* $\mathbf{a_g}$ (*pericolosità sismica*) sono espressi in g/10, per cui si avrà, per lo *Stato Limite di salvaguardia della Vita* **SLV**, un'*accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido* $\mathbf{a_g}$ pari a circa **0.169 g** (≅ **1.657 m/sec²** con **g** = 9,80665 m/sec²).

In assenza di analisi specifica della risposta sismica locale, l'*accelerazione orizzontale massima attesa al sito* $\mathbf{a_{g\ max}}$ può essere valutata con la relazione:

$$\mathbf{a_{g\ max} = S \times a_g}$$

dove:

S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione $\mathbf{S = S_S \times S_T}$, in cui:
$\mathbf{S_S}$ = *coefficiente di amplificazione stratigrafica*, variabile da 0,9 a 1,8 in base alla categoria di sottosuolo, al valore di a_g ed al valore di F_0 ($F_{0\ minimo}$ = 2,2)
$\mathbf{S_T}$ = *coefficiente di amplificazione topografica*, variabile da 1,0 a 1,4 in base all'inclinazione del versante ed alla posizione dell'edificio su di esso
$\mathbf{a_g}$ = *accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido*

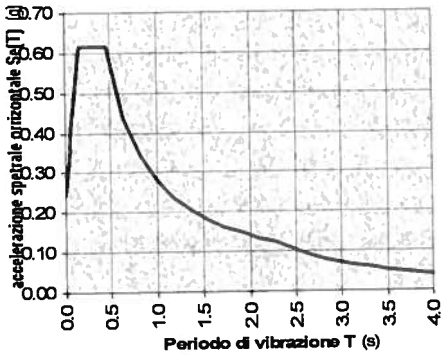
Nel caso in oggetto si avrà:

$\mathbf{S_S}$ = **1.445** (categoria **C** di sottosuolo)
$\mathbf{S_T}$ = **1.0** (categoria topografica **T1**)
$S = S_S \times S_T$ = **1.445**
$\mathbf{a_{g\ max}}$ = **1,445 x 0.169 g ≅ 0.244 g** (≅ **2.4 m/sec²**)

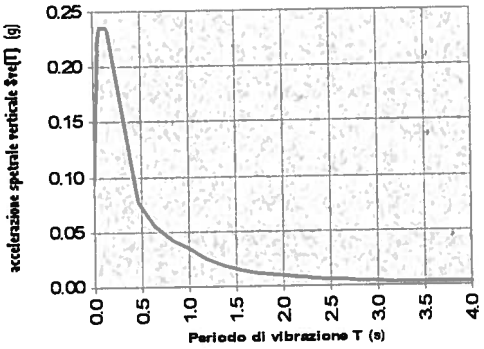
Assumendo come *coefficiente viscoso di smorzamento convenzionale* ζ il valore percentuale del 5% (per cui il fattore η =1), si ottengono i seguenti spettri di risposta

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

elastica delle componenti orizzontale e verticale per *Stato Limite di salvaguardia della Vita* **SLV**.



Spettro di risposta elastico della componente orizzontale per lo SLV



Spettro di risposta elastico della componente verticale per lo SLV

Dagli spettri di risposta elastici, in base alle caratteristiche dell'opera, si ottengono quelli di progetto e da questi si determina il *fattore d'inerzia della struttura* K_{hi} che si utilizza nella verifica allo Stato Limite Ultimo delle fondazioni in condizioni sismiche (vedi Cap. 3.2.3.5, Cap. 7.3.1 e Cap. 7.3.3.2 del D.M.14/01/2008)[1]

Per le verifiche di stabilità globale e delle fondazioni in condizioni sismiche, occorre definire i coefficienti dell'azione sismica. Nelle verifiche allo stato limite ultimo, in mancanza di studi specifici ed utilizzando metodi pseudostatici, si ha:

$$K_h = \beta_S \, a_{g\,max} / g$$
$$K_v = \pm 0.5 \, K_h$$

dove:
K_H = *coefficiente dell'azione sismica orizzontale*
K_V = *coefficiente dell'azione sismica verticali*:
β_S = *coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito*, variabile da 0,2 a 0,3 in base alla categoria di sottosuolo ed al valore di a_g
$a_{g\,max}$ = *accelerazione orizzontale massima attesa al sito*
g = *accelerazione di gravità*

Nel caso in oggetto, con un'*accelerazione orizzontale massima attesa al sito* $a_{g\,max}$ pari a **0.244 g** ed un *coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito* β_S pari a **0,24** (vedi Tabella 7.11.I D.M.14/01/2008), si ottiene:

coefficiente dell'azione sismica orizzontale $K_h \cong$ **0,058**
coefficiente dell'azione sismica verticale $K_v \cong \pm$ **0,026**

Questi sono i coefficienti da adottare nelle verifiche di stabilità globali.

[1] La componente verticale dell'azione sismica, in linea generale, non deve essere considerata in quanto il sito nel quale la costruzione sorge ricada in zona 3 (Cap. 7.2.1 del D.M.14/01/2008).

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

6. VERIFICA DI STABILITÀ

Per valutare la stabilità locale del sito in oggetto, si sono eseguite diverse verifiche del versante lungo la traccia disegnata nella Tavola 3. La traccia è quella più significativa a tale scopo (linea di massima pendenza) ed è quella più rappresentativa delle possibili linee di evoluzione gravitativa ipotizzabili in loco. Essa è stata ottenuta mediante battute triplometriche. Per l'elaborazione dei dati si è utilizzato il programma Winstabl (versione 2.60 aggiornata al luglio 2001) di P.J.Bosscher dell'Università di Wisconsin-Madison. Si è impiegato il sistema denominato Bishop modificato che ricorre a tecniche di ricerca casuale delle più critiche superfici circolare di rottura ipotizzabili.

Sono state condotte alcune verifiche di stabilità locale, effettuate secondo l'Approccio 1 – Combinazione 2 (A2+M2+R2) indicato dalle NTC (D.M. 14/01/2008). I parametri geotecnici sono stati desunti dalle prove di laboratorio effettuate sui campioni prelevati nei saggi esplorativi. (vedi Tavv. 20 e 22)
Il versante è stato assimilato ad un corpo costituito da due livelli stratigrafici aventi differenti caratteristiche geotecniche. Il primo corrispondente alla copertura, il secondo al substrato della Formazione delle Argille Varicolori di Cassio (AVV). Il loro limite è stato valutato sulla base delle prove geognostiche eseguite. I valori effettivi di coesione e dell'angolo d'attrito utilizzati nelle verifiche sono stati ottenuti per riduzione secondo la Tabella 6.2.II del D.M.14/01/2008.

Nelle verifiche di stabilità effettuate è stato considerato l'incremento delle spinte dovuto all'azione sismica, inserendo il *coefficiente dell'azione sismica orizzontale* $K_h \cong$ **0,058** ed il *coefficiente dell'azione sismica verticale* $K_v \cong \pm$ **0,028,** coerentemente alle indicazioni imposte dalla nuova normativa sismica per i Comuni classificati in zona 2 (vedi Cap. 5).

Si riportano i risultati di due verifiche significative. Nella prima si effettua la verifica sotto le condizioni effettivamente osservate del versante in presenza di sisma. Nella seconda vengono introdotte la falda ed il peso supposto degli edifici che si andranno a costruire. In entrambe le verifiche viene introdotto un limite alla profondità della superficie di scivolamento eguale a 15 metri dal piano campagna, per non effettuare verifiche su superfici di scorrimento con forme non plausibili con le condizioni geologiche e geomorfologiche locali. La prima verifica è stata effettuata sul versante in condizioni naturali, mentre nella seconda verifica si è ipotizzata la presenza di falda e si è considerato il peso di 3 edifici della lunghezza di circa 15 m tali da imporre al terreno una pressione di 150KPa. I risultati di entrambe le verifiche sono riportati alle Tavole 17 e 18, ove compare un grafico che rappresenta le dieci superfici di rottura maggiormente critiche (la superficie di rottura rossa è quella a coefficiente di sicurezza minore); ad ognuna delle due tavole segue un dettagliato rapporto che quantifica le grandezze geometriche e geotecniche in gioco nella verifica effettuata.

Il grado minimo di sicurezza (rapporto tra resistenza al taglio e sforzo di taglio **fs**) deve essere eguale o maggiore a 1,1 (vedi Tabella 6.8.I. del D.M.14/01/2008). Si vede come il versante in condizioni naturali goda di un buon margine di sicurezza nei confronti di un possibile movimento gravitativo (**fs=1,6**). Nella seconda verifica si è

supposto l'instaurarsi di una falda idrica e si è fatto variare il suo livello fino ad ottenere condizioni d'equilibrio limite (fs =1,1), imponendo inoltre al terreno il peso di tre edifici. Le condizioni di equilibrio limite si ottengono con quota della falda a -4,0 metri dal piano campagna. Togliendo il peso degli edifici fs aumenta fino a 1,2. Eliminando la falda idrica e mantenendo il peso degli edifici fs passa a 1,3. Si evince che il fattore più importante di potenziale destabilizzazione è il possibile instaurarsi di un regime idrico sotterraneo.

In definitiva si può affermare che l'appezzamento in variante è in condizioni di stabilità accettabili e che l'intervento urbanistico prospettato non ne va ad alterare significativamente le condizioni attuali. Particolare attenzione andrà però posta verso possibili alterazioni del regime idrico sotterraneo. L'indagine effettuata non ha rilevato la presenza di falda idrica continua, bensì isolate scaturigini di polle d'acqua. Esse andranno attentamente raccolte e si dovrà mantenere l'attuale deflusso delle acque di precipitazione meteorica, evitando di creare nuove linee d'infiltrazione sotterranea. Si dovrà inoltre valutare la necessità di linee di drenaggio artificiali che garantiscano il naturale abbassamento della falda idrica eventualmente instauratasi a causa di non corrette pratiche edili

7. NOTE CONCLUSIVE

Dall'indagine svolta e dalle considerazioni esposte nei Capitoli precedenti emerge un parere favorevole, da un punto di vista geologico, geomorfologico e sismico, alla variante urbanistica prospettata, da zona agricola (ambito TR3) a zona residenziale (AC5).

Dalle condizioni morfologiche (zona a modesta acclività < 11°) e dalle verifiche di stabilità (*coefficiente di sicurezza* $\mathbf{f_s}$ => 1,1) si può affermare che l'area di studio è idonea ad ospitare l'insediamento previsto.

La zona di studio gode di un buon grado di stabilità, con presenza a modesta profondità (mediamente di 2,0 m dal piano campagna) del substrato costituito dalle Argille varicolori di Cassio **AVV**, che è stato intercettato in tutto il comparto. Esso presenta caratteristiche geomeccaniche idonee a sopportare agevolmente i carichi imposti dalle strutture previste con l'utilizzo di normali fondazioni dirette (plinti o fondazioni nastriformi). I terreni al di sopra del substrato, di natura argillosa (appartenenti alla coltre superficiale di alterazione del substrato stesso), si presentano spesso alterati e a più modeste caratteristiche geomeccaniche; in linea generale essi sono pertanto meno vocati ad ospitare le opere di fondazione delle strutture previste.

Occorrerà attenersi, per quanto riguarda la distribuzione e progettazione esecutiva dei volumi fabbricabili e delle opere di urbanizzazione, alle seguenti prescrizioni ed indicazioni:

1) le fondazioni di ogni singolo edificio dovranno poggiare nella loro totalità su terreni di natura omogenea (totalmente su coltre superficiale o totalmente su substrato roccioso inalterato), per evitare assestamenti o cedimenti differenziali della struttura; a tal proposito, viste le generali modeste caratteristiche geomeccaniche della coltre superficiale e data la presenza del substrato inalterato a profondità facilmente raggiungibile durante le fasi di splateamento in tutto il comparto, si consiglia vivamente di incastrare in esso tutti gli impianti fondali previsti;
2) le opere di urbanizzazione quali muri, parcheggi e rilevati stradali andranno alloggiati al di sotto dei terreni superficiali agricoli e/o fortemente alterati.

Si è riscontrata la presenza d'acqua nella sola zona dei punti d'indagine S1 e P4 (settore nord ovest del comparto); con ogni probabilità essa è legata alla filtrazione ed al drenaggio delle acque meteoriche superficiali. Non è pertanto da escludersi il rinvenimento nelle successive fasi esecutive di limitate venute d'acqua in altri settori del comparto.

Per quel che riguarda il carico d'esercizio medio e gli eventuali assestamenti delle fondazioni, poco si può dire in questa fase. Una più precisa indicazione della capacità portante dei terreni potrà essere fornita solo quando saranno esattamente definiti le caratteristiche e dimensioni degli edifici che verranno realizzati e la profondità del piano delle fondazioni, nonché in base ai risultati di specifiche indagini geognostiche da effettuarsi nell'area di sedime di ogni singolo edificio.

La conformazione blandamente displuviale del comparto suggerisce che i fabbricati siano disposti sul lato più lungo in senso est - ovest. Con tale accorgimento si limiteranno notevolmente i movimenti terra, riducendo la dimensione dei rilevati, che come noto richiedono particolari accorgimenti di costipazione per evitare indesiderati cedimenti differenziali. In altre parole, il criterio urbanistico nel posizionare i fabbricati in progetto deve essere quello di assecondare il più possibile l'andamento topografico, seguendo la logica di adattare le opere al pendio e non viceversa.

L'esecuzione degli sbancamenti, la sistemazione finale dell'area e delle scarpate naturali od artificiali e la sistemazione degli eventuali riporti, dovranno essere fatti sulla base delle indicazioni riguardanti l'ubicazione dei volumi fabbricabili e rispetto alle caratteristiche stesse degli edifici (distribuzione dei carichi, presenza di piani interrati, ecc.); dette valutazioni dovranno essere fatte in concertazione tra i vari tecnici incaricati per approntare il progetto di edificazione (geologo, ingegnere, architetto, geometra, ecc.); lo stesso vale per le scelte riguardanti il tipo di fondazione ed il carico d'esercizio da imporre ai terreni.

Limitare, comunque, i movimenti terra favorisce il permanere degli attuali equilibri.

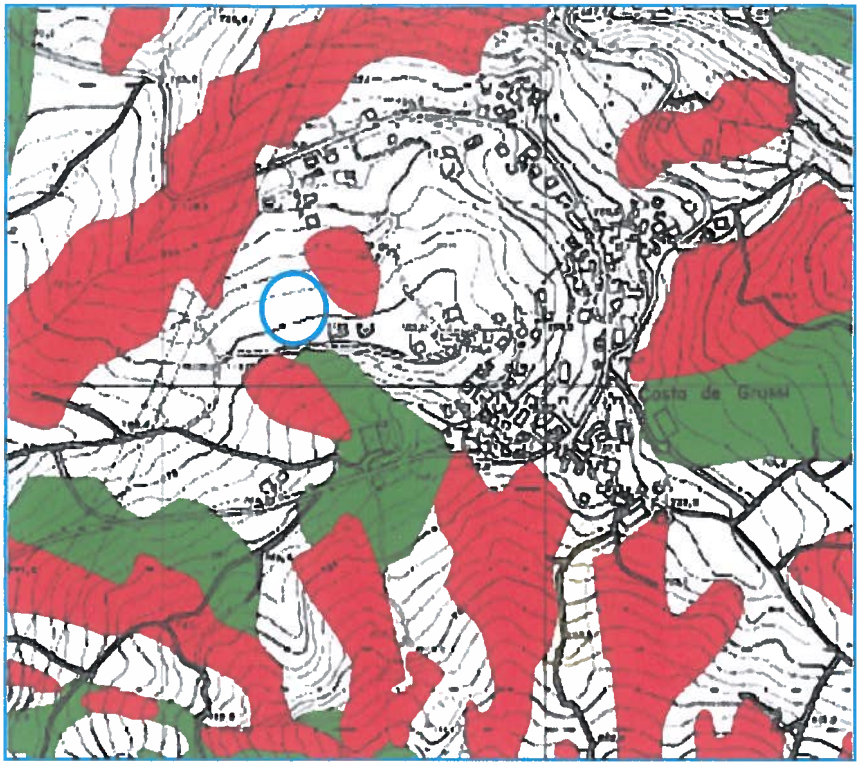
Data la fragilità dei terreni presenti nell'area nei confronti dell'azione erosiva dell'acqua, si consiglia di progettare e predisporre un sistema di smaltimento delle acque di tutto il comparto e dei singoli lotti per una più razionale funzionalità del sistema stesso.

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26 Tel. / Fax **0522 - 81 19 48**
E-mail: gstdmmm@libero.it

Si assevera che la presente indagine è stata svolta in ottemperanza alle disposizioni contenute nella Legge n.64 del 02/02/1974 e succ. mod. ed int., alla Circ. Regionale n.1288 del 11/02/1983, in conformità al D.M. LL.PP. 11/03/1988, alla Circ. LL.PP. 24/10/1988 n.30483, alla Circ. LL.PP. 09/01/1996 n.218/24/3, al D.M. 16/01/1996, alla L.R. n.47/78 e succ. mod. ed int., alla L.R. 20/2000 e succ. mod. ed int., alla Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia-Romagna n.112 del 02/05/2007 ed al D.M. 14/09/2005, così come modificato dal D.M. 14/01/2008.



Estratto Carta del Dissesto PTCP 2010 Prov. RE
Sezione n. 218 130 CASTELNOVO NE' MONTI



Scala 1:10.000

Area in variante al Rue

Area di frana attiva (a1)

Area di frana quiescente (a2)

Depositi di versante s.l. (a3)

PIANO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (P.A.I.)

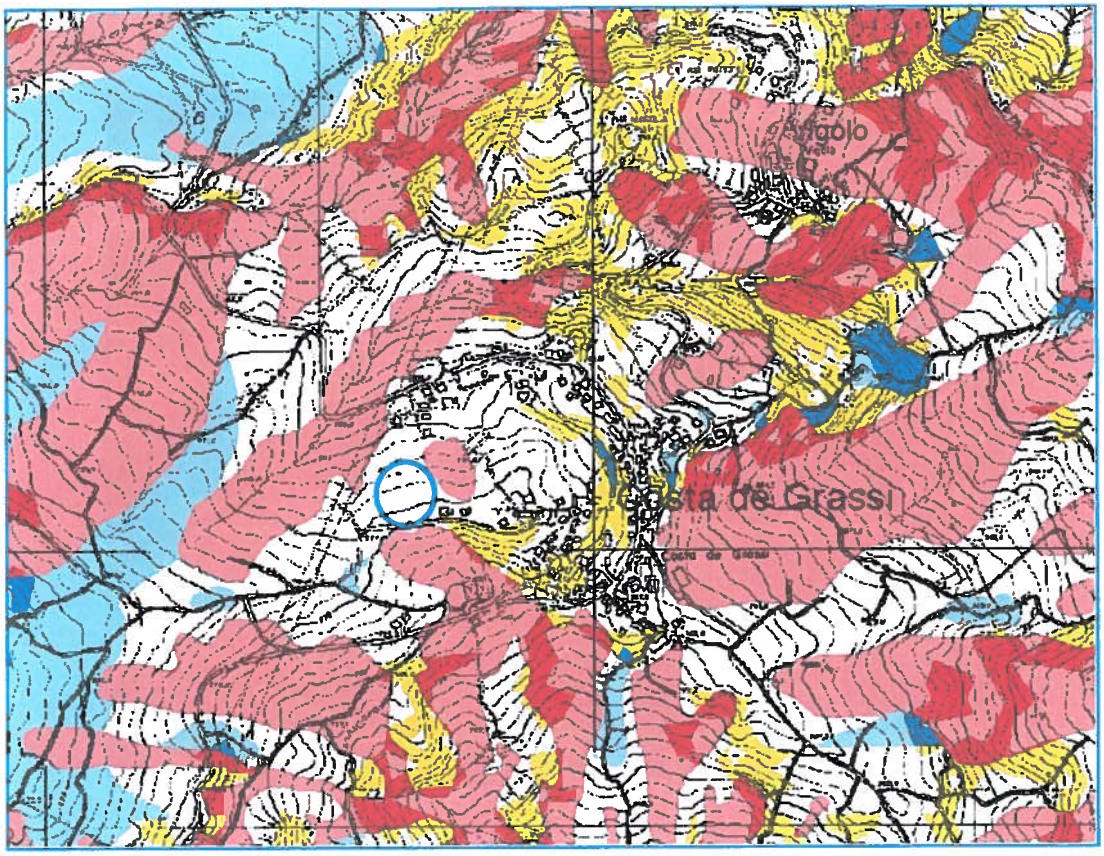
data: aprile 2012

Comm: Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 1a

Estratto Carta PTCP 2010 Prov. RE
Carta 9a 218 SO



Fuori Scala

Area in variante al Rue

CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X	X	X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X				X
G	X			X (potenziale)	
H					

CARTA DEGLI EFFETTI ATTESI

data: aprile 2012

Comm: Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 1b

Estratto Carta PTCP 2010 Prov. RE
Carta 9b 218 SO



Fuori Scala

Area in variante al Rue

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

1

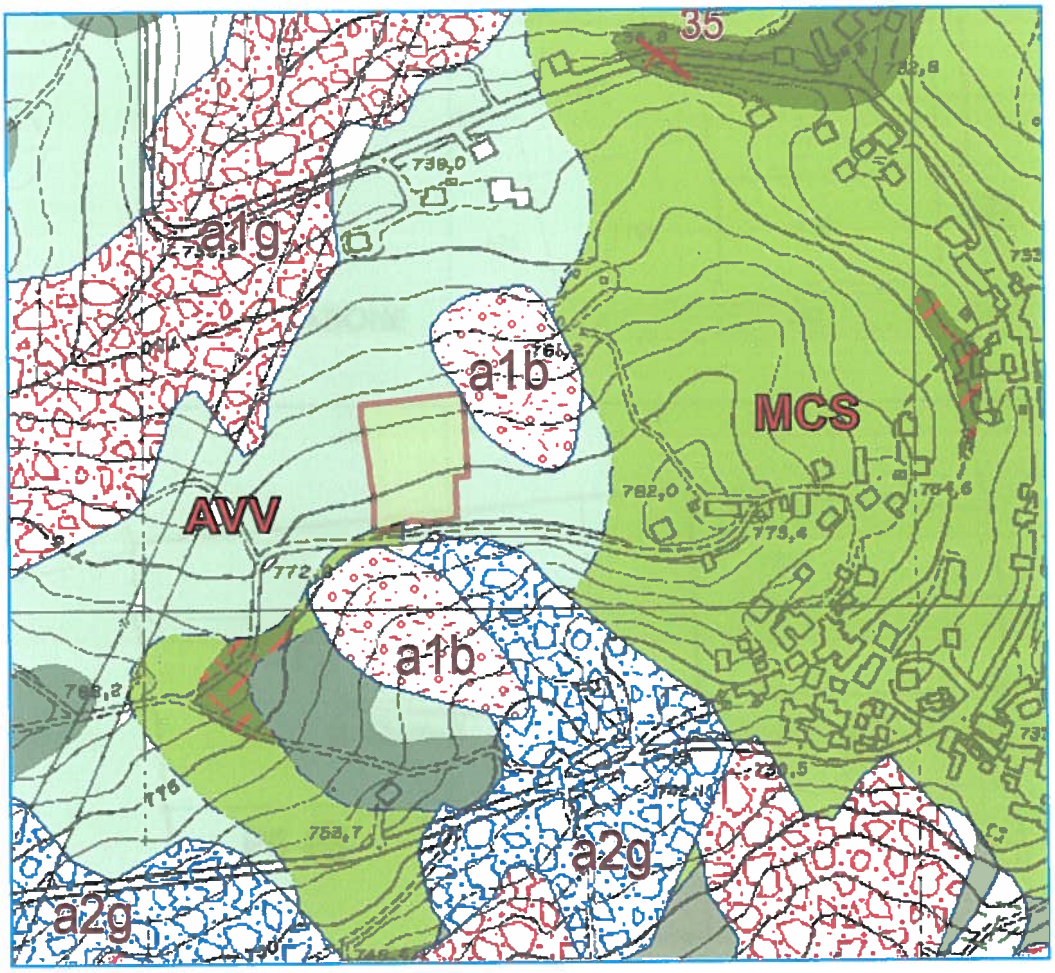
2

3

CARTA DEI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO	data: aprile 2012	**TAVOLA 1c**
	Comm: Ielli Danilo e Alfredo	
	dis:	

Estratto C.T.R. Elemento n. 218 132 Costa de` Grassi

scala 1:5.000



Ubicazione area in variante

10° giacitura degli strati

a1b a1g Deposito di frana attiva

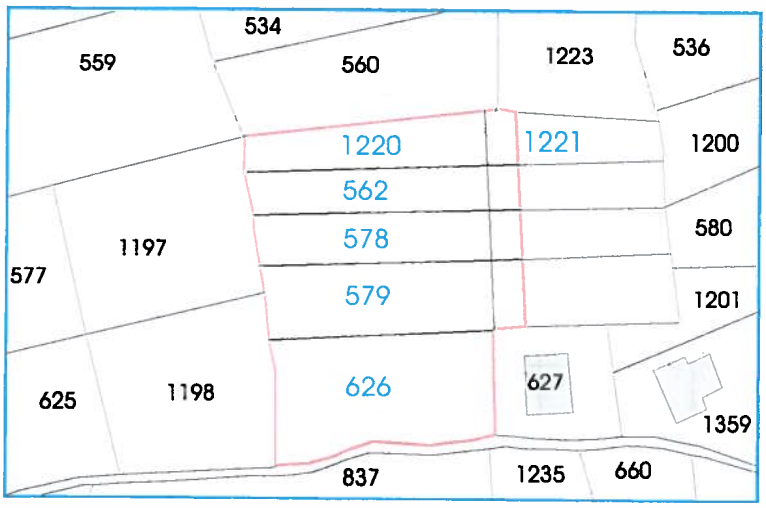
a2g Deposito di frana quiescente

MCS Flysch di Monte Cassio

AVV Argille varicolori di Cassio

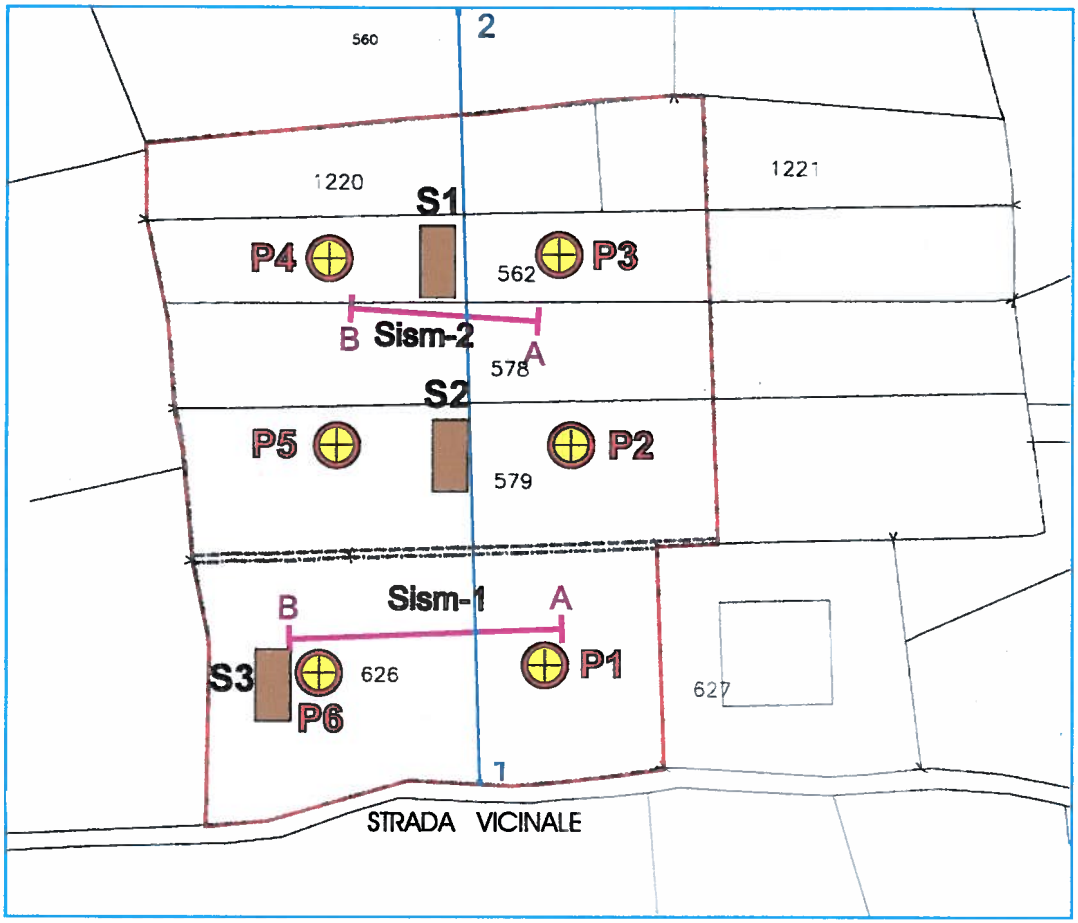
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOLOGICO	data: aprile 2012	TAVOLA 2
	Comm: Ielli Danilo e Alfredo	
	dis:	

Comune di Castelnovo nè Monti (RE)
Planimetria Catastale - scala 1:2.000
Foglio n. 70 Mappali 626, 1220 (interi)
562, 578, 579,1221 (parte)



N

PARTICOLARE LOTTIZZAZIONE
fuori scala



Area in variante al RUE

1 — 2 Traccia sezione verifica stabilità

A Sism-1 B Stendimento sismico a rifrazione e MASW

S1 Saggi esplorativi

P1 Prove penetrometriche dinamiche

ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE ED UBICAZIONE PROVE GEOGNOSTICHE

data: aprile 2012

Comm: Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 3

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

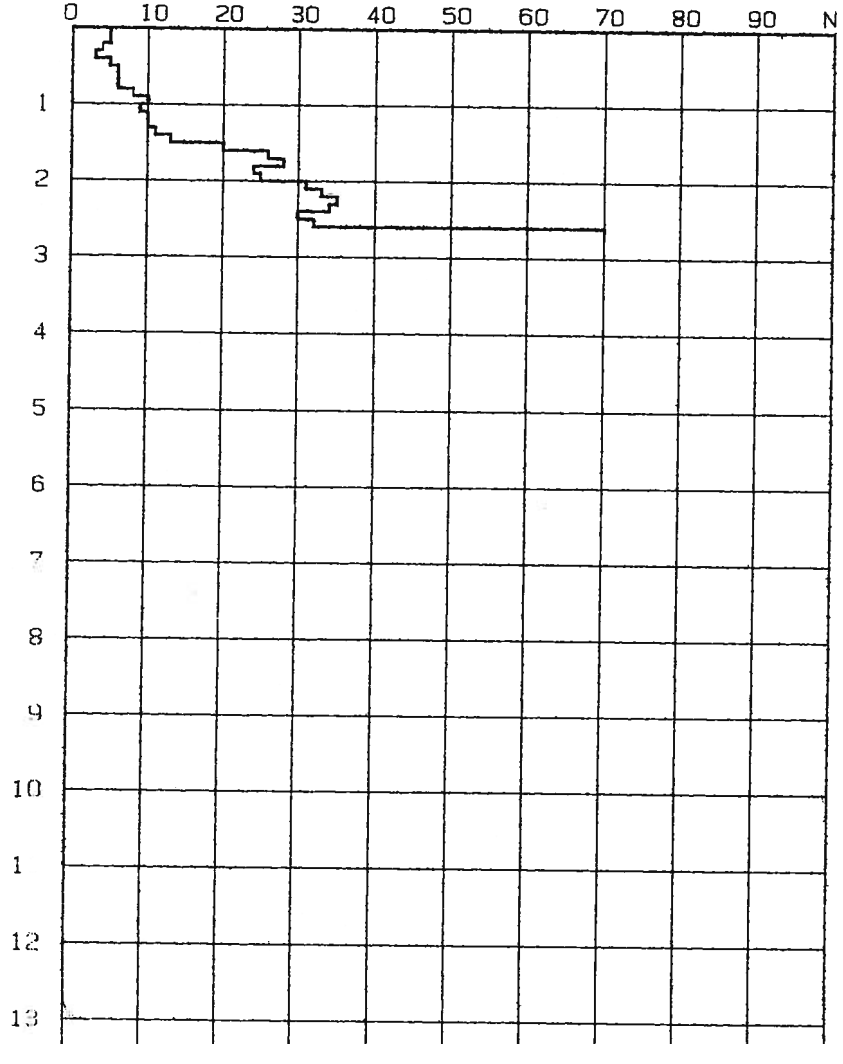
GEOSTUDIO
via Franceschini, 26
tel. / fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

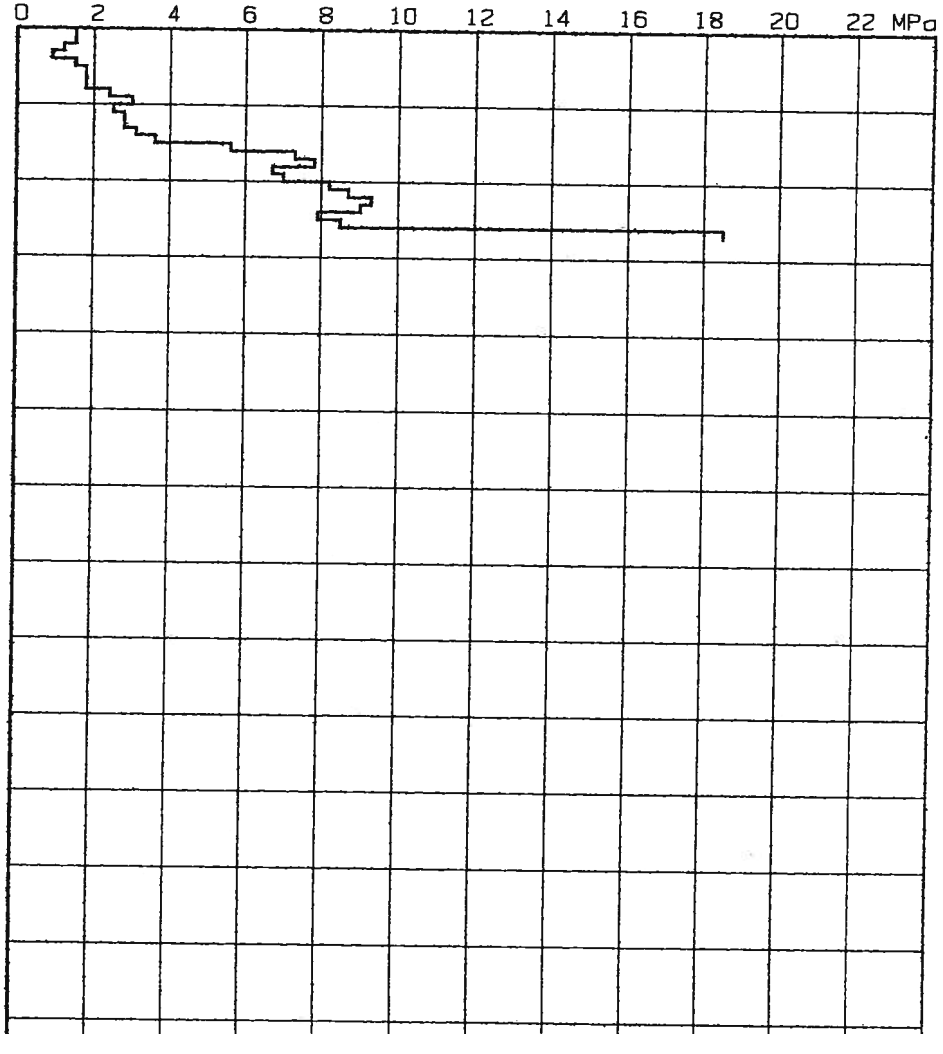
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLATA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL'INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL'ASTA...	cm	100
MASSA DELL'ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta fissa*

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. *P1*	ESECUTORE: *GEOSTUDIO Geologi Associati*	DATA: *29/0*
COMMITTENTE: *Sigg. Telli - Severi*	LOCALITA': *Castelnovo Mon*	
CANTIERE: *Costa de' Grassi*	D.L.: *dr. Merlini*	TAV.

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

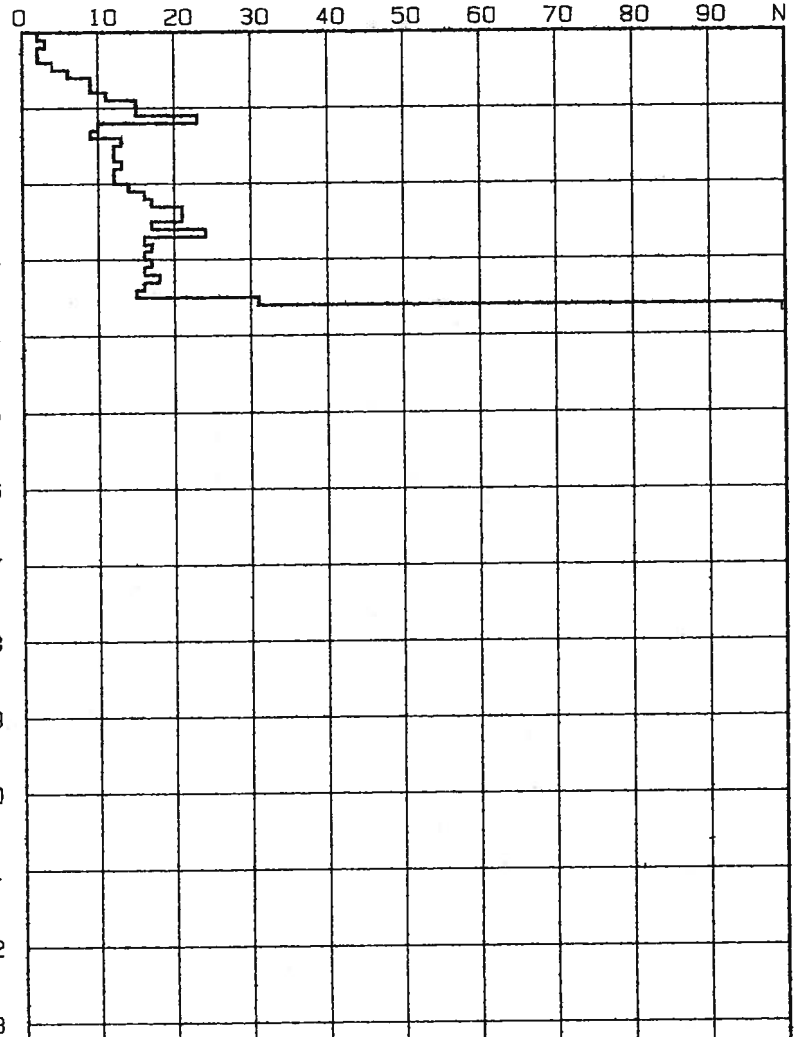
GEOSTUDIO
via Franceschini, 26
tel./ fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

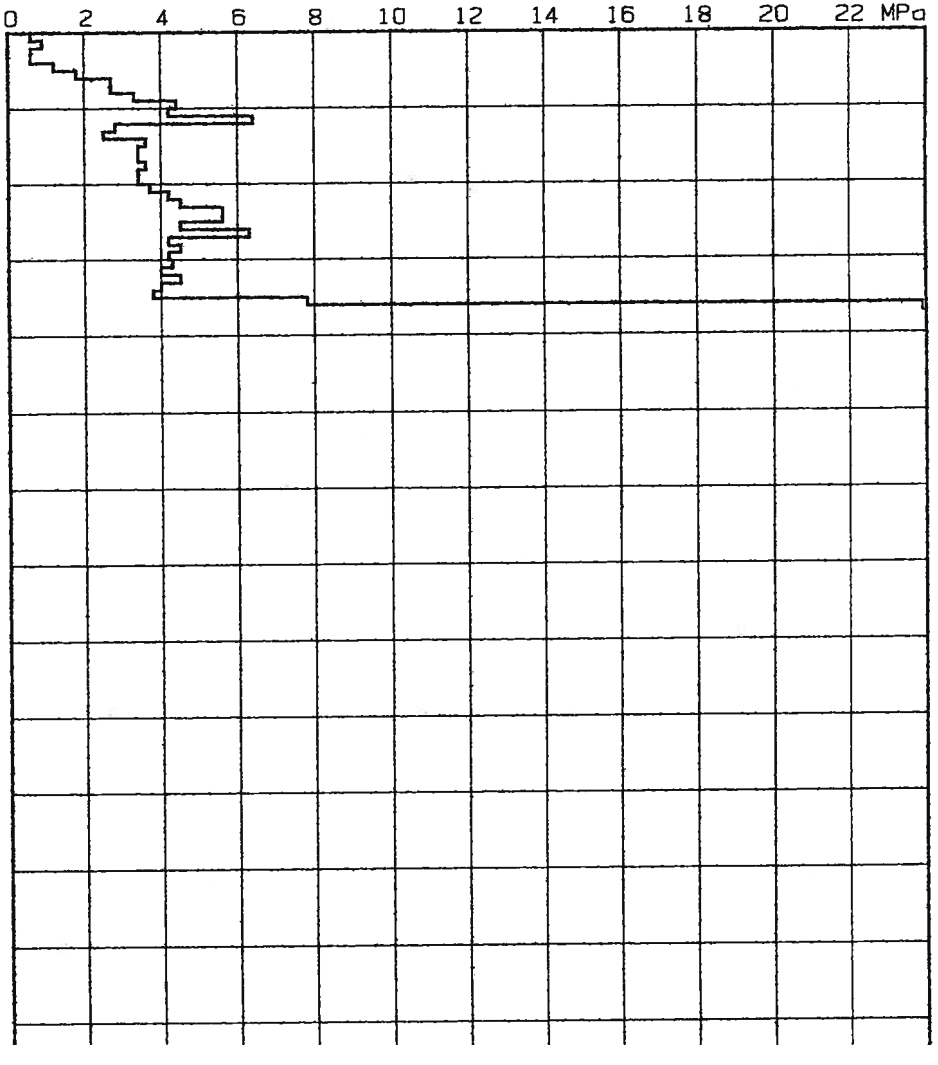
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLA'TA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL' INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL' ASTA...	cm	100
MASSA DELL' ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta a perdere*

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P2	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 29/03/
COMMITTENTE: Sigg. Telli - Severi	LOCALITA': Castelnovo Monti	
CANTIERE: Costa de' Grassi	D.L.: dr. Merlini	TAV. 5

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

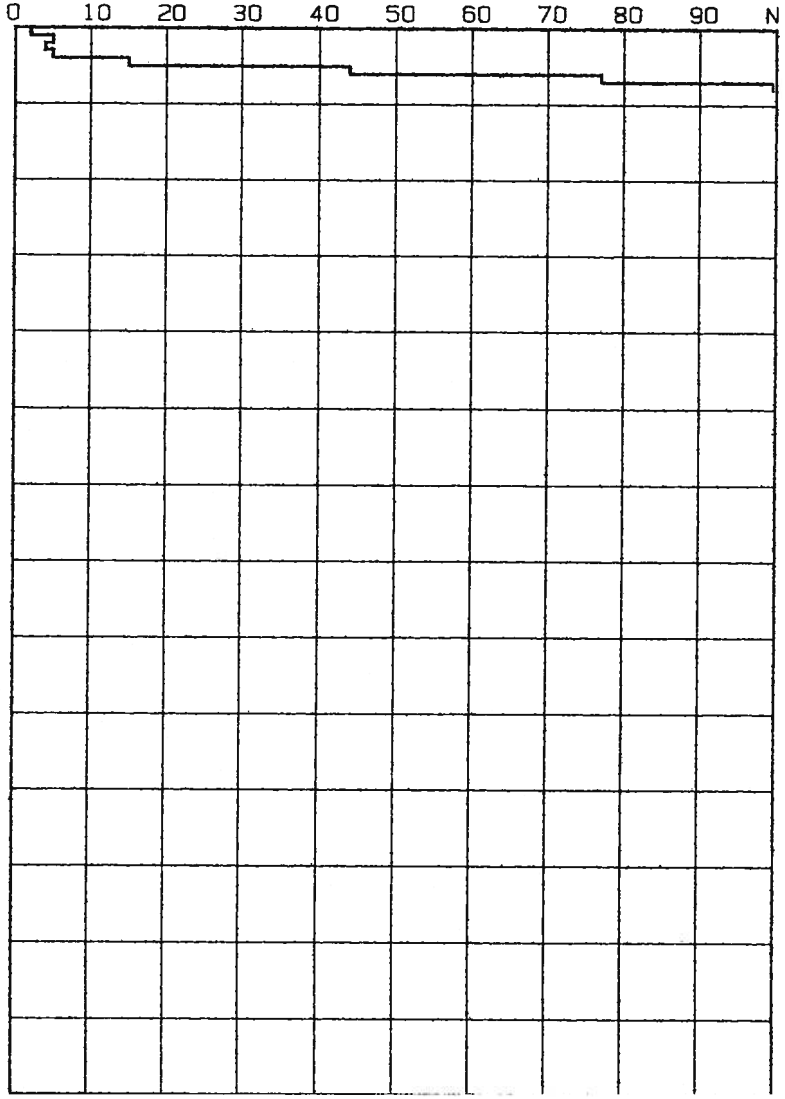
GEOSTUDIO
via Franceschini, 26
tel. / fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

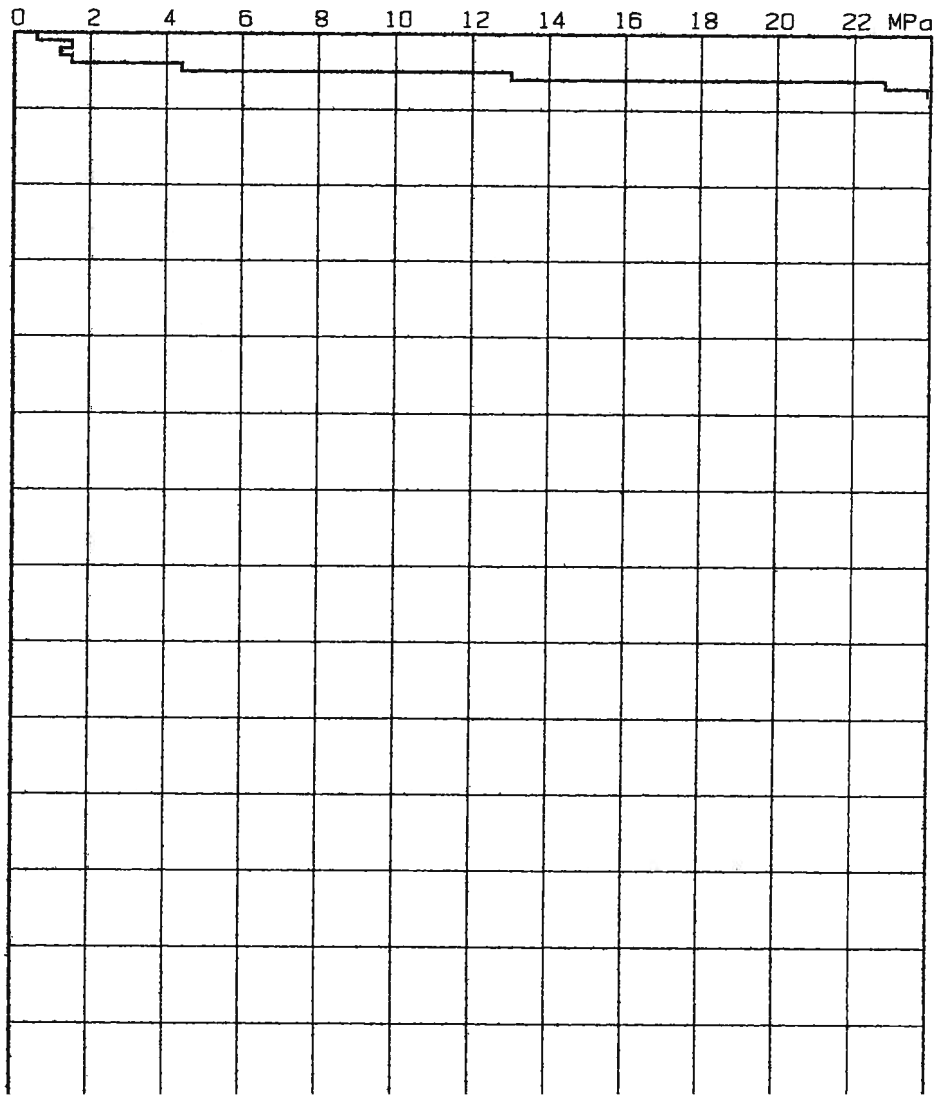
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLATA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL'INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL'ASTA...	cm	100
MASSA DELL'ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta a perdere*

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P3	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 29/03/12
COMMITTENTE: Sigg. Ielli - Severi	LOCALITA': Castelnovo Monti	
CANTIERE: Costa de' Grassi	D.L.: dr. Merlini	TAV. 6

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

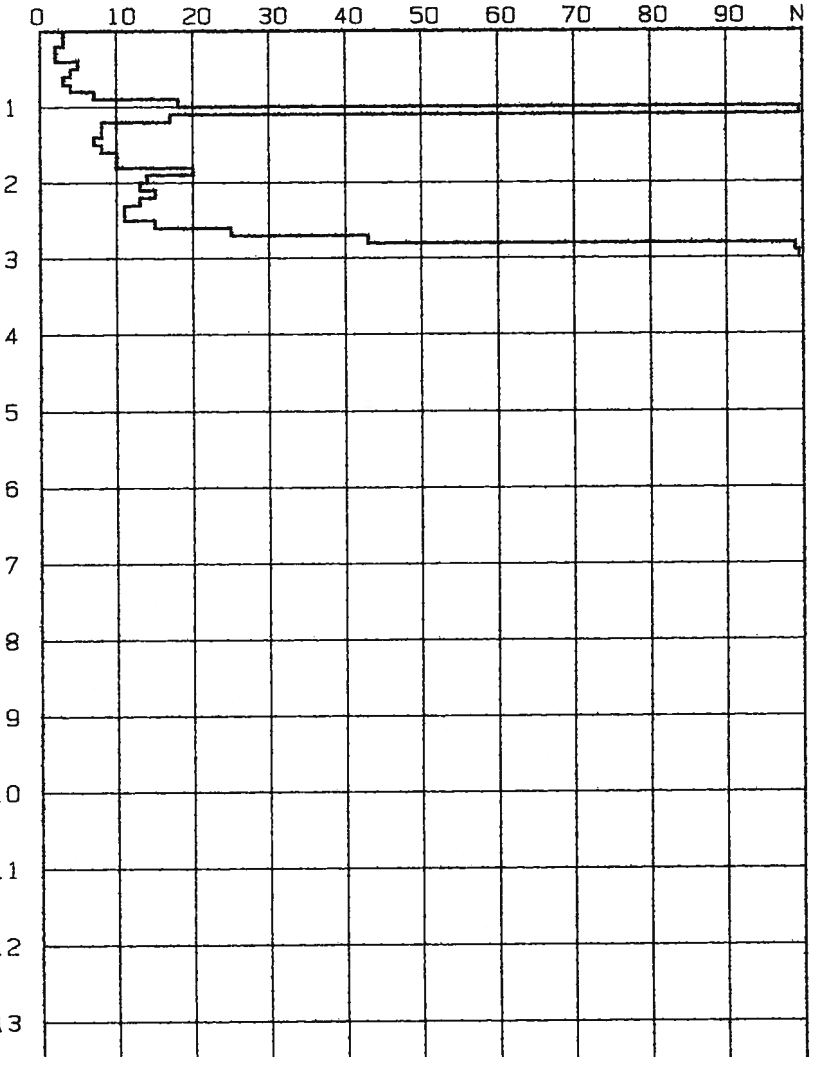
GEOSTUDIO
via Francaschini, 26
tel. / fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

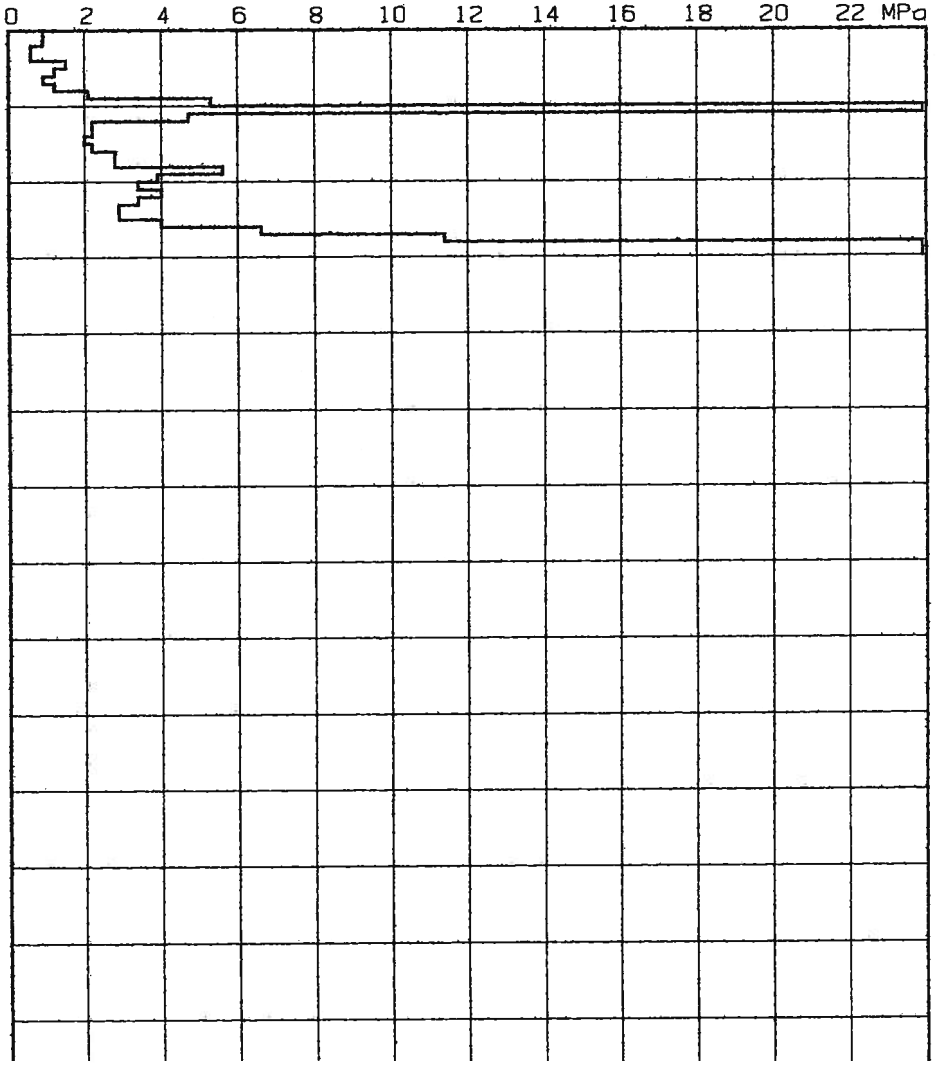
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLATA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL' INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL' ASTA...	cm	100
MASSA DELL' ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta a perdere*

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P4	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 29/03/1	
COMMITTENTE: Sigg. Telli - Severi	LOCALITA': Castelnovo Monti		
CANTIERE: Costa de' Grassi	D.L.: dr. Merlini	TAV. 7	

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

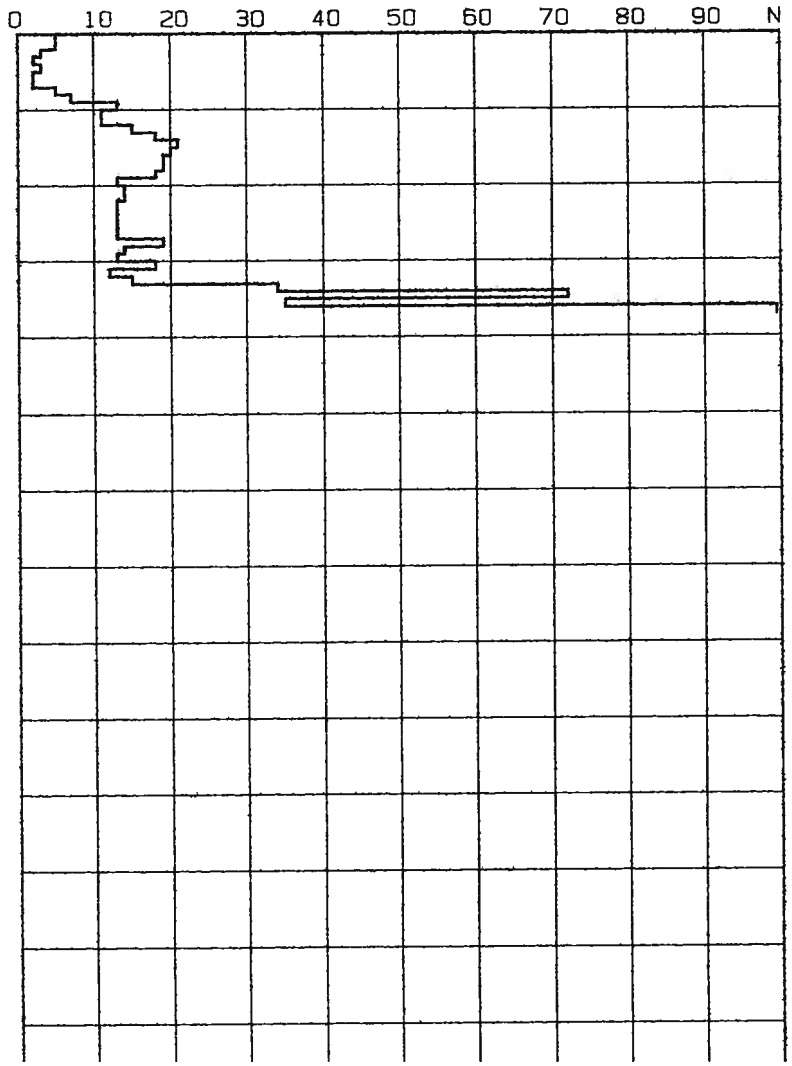
GEOSTUDIO
via Franceschini, 26
tel. / fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

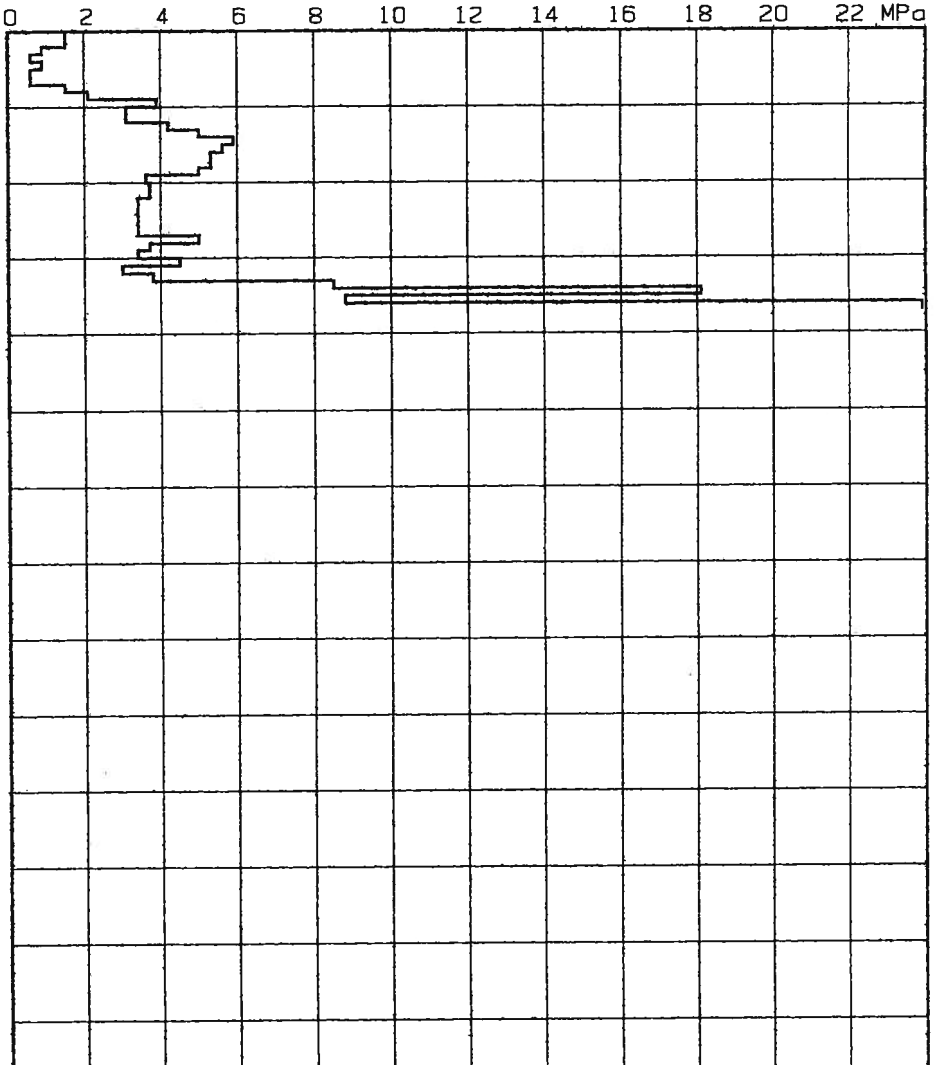
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLATA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL' INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL' ASTA...	cm	100
MASSA DELL' ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta a perdere*

NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. P5	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati		DATA: 29/03/1
COMMITTENTE: Sigg. Telli - Severi		LOCALITA': Castelnovo Monti	
CANTIERE: Costa de' Grassi		D.L.: dr. Merlini	TAV. 8

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

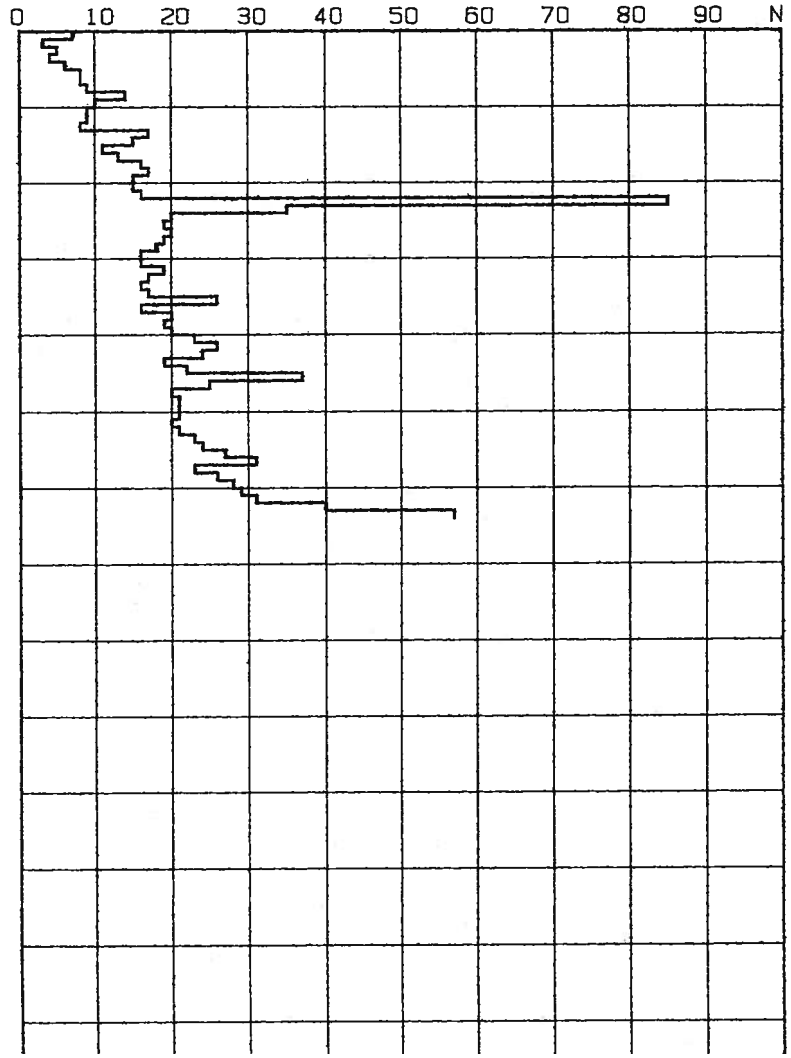
GEOSTUDIO
via Franceschini, 26
tel. / fax 0522 811948
Castelnovo ne' Monti (RE)

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

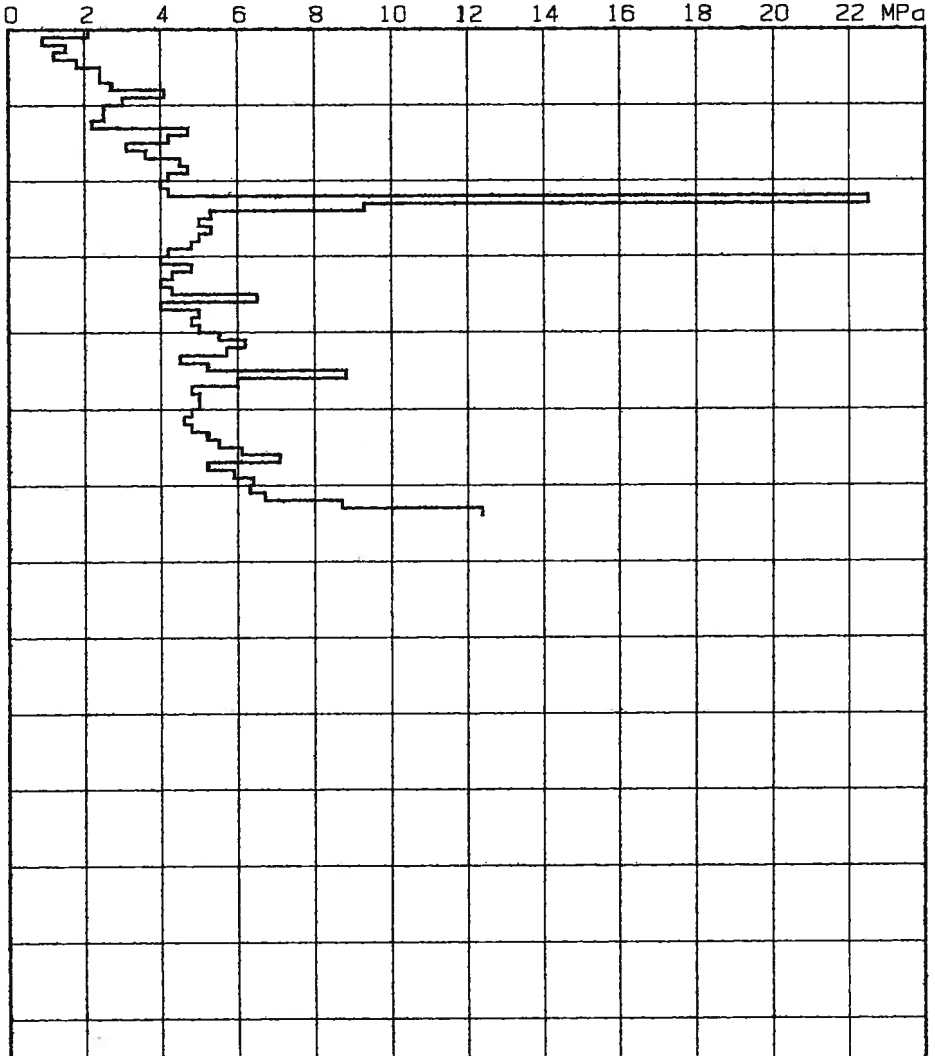
MASSA DEL MAGLIO.....	kg	30
VOLATA DEL MAGLIO.....	cm	20
SEZIONE DELLA PUNTA...	cm²	10
PASSO DELLE MISURE....	cm	10
MASSA DELL'INCUDINE...	kg	26
LUNGHEZZA DELL'ASTA...	cm	100
MASSA DELL'ASTA.....	kg	3.6

NOTE: *Prova eseguita con punta a perdere*

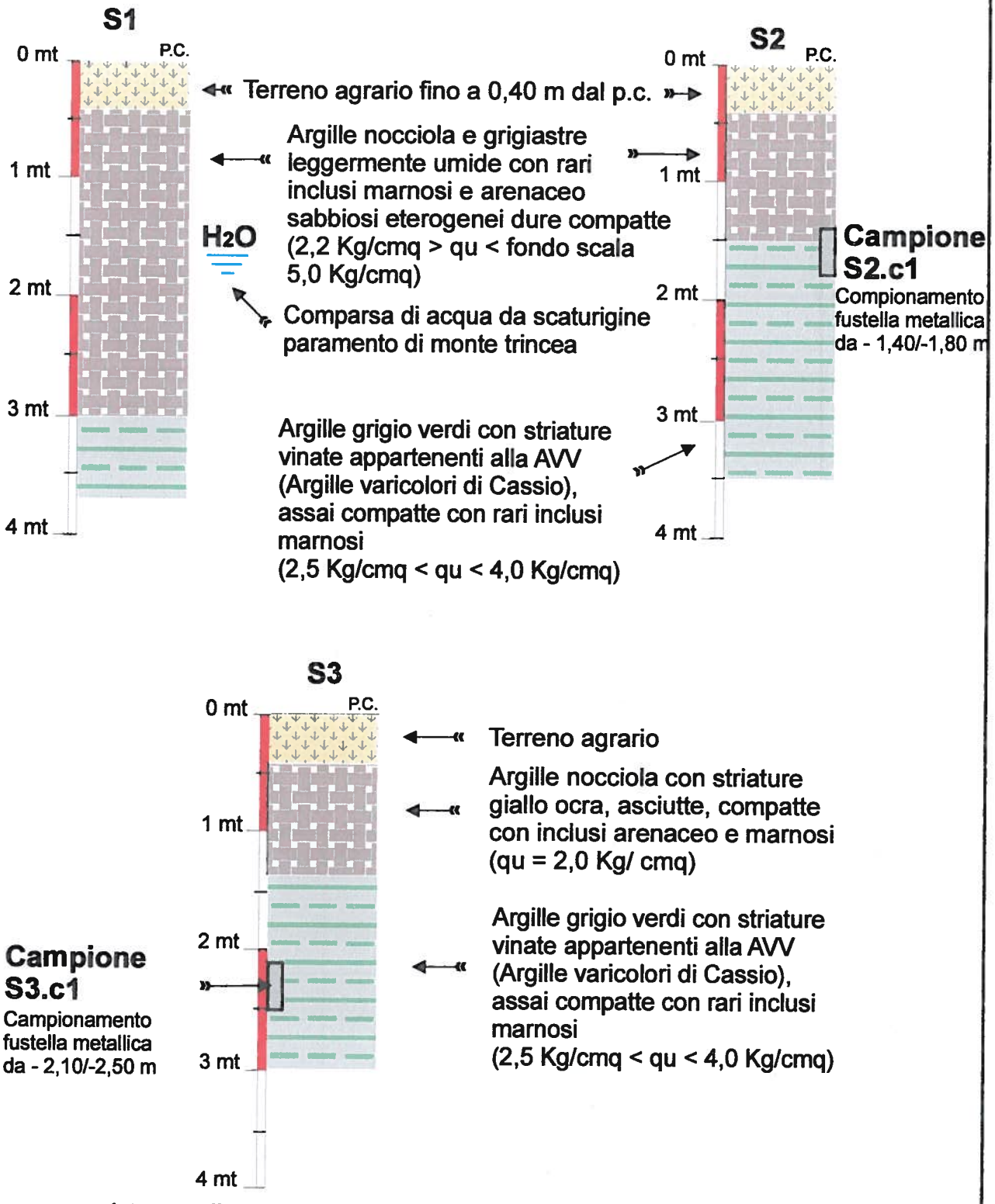
NUMERO DEI COLPI



RESISTENZA DINAMICA



PROVA N. PG	ESECUTORE: GEOSTUDIO Geologi Associati	DATA: 29/03/	
COMMITTENTE: Sigg. Telli - Severi	LOCALITA': Castelnovo Monti		
CANTIERE: Costa de' Grassi	D.L.: dr. Merlini	TAV. 9	



qu = resistenza alla compressione semplice misurata con penetrometro tascabile.

P.C.: piano campagna

STRATIGRAFIA SAGGI ESPLORATIVI	data: aprile 2012	**TAVOLA 10**
	Comm: Ielli Danilo e Alfredo	
	dis:	

Costa dè Grassi

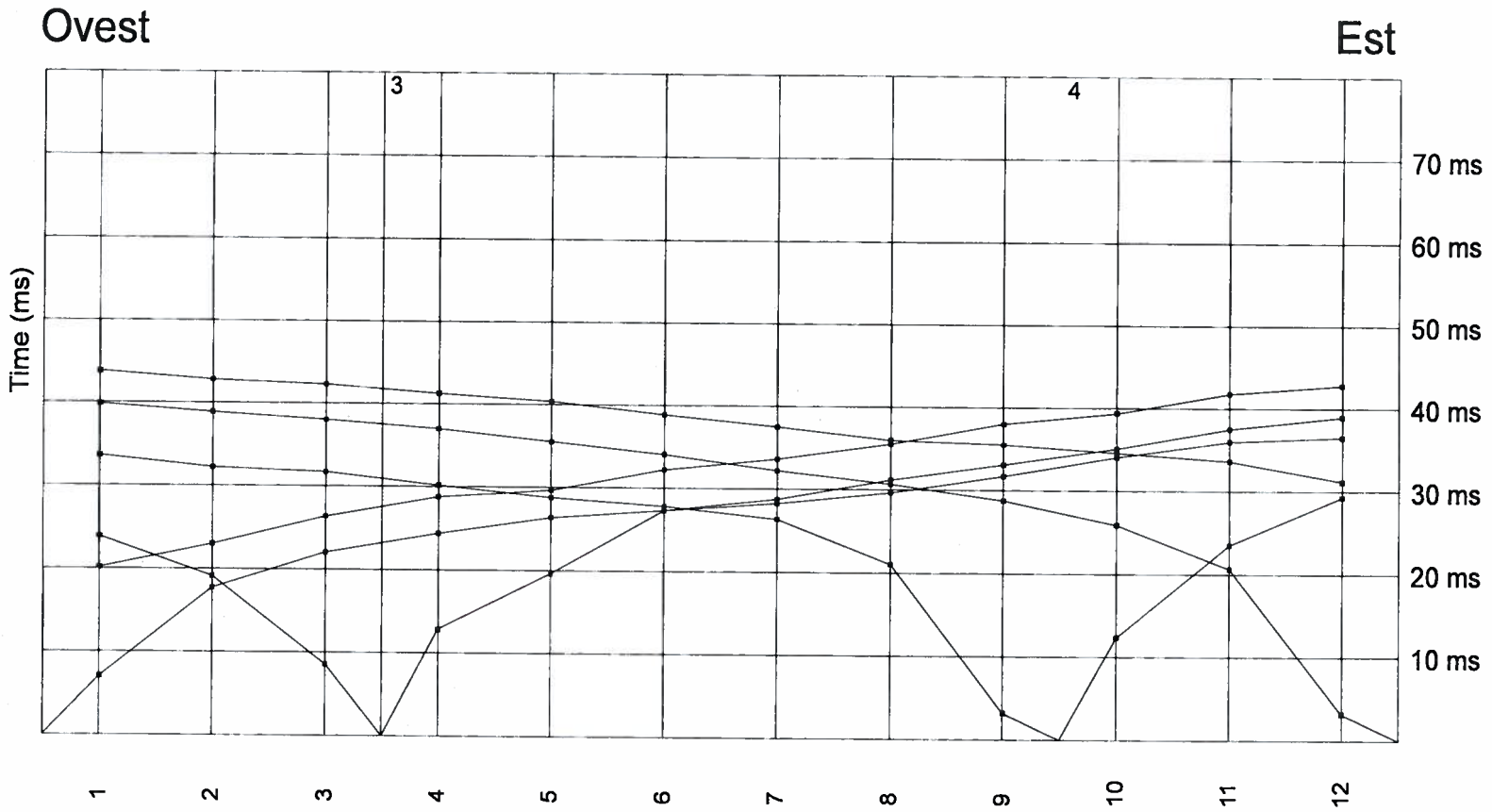


TAVOLA DELLE DROMOCRONE
STENDIMENTO SISMICO sism-1

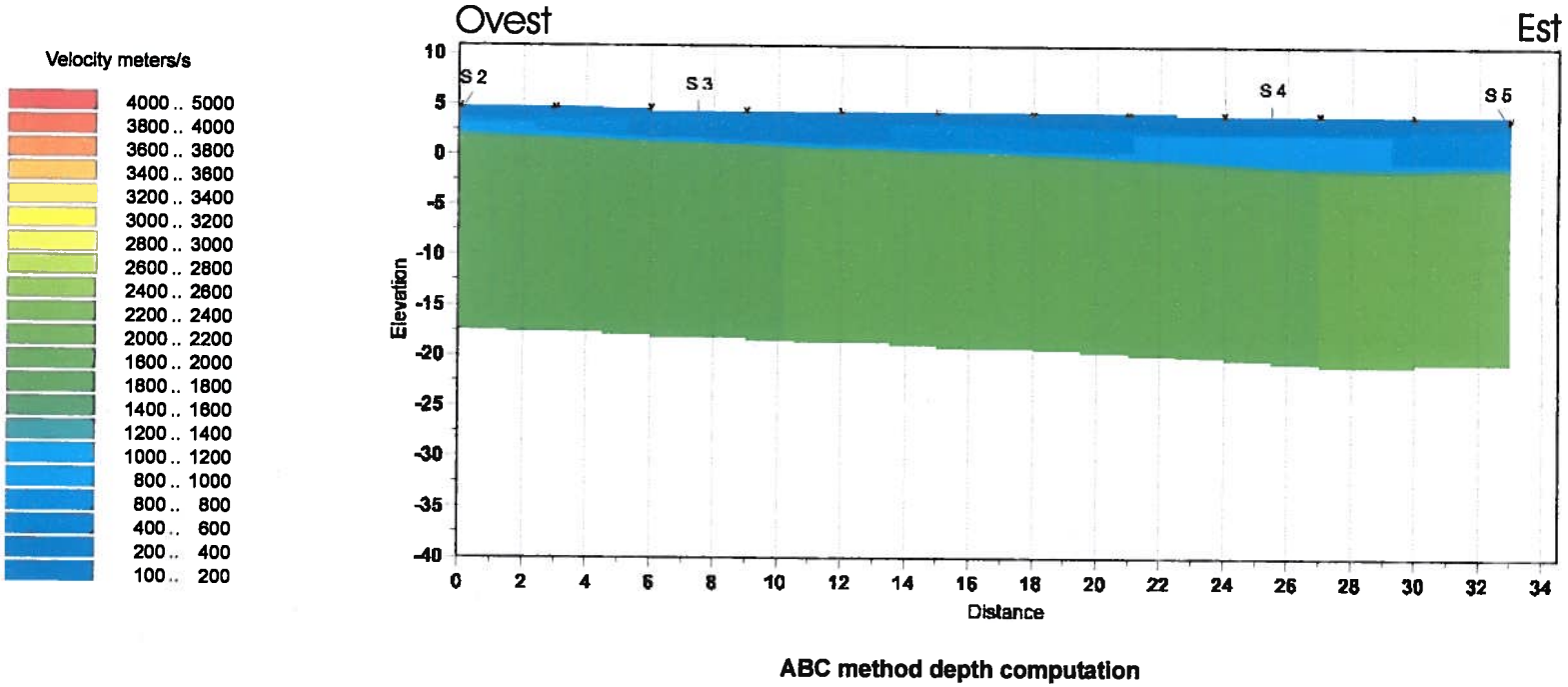
data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 11

Costa dè Grassi



ABC method depth computation

PROFILO DELLE VELOCITA`(Vp)
STENDIMENTO SISMICO sism-1

data: aprile 2012

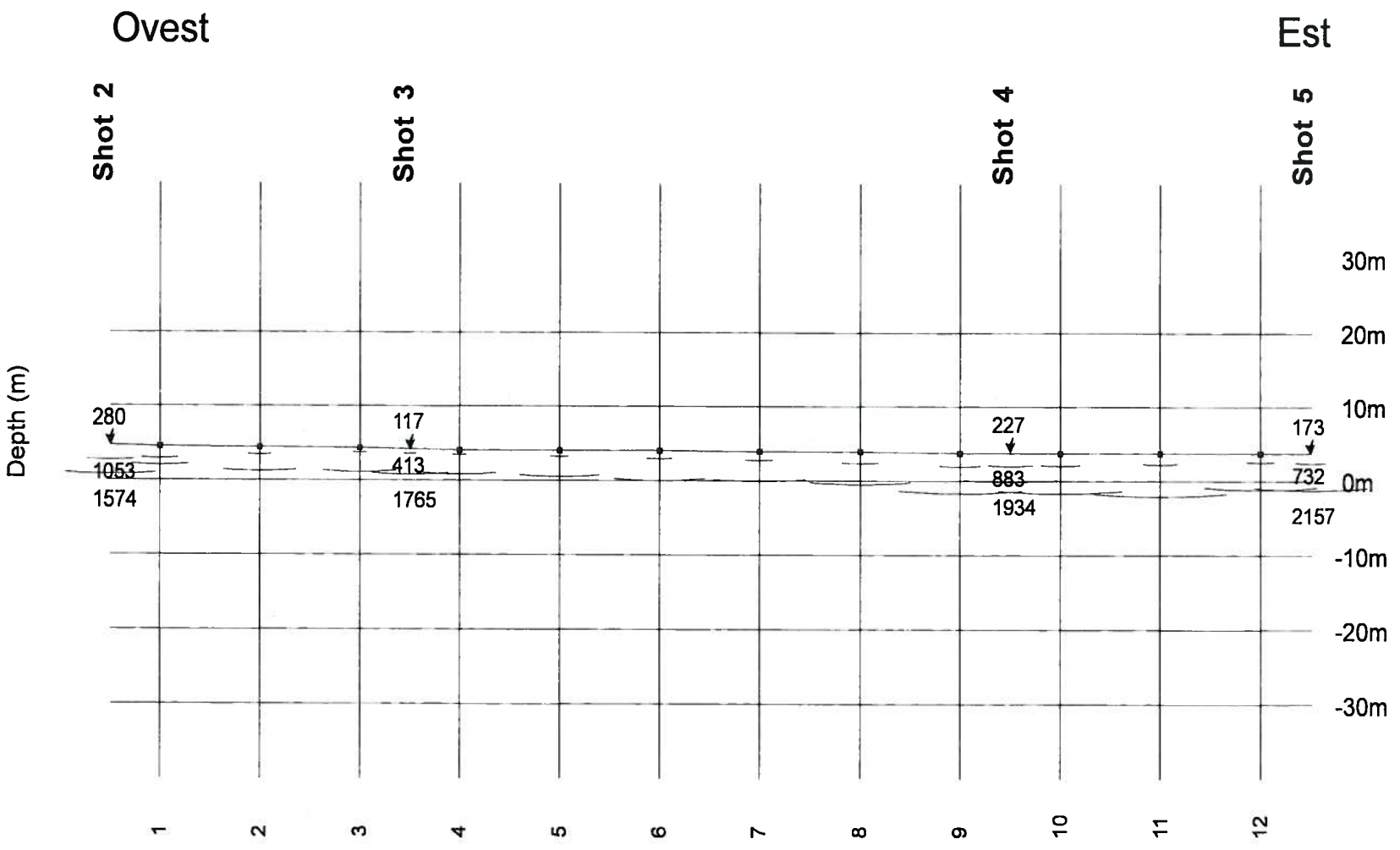
comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

dis:

GEOSTUDIO ASSOCIATI

TAVOLA 12

Costa dè Grassi



PROSPEZIONE SISMICA sism-1

data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 13

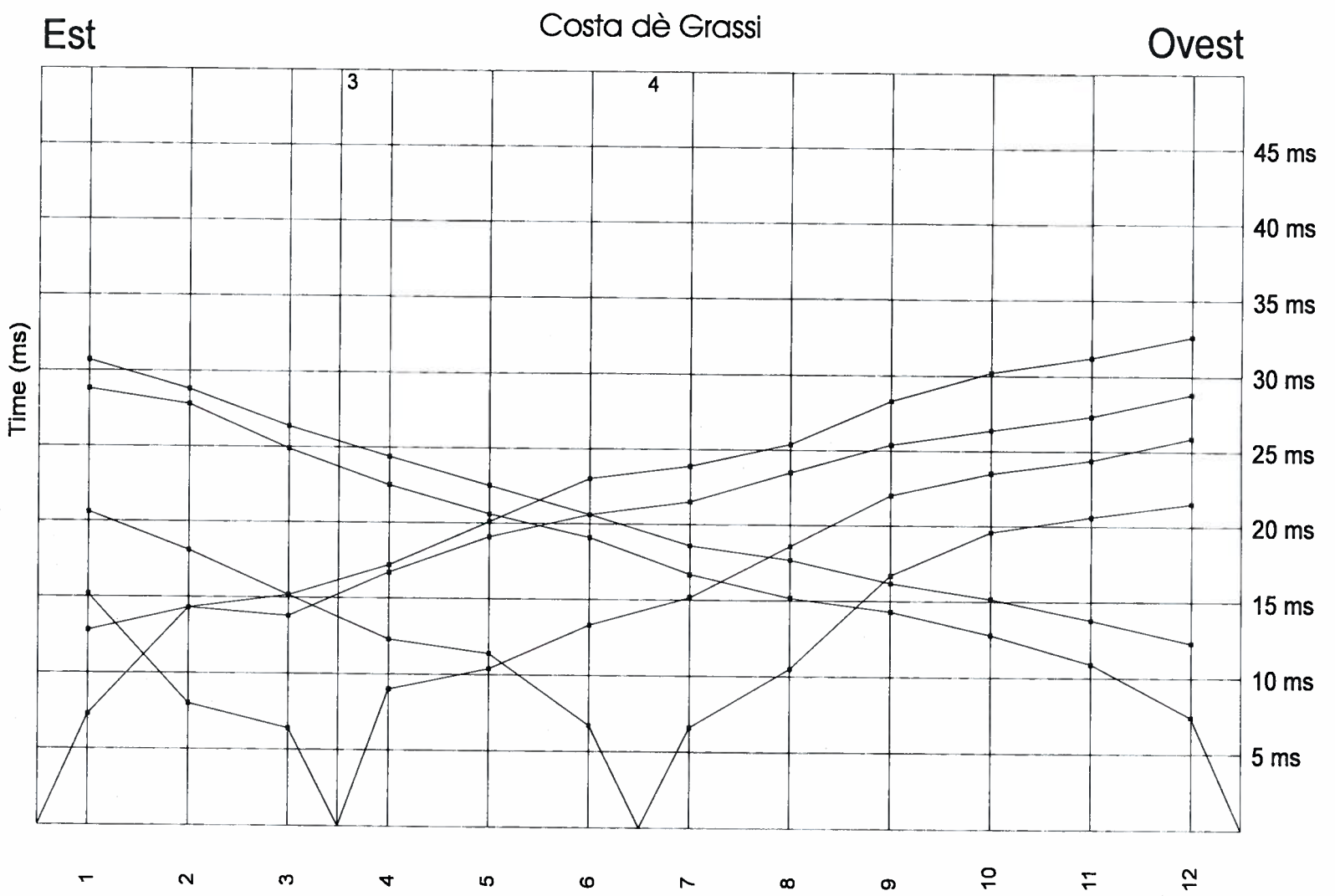


TAVOLA DELLE DROMOCRONE
STENDIMENTO SISMICO sism-2

data: aprile 2012

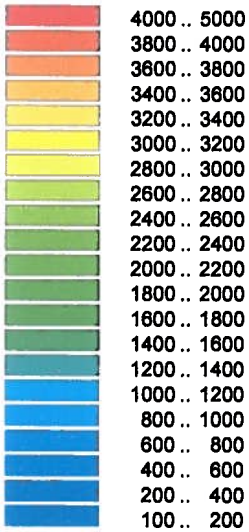
comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

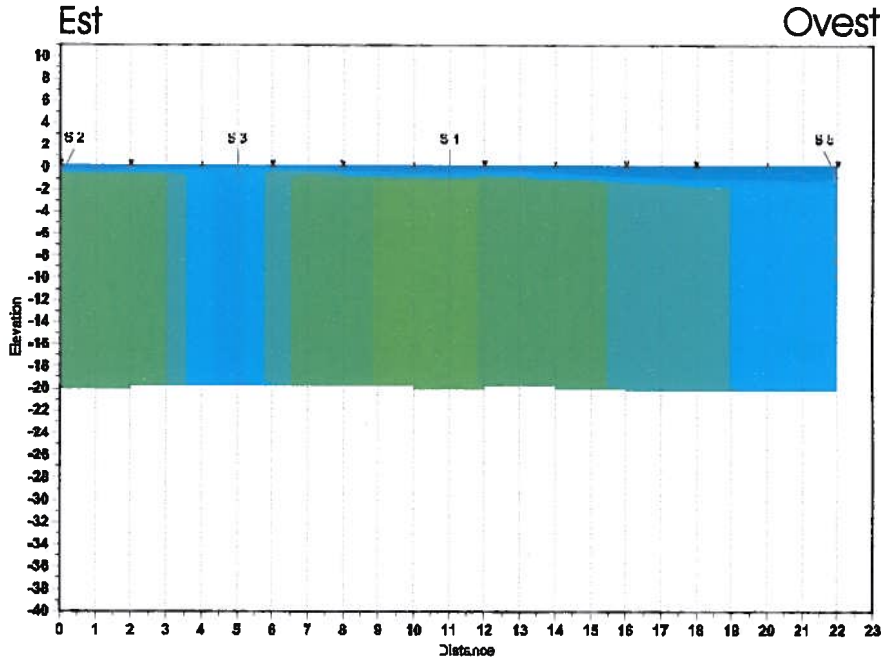
dis:

GEOSTUDIO di MERLINI MONELLI MATTIOLI GEOLOGI ASSOCIATI

TAVOLA 14

Costa dè Grassi





ABC method depth computation

PROFILO DELLE VELOCITA`(Vp)

STENDIMENTO SISMICO sism-2

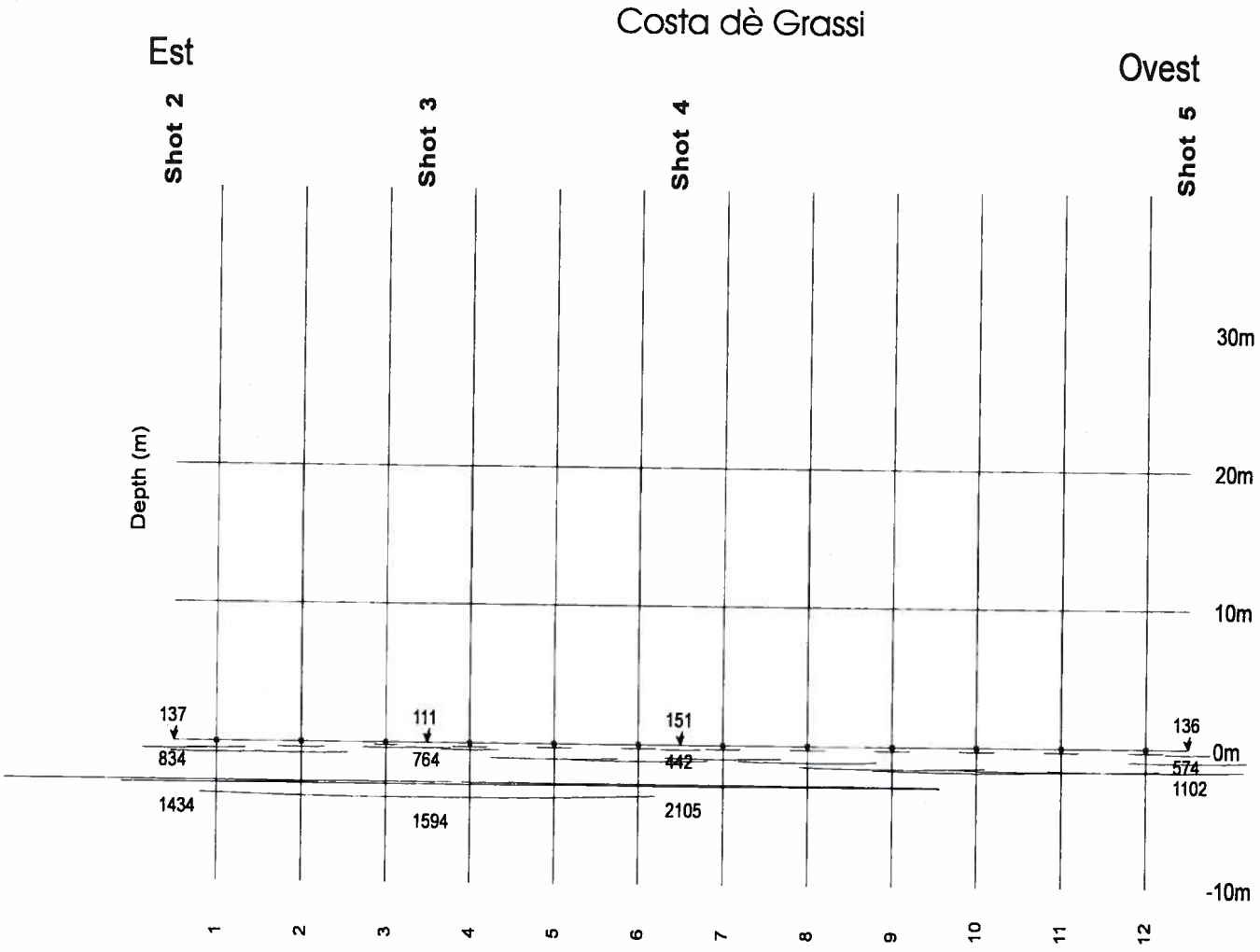
data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

dis:

STUDIO di MERLINI MONELLI MATTIOLI

TAVOLA 15



PROSPEZIONE SISMICA sism-2

data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 16

** PCSTABL6 **

by
Purdue University

modified by
Peter J. Bosscher
University of Wisconsin-Madison

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer`s Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION

BOUNDARY COORDINATES
8 Top Boundaries
14 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (mt)	Y-Left (mt)	X-Right (mt)	Y-Right (mt)	Soil Type Below Bnd
1	5.00	20.00	35.00	25.00	1
2	35.00	25.00	50.00	26.40	1
3	50.00	26.40	65.00	29.30	1
4	65.00	29.30	80.00	32.90	1
5	80.00	32.90	95.00	36.10	1
6	95.00	36.10	110.00	38.75	1
7	110.00	38.75	125.00	40.00	1
8	125.00	40.00	155.00	41.60	1
9	5.00	18.50	35.00	24.00	2
10	35.00	24.00	50.00	25.40	2
11	50.00	25.40	65.00	28.30	2
12	65.00	28.30	95.00	34.70	2
13	95.00	34.70	125.00	37.00	2
14	125.00	37.00	155.00	37.60	2

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KPa)	Saturated Unit Wt. (KPa)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (psf)	Piez. Surface No.
1	18.0	19.0	8.0	13.0	0.00	0.0	1
2	19.0	20.0	13.1	15.4	0.00	0.0	1

A Horizontal Earthquake Loading Coefficient
Of 0.060 Has Been Assigned

A Vertical Earthquake Loading Coefficient
Of 0.030 Has Been Assigned

Cavitation Pressure = 0.0 psf

Searching Routine Will Be Limited To An Area Defined By 3 Boundaries
Of Which The First 0 Boundaries Will Deflect Surfaces Upward

Boundary No.	X-Left (mt)	Y-Left (mt)	X-Right (mt)	Y-Right (mt)
1	5.00	5.00	65.00	14.30
2	65.00	14.30	95.00	21.10
3	95.00	21.10	155.00	26.60

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random
Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced
Along The Ground Surface Between X = 6.00 mt.
and X = 40.00 mt.

Each Surface Terminates Between X = 100.00 mt.
and X = 140.00 mt.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation
At Which A Surface Extends Is Y = 0.00 mt.

1.50 mt. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation.
The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -15.0
And 5.0 deg.

Following Are Displayed The Two Most Critical Of The Trial
Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical
First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Failure Surface Specified By 86 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (mt)	Y-Surf (mt)
1	6.00	20.17
2	7.46	19.82
3	8.92	19.49
4	10.39	19.17
5	11.86	18.87
6	13.33	18.58
7	14.80	18.30
8	16.28	18.04
9	17.76	17.79
10	19.24	17.55
11	20.72	17.33
12	22.21	17.13
13	23.70	16.94
14	25.19	16.76
15	26.68	16.59
16	28.17	16.44
17	29.67	16.31
18	31.16	16.19
19	32.66	16.08
20	34.15	15.99
21	35.65	15.91
22	37.15	15.84
23	38.65	15.79
24	40.15	15.75
25	41.65	15.73
26	43.15	15.72
27	44.65	15.73
28	46.15	15.75
29	47.65	15.79
30	49.15	15.83
31	50.65	15.90
32	52.14	15.97
33	53.64	16.07
34	55.14	16.17
35	56.63	16.29
36	58.13	16.42
37	59.62	16.57
38	61.11	16.73
39	62.60	16.91
40	64.09	17.10
41	65.57	17.31
42	67.06	17.52
43	68.54	17.76
44	70.02	18.00
45	71.50	18.26
46	72.97	18.54
47	74.44	18.83
48	75.91	19.13
49	77.38	19.44
50	78.84	19.78
51	80.30	20.12
52	81.76	20.48
53	83.21	20.85
54	84.66	21.23
55	86.11	21.63
56	87.55	22.05
57	88.99	22.47
58	90.42	22.91
59	91.85	23.37
60	93.28	23.83
61	94.70	24.31
62	96.11	24.81
63	97.53	25.31
64	98.93	25.83
65	100.33	26.37
66	101.73	26.92
67	103.12	27.48
68	104.51	28.05
69	105.89	28.64
70	107.26	29.24
71	108.63	29.85
72	110.00	30.47
73	111.35	31.11
74	112.70	31.76
75	114.05	32.43
76	115.39	33.11
77	116.72	33.79
78	118.05	34.50
79	119.37	35.21
80	120.68	35.94
81	121.98	36.68
82	123.28	37.43
83	124.57	38.19
84	125.85	38.97
85	127.13	39.76
86	127.75	40.15

Circle Center At X = 43.3 ; Y =
174.1 and Radius, 158.4

*** 1.591 ***

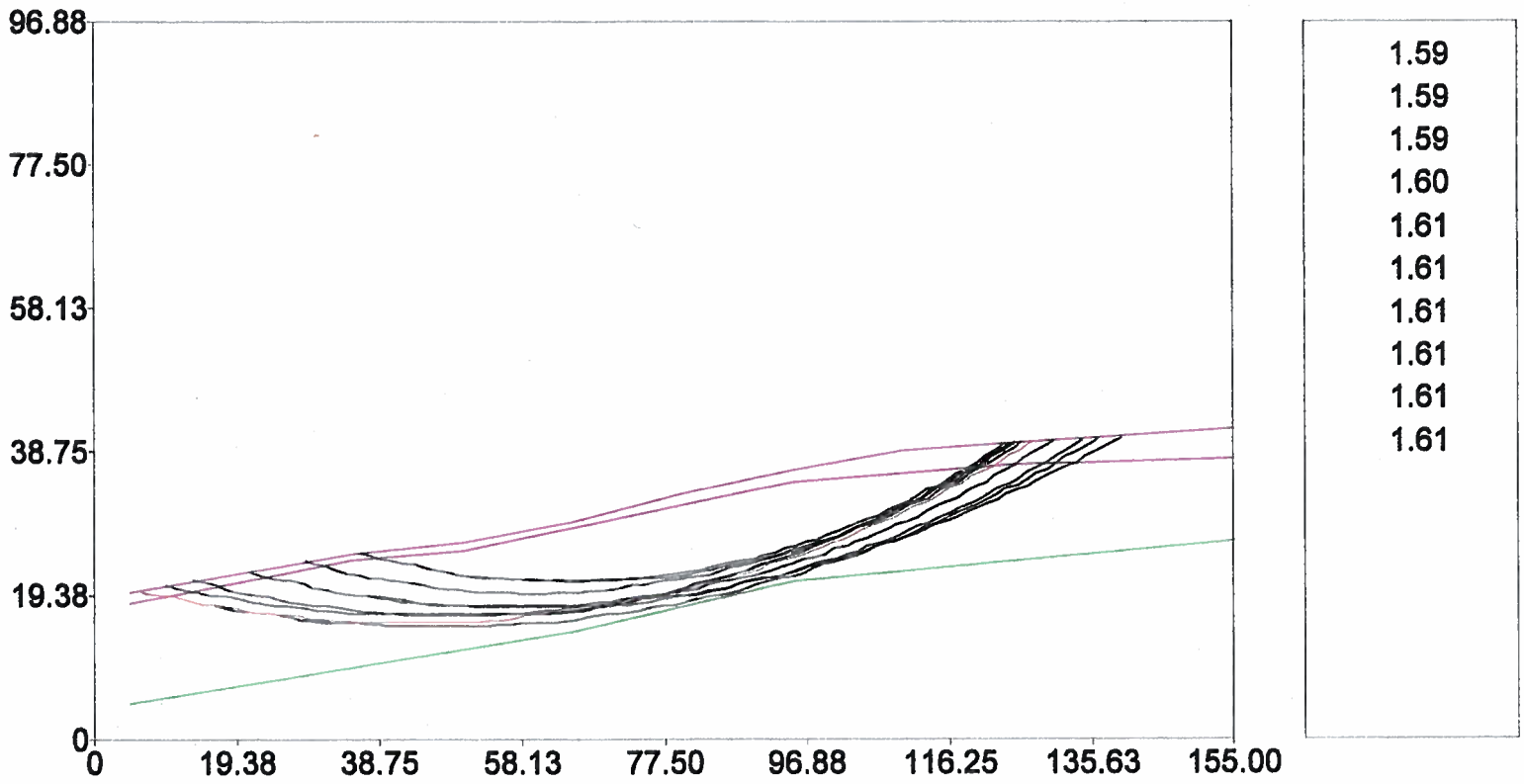
Failure Surface Specified By 84 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (mt)	Y-Surf (mt)
1	6.00	20.17
2	7.46	19.81
3	8.92	19.47
4	10.38	19.14
5	11.85	18.83
6	13.32	18.53
7	14.79	18.24
8	16.27	17.97
9	17.75	17.72
10	19.23	17.48
11	20.71	17.25
12	22.19	17.04
13	23.68	16.85
14	25.17	16.66
15	26.66	16.50
16	28.15	16.35
17	29.65	16.21
18	31.14	16.09
19	32.64	15.98
20	34.13	15.89
21	35.63	15.81
22	37.13	15.75
23	38.63	15.70
24	40.13	15.66
25	41.63	15.65
26	43.13	15.64
27	44.63	15.65
28	46.13	15.68
29	47.63	15.72
30	49.13	15.78
31	50.63	15.85
32	52.12	15.93
33	53.62	16.03
34	55.12	16.15
35	56.61	16.28
36	58.10	16.42
37	59.60	16.58
38	61.09	16.76
39	62.57	16.95
40	64.06	17.15
41	65.54	17.37
42	67.02	17.60
43	68.50	17.85
44	69.98	18.11
45	71.46	18.39
46	72.93	18.68
47	74.40	18.99
48	75.86	19.31
49	77.32	19.64
50	78.78	19.99
51	80.24	20.36
52	81.69	20.74
53	83.13	21.13
54	84.58	21.54
55	86.02	21.96
56	87.45	22.40
57	88.88	22.85
58	90.31	23.31
59	91.73	23.79
60	93.15	24.28
61	94.56	24.79
62	95.97	25.31
63	97.37	25.84
64	98.77	26.39
65	100.16	26.95
66	101.54	27.53
67	102.92	28.12
68	104.29	28.72
69	105.66	29.34
70	107.02	29.97
71	108.38	30.61
72	109.73	31.27
73	111.07	31.94
74	112.40	32.62
75	113.73	33.32
76	115.05	34.03
77	116.37	34.75
78	117.67	35.49
79	118.97	36.24
80	120.27	37.00
81	121.55	37.77
82	122.83	38.56
83	124.10	39.36
84	125.10	40.01

Circle Center At X = 42.7 ; Y = 167.0 and Radius, 151.4

*** 1.591 ***

Failure Surface Specified By 92 Coordinate Points



Safety Factors

1.59
1.59
1.59
1.60
1.61
1.61
1.61
1.61
1.61
1.61
1.61

VERIFICA DI STABILITÀ (condizioni naturali)

data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli

dis:

GEOSTUDIO di

TAVOLA 17

** PCSTABL6 **

by
Purdue University

modified by
Peter J. Bosscher
University of Wisconsin-Madison

--Slope Stability Analysis--
Simplified Janbu, Simplified Bishop
or Spencer`s Method of Slices

PROBLEM DESCRIPTION

BOUNDARY COORDINATES

8 Top Boundaries
14 Total Boundaries

Boundary No.	X-Left (mt)	Y-Left (mt)	X-Right (mt)	Y-Right (mt)	Soil Type Below Bnd
1	5.00	20.00	35.00	25.00	1
2	35.00	25.00	50.00	26.40	1
3	50.00	26.40	65.00	29.30	1
4	65.00	29.30	80.00	32.90	1
5	80.00	32.90	95.00	36.10	1
6	95.00	36.10	110.00	38.75	1
7	110.00	38.75	125.00	40.00	1
8	125.00	40.00	155.00	41.60	1
9	5.00	18.50	35.00	24.00	2
10	35.00	24.00	50.00	25.40	2
11	50.00	25.40	65.00	28.30	2
12	65.00	28.30	95.00	34.70	2
13	95.00	34.70	125.00	37.00	2
14	125.00	37.00	155.00	37.60	2

ISOTROPIC SOIL PARAMETERS
2 Type(s) of Soil

Soil Type No.	Total Unit Wt. (KPa)	Saturated Unit Wt. KPa)	Cohesion Intercept (KPa)	Friction Angle (deg)	Pore Pressure Param.	Pressure Constant (KPa)	Piez. Surface No.
1	18.0	19.0	8.0	13.0	0.00	0.0	1
2	19.0	20.0	13.1	15.4	0.00	0.0	1

1 PIEZOMETRIC SURFACE(S) HAVE BEEN SPECIFIED
Unit Weight of Water = 9.81

Piezometric Surface No. 1 Specified by 9 Coordinate Points

Point No.	X-Water (mt)	Y-Water (mt)
1	5.00	16.00
2	35.00	20.00
3	50.00	22.40
4	65.00	25.30
5	80.00	29.10
6	95.00	32.70
7	110.00	34.25
8	125.00	36.00
9	155.00	36.10

A Horizontal Earthquake Loading Coefficient
Of0.060 Has Been Assigned

A Vertical Earthquake Loading Coefficient
Of0.030 Has Been Assigned

Cavitation Pressure = 0.0 KPa

BOUNDARY LOAD(S)

3 Load(s) Specified

Load No.	X-Left (mt)	X-Right (mt)	Intensity (KPa)	Deflection (deg)
1	60.00	75.00	150.0	0.0
2	90.00	105.00	150.0	0.0
3	120.00	135.00	150.0	0.0

NOTE - Intensity Is Specified As A Uniformly Distributed Force Acting On A Horizontally Projected Surface.

Searching Routine Will Be Limited To An Area Defined By 3 Boundaries Of Which The First 0 Boundaries Will Deflect Surfaces Upward

Boundary No.	X-Left (mt)	Y-Left (mt)	X-Right (mt)	Y-Right (mt)
1	5.00	5.00	65.00	14.30
2	65.00	14.30	95.00	21.10
3	95.00	21.10	155.00	26.60

A Critical Failure Surface Searching Method, Using A Random Technique For Generating Circular Surfaces, Has Been Specified.

100 Trial Surfaces Have Been Generated.

10 Surfaces Initiate From Each Of 10 Points Equally Spaced Along The Ground Surface Between X = 6.00 mt.
and X = 40.00 mt.

Each Surface Terminates Between X = 100.00 mt.
and X = 140.00 mt.

Unless Further Limitations Were Imposed, The Minimum Elevation At Which A Surface Extends Is Y = 0.00 mt.

1.50 mt. Line Segments Define Each Trial Failure Surface.

Restrictions Have Been Imposed Upon The Angle Of Initiation. The Angle Has Been Restricted Between The Angles Of -15.0 And 5.0 deg.

Following Are Displayed The Two Most Critical Of The Trial Failure Surfaces Examined. They Are Ordered - Most Critical First.

* * Safety Factors Are Calculated By The Modified Bishop Method * *

Point No.	X-Surf (ft)	Y-Surf (ft)

Failure Surface Specified By 92 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (mt)	Y-Surf (mt)
1	6.00	20.17
2	7.46	19.82
3	8.92	19.48
4	10.39	19.16
5	11.85	18.85
6	13.32	18.55
7	14.80	18.26
8	16.27	17.99
9	17.75	17.73
10	19.23	17.48
11	20.71	17.25
12	22.19	17.03
13	23.68	16.82
14	25.17	16.62
15	26.65	16.44
16	28.14	16.27
17	29.64	16.11
18	31.13	15.97
19	32.62	15.84
20	34.12	15.72
21	35.62	15.62
22	37.11	15.53
23	38.61	15.45
24	40.11	15.38
25	41.61	15.33
26	43.11	15.29
27	44.61	15.27
28	46.11	15.25
29	47.61	15.25
30	49.11	15.27
31	50.61	15.29
32	52.11	15.33
33	53.61	15.39
34	55.10	15.45
35	56.60	15.53
36	58.10	15.62
37	59.60	15.73
38	61.09	15.84
39	62.59	15.97
40	64.08	16.12
41	65.57	16.28
42	67.06	16.44
43	68.55	16.63
44	70.04	16.82
45	71.52	17.03
46	73.01	17.25
47	74.49	17.49
48	75.97	17.74
49	77.44	18.00
50	78.92	18.27
51	80.39	18.55
52	81.86	18.85
53	83.33	19.16
54	84.79	19.49
55	86.25	19.83
56	87.71	20.18
57	89.17	20.54
58	90.62	20.91
59	92.07	21.30
60	93.52	21.70
61	94.96	22.12
62	96.40	22.54
63	97.83	22.98
64	99.26	23.43
65	100.69	23.89
66	102.11	24.37
67	103.53	24.86
68	104.94	25.36
69	106.35	25.87
70	107.76	26.39
71	109.16	26.93
72	110.56	27.48
73	111.95	28.04
74	113.33	28.61
75	114.71	29.20
76	116.09	29.80
77	117.46	30.41
78	118.83	31.03
79	120.19	31.66
80	121.54	32.31
81	122.89	32.96
82	124.23	33.63
83	125.57	34.31
84	126.90	35.00
85	128.22	35.71
86	129.54	36.42
87	130.85	37.15
88	132.16	37.88
89	133.46	38.63
90	134.75	39.39
91	136.04	40.17
92	136.80	40.63

Circle Center At X = 46.8 ; Y = 187.4 and Radius, 172.1

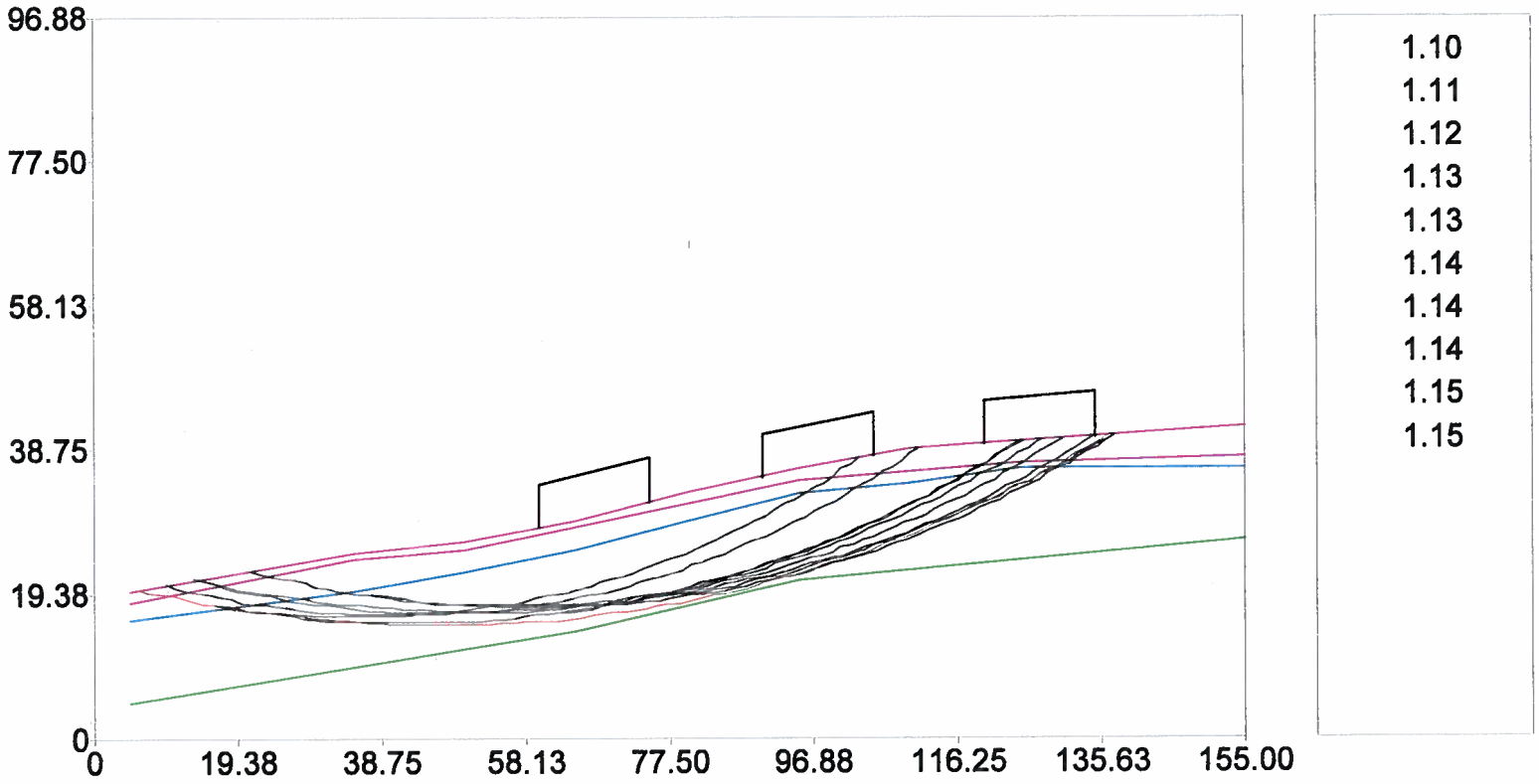
*** 1.099 ***

Failure Surface Specified By 86 Coordinate Points

Point No.	X-Surf (mt)	Y-Surf (mt)
1	6.00	20.17
2	7.46	19.82
3	8.92	19.49
4	10.39	19.17
5	11.86	18.87
6	13.33	18.58
7	14.80	18.30
8	16.28	18.04
9	17.76	17.79
10	19.24	17.55
11	20.72	17.33
12	22.21	17.13
13	23.70	16.94
14	25.19	16.76
15	26.68	16.59
16	28.17	16.44
17	29.67	16.31
18	31.16	16.19
19	32.66	16.08
20	34.15	15.99
21	35.65	15.91
22	37.15	15.84
23	38.65	15.79
24	40.15	15.75
25	41.65	15.73
26	43.15	15.72
27	44.65	15.73
28	46.15	15.75
29	47.65	15.79
30	49.15	15.83
31	50.65	15.90
32	52.14	15.97
33	53.64	16.07
34	55.14	16.17
35	56.63	16.29
36	58.13	16.42
37	59.62	16.57
38	61.11	16.73
39	62.60	16.91
40	64.09	17.10
41	65.57	17.31
42	67.06	17.52
43	68.54	17.76
44	70.02	18.00
45	71.50	18.26
46	72.97	18.54
47	74.44	18.83
48	75.91	19.13
49	77.38	19.44
50	78.84	19.78
51	80.30	20.12
52	81.76	20.48
53	83.21	20.85
54	84.66	21.23
55	86.11	21.63
56	87.55	22.05
57	88.99	22.47
58	90.42	22.91
59	91.85	23.37
60	93.28	23.83
61	94.70	24.31
62	96.11	24.81
63	97.53	25.31
64	98.93	25.83
65	100.33	26.37
66	101.73	26.92
67	103.12	27.48
68	104.51	28.05
69	105.89	28.64
70	107.26	29.24
71	108.63	29.85
72	110.00	30.47
73	111.35	31.11
74	112.70	31.76
75	114.05	32.43
76	115.39	33.11
77	116.72	33.79
78	118.05	34.50
79	119.37	35.21
80	120.68	35.94
81	121.98	36.68
82	123.28	37.43
83	124.57	38.19
84	125.85	38.97
85	127.13	39.76
86	127.75	40.15

Circle Center At X = 43.3 ; Y = 174.1 and Radius, 158.4

*** 1.114 ***



VERIFICA DI STABILITÀ (post intervento)

data: aprile 2012

comm: Sigg. Ielli

dis:

TAVOLA 18

DR.GEOL. FABBRI MARCO-PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
VIA G.F. NOVARO, 32 - 40141 BOLOGNA - TEL. 051477587

TAVOI
19

COMMITTENTE: Sigg. LELLI
CANTIERE: Costa de' Grassi
LOCALITA': Castelnovo ne' Monti (Re)

SONDAGGIO: S.2
CAMPIONE: C.1
PROF., m:1.40 - 1.80

CONTENUTO IN ACQUA E ALTRE PROPRIETA'

CONTENUTO IN ACQUA, %	= 19.91
DENSITA' NATURALE, g/cm^3	= 2.07
DENSITA' SECCA, g/cm^3	= 1.72
INDICE DEI VUOTI	= 0.538
POROSITA'	= 0.350
GRADO DI SATURAZIONE, %	= 98.15
UMIDITA' DI SATURAZIONE, %	= 20.28
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	= 2.65

SOSTANZA SOLIDA,% (volume)	= 65.04
ACQUA,% (volume)	= 34.31
ARIA,% (volume)	= 0.65

NOTA:
DATA: 15/04/2012

FIRMA:

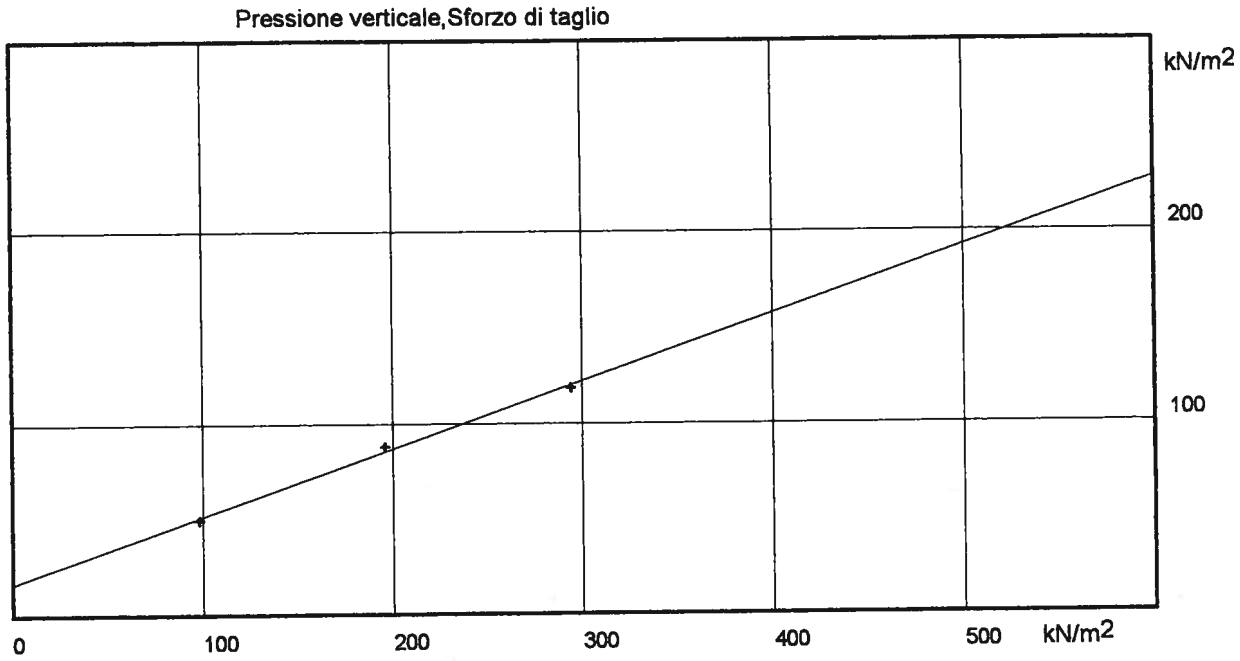
DR.GEOL. FABBRI MARCO-PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
VIA G.F. NOVARO, 32 - 40141 BOLOGNA - TEL. 051477587

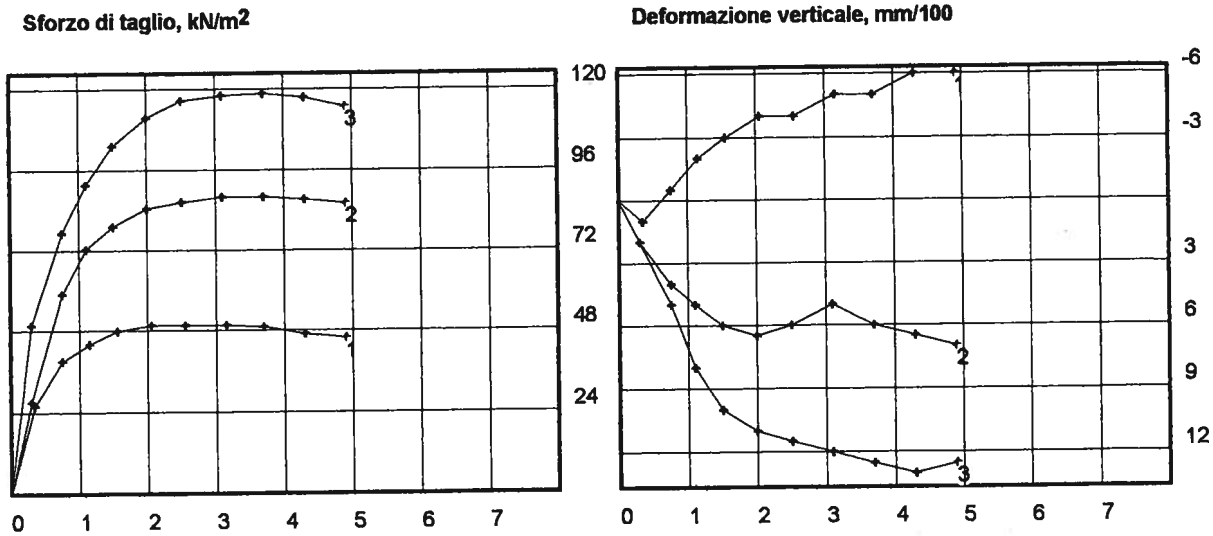
TAVOLA 20

COMMITTENTE: Sigg. LELLI
CANTIERE: Costa de' Grassi
LOCALITA': Castelnovo ne' Monti (Re)

SONDAGGIO: S.2
CAMPIONE: C.1
PROF., m:1.40 - 1.80

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. ASTM D 3080





PRESSIONE	VALORI A ROTTURA		
	SFORZO	AVANZAMENTO	DEF. VERT.
KN/m2	kN/m2	mm	mm/100
98.07	49.65	2.05	-4.00
196.14	87.91	3.10	5.00
294.21	118.61	3.70	12.50

AREA SCATOLA DI TAGLIO= 36.00 cm2
Vel. avanzamento= 0.0060 mm/minuto
TIPO DI PROVA: C.D.
TIPO DI CAMPIONE: Indisturbato

Contenuto in acqua, %= 19.91
Peso di volume, g/cm3= 2.07
Densità secca, g/cm3= 1.72
COESIONE= 16.43 kN/m2
ANGOLO DI ATTRITO= 19.37 gradi sess.

NOTA:

DATA: 15/04/2012

FIRMA:

DR.GEOL. FABBRI MARCO-PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
VIA G.F. NOVARO, 32 - 40141 BOLOGNA - TEL. 051477587

TAVOL
21

COMMITTENTE: Sigg. LELLI
CANTIERE: Costa de' Grassi
LOCALITA': Castelnovo ne' Monti (Re)

SONDAGGIO: S.3
CAMPIONE: C.1
PROF., m:2.10 - 2.50

CONTENUTO IN ACQUA E ALTRE PROPRIETA'

CONTENUTO IN ACQUA, %	= 20.37
DENSITA' NATURALE, g/cm^3	= 2.06
DENSITA' SECCA, g/cm^3	= 1.71
INDICE DEI VUOTI	= 0.549
POROSITA'	= 0.354
GRADO DI SATURAZIONE, %	= 98.38
UMIDITA' DI SATURAZIONE, %	= 20.70
PESO SPECIFICO DEI GRANULI	= 2.65

SOSTANZA SOLIDA,% (volume)	= 64.57
ACQUA,% (volume)	= 34.85
ARIA,% (volume)	= 0.57

NOTA:

DATA: 15/04/2012

FIRMA:

DR.GEOL. FABBRI MARCO-PROVE GEOTECNICHE DI LABORATORIO
VIA G.F. NOVARO, 32 - 40141 BOLOGNA - TEL. 051477587

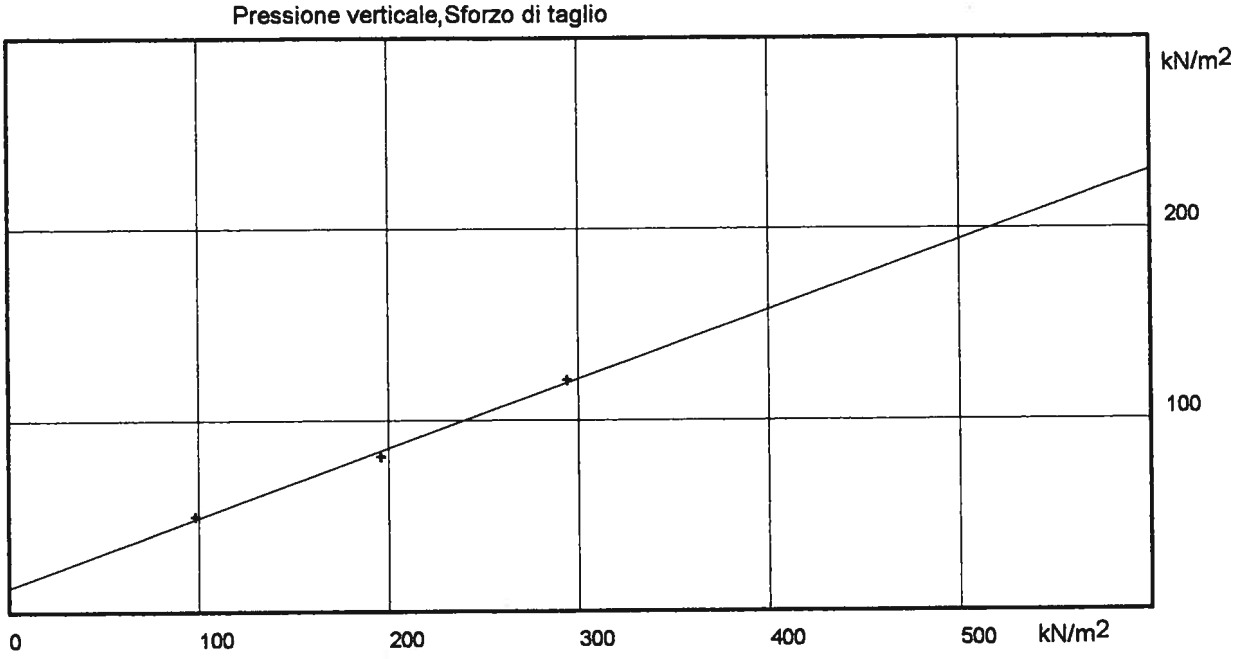
TAVC

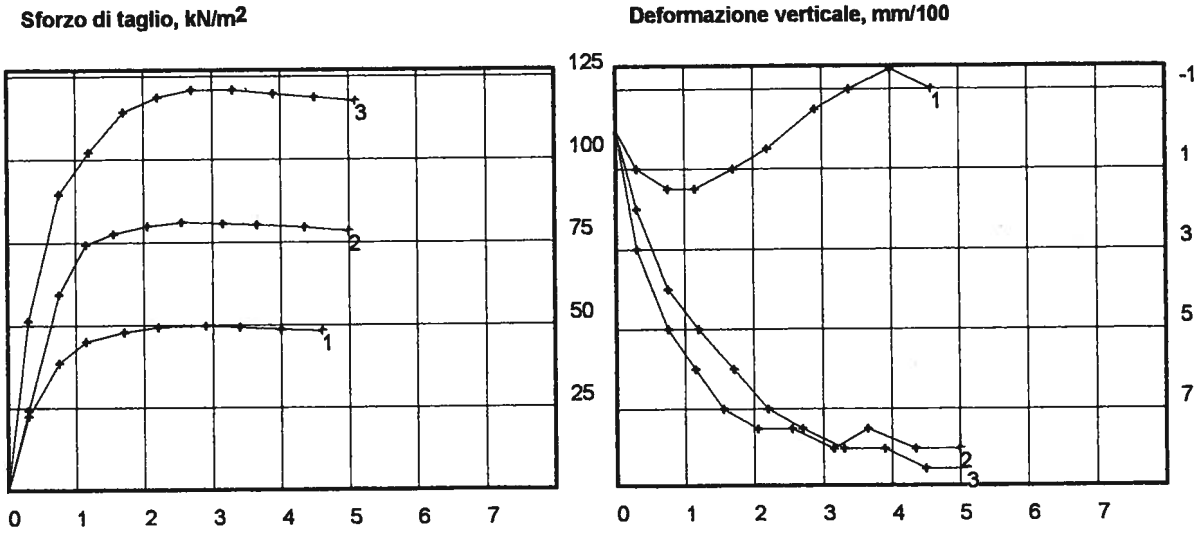
22

COMMITTENTE: Sigg. LELLI
CANTIERE: Costa de' Grassi
LOCALITA': Castelnovo ne' Monti (Re)

SONDAGGIO: S.3
CAMPIONE: C.1
PROF., m:2.10 -2.50

PROVA DI TAGLIO DIRETTO C.D. ASTM D 3080





PRESSIONE	VALORI A ROTTURA		
	SFORZO	AVANZAMENTO	DEF. VERT.
KN/m2	kN/m2	mm	mm/100
98.07	49.74	2.90	-0.50
196.14	80.97	2.55	7.50
294.21	120.81	2.70	7.50

AREA SCATOLA DI TAGLIO= 36.00 cm2
Vel. avanzamento= 0.0060 mm/minuto
TIPO DI PROVA: C.D.
TIPO DI CAMPIONE: Indisturbato

Contenuto in acqua, %= 20.37
Peso di volume, g/cm3= 2.06
Densità secca, g/cm3= 1.71

COESIONE= 12.76 kN/m2
ANGOLO DI ATTRITO= 19.92 gradi sess.

NOTA:

DATA: 15/04/2012

FIRMA

Geostudio Geologi Associati
di
Merlini Monelli-Mattioli

Via: Franceschini, 26
42035 Castelnovo ne' Monti (RE)
Tel: 0522 811948 - Fax: 0522 811948
Email: gstdmmm@libero.it

INDAGINE GEOFISICA TRAMITE TECNICA MASW

Data: aprile 2012

Il committente:
Ielli Danilo e Ielli Alfredo
Località Costa de' Grassi
Castelnovo ne'Monti (RE)

IL Tecnico: geol. **Amos Vincenzo Merlini**

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. AMOS VINCENZO MERLINI
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO SEZ. A
N. 348 ALBO

Easy MASW

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

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

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

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

Analisi del segnale con tecnica MASW

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

Modellizzazione

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

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

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

Modi di vibrazione

Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle a profondità elevate.

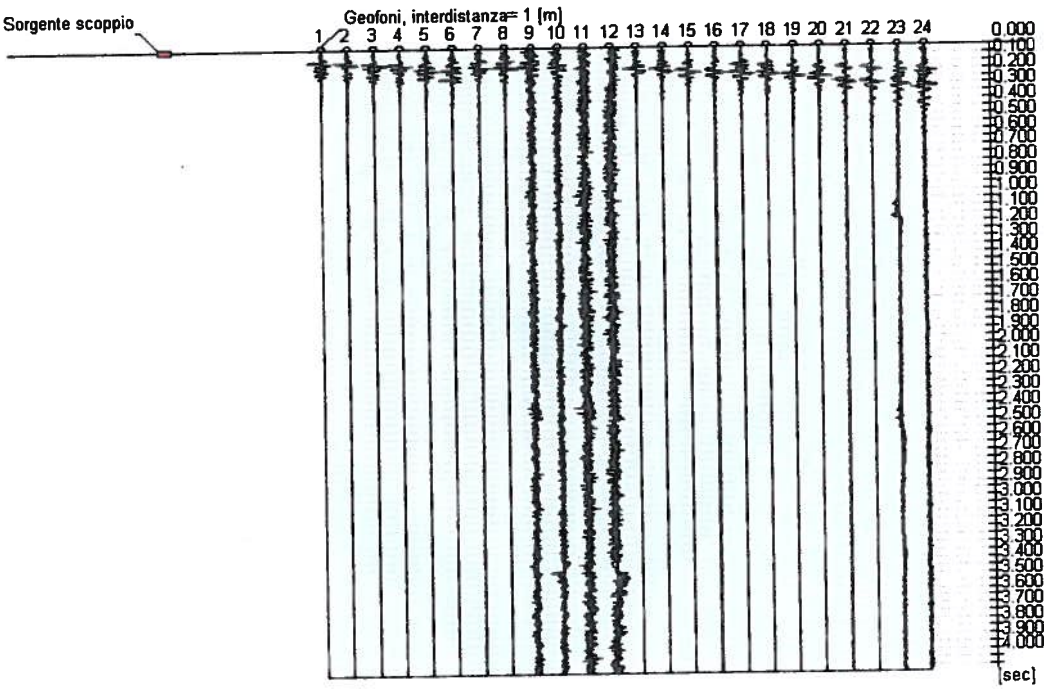
Profondità di indagine

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

Tracce

N. tracce	24
Durata acquisizione [msec]	4096.0
Interdistanza geofoni [m]	1.0
Periodo di campionamento [msec]	2.00

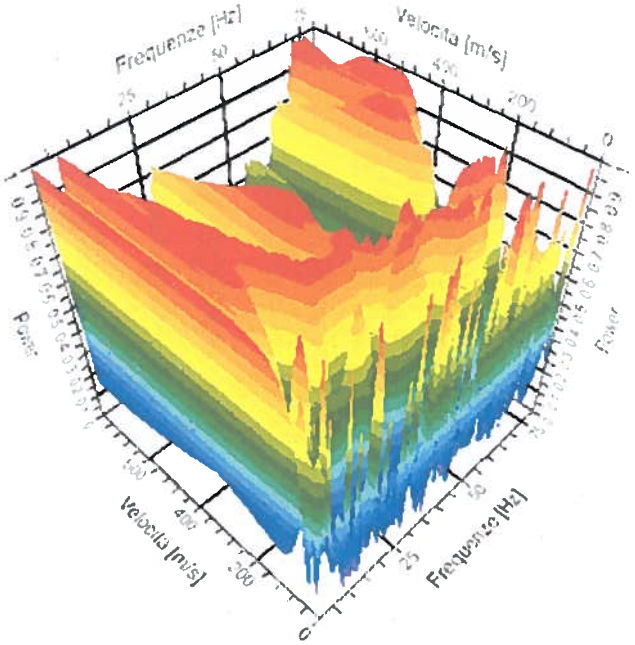
Committente: Sigg. Ielli Danilo e Alfredo
Cantiere: Castelnovo ne'Monti
Località: Costa de Grassi
Operatore: dr. Amos Vincenzo Merlini
Responsabile: dr. Amos Vincenzo Merlini
Data: 05/05/2012



Analisi spettrale

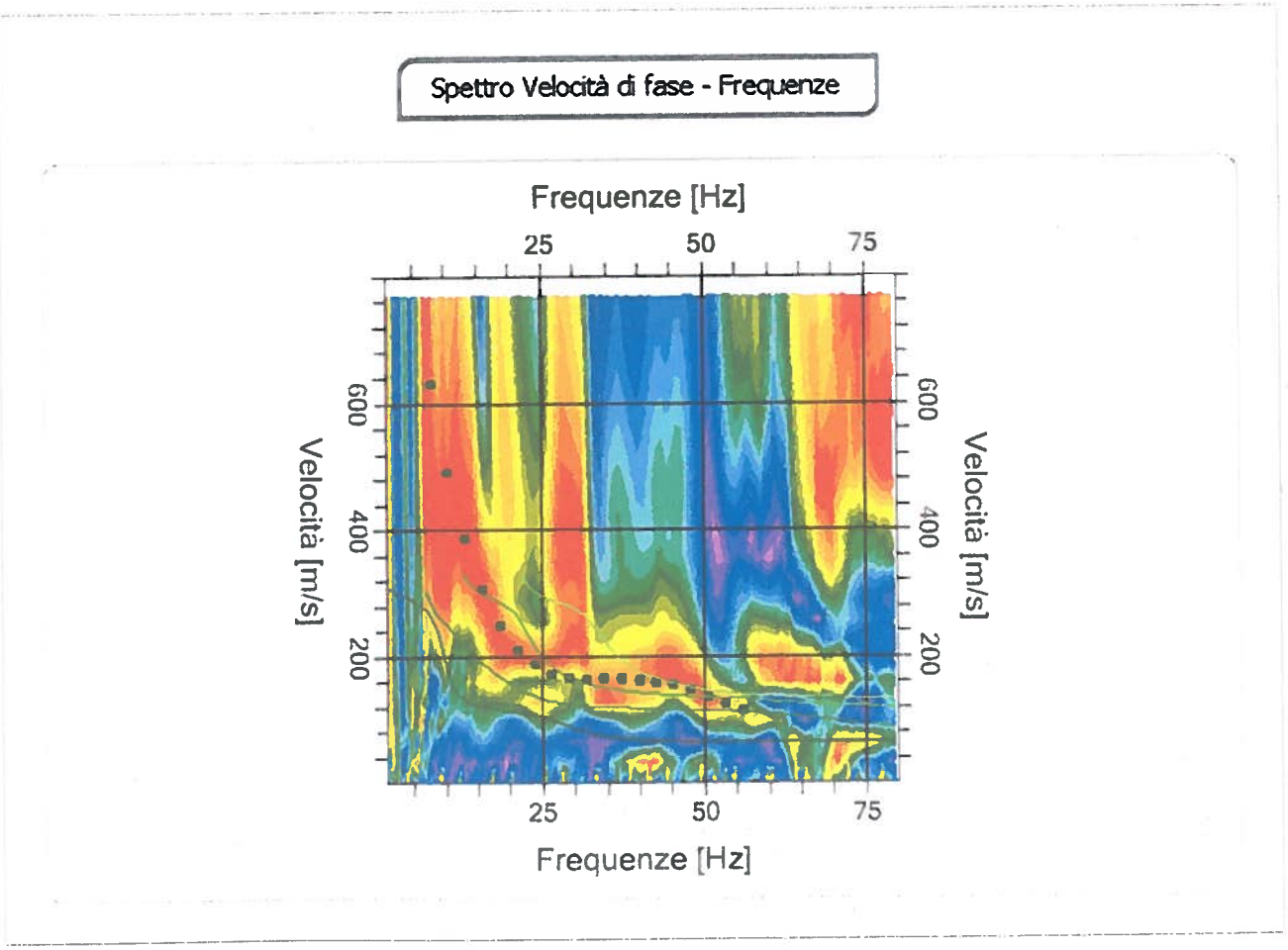
Frequenza minima di elaborazione [Hz]	1
Frequenza massima di elaborazione [Hz]	80
Velocità minima di elaborazione [m/sec]	1
Velocità massima di elaborazione [m/sec]	800
Intervallo velocità [m/sec]	1

Spettro Velocità di fase - Frequenze



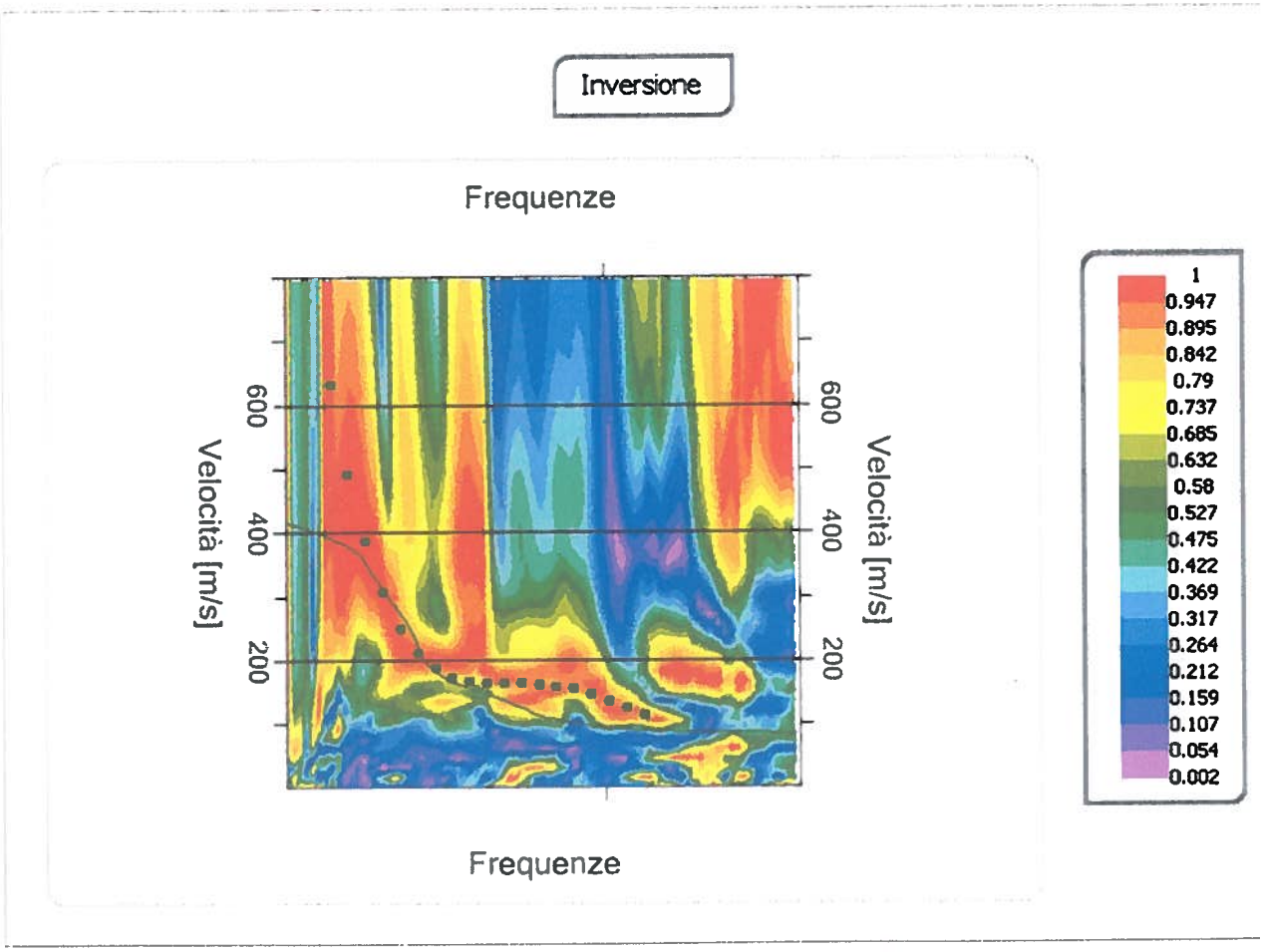
Curva di dispersione

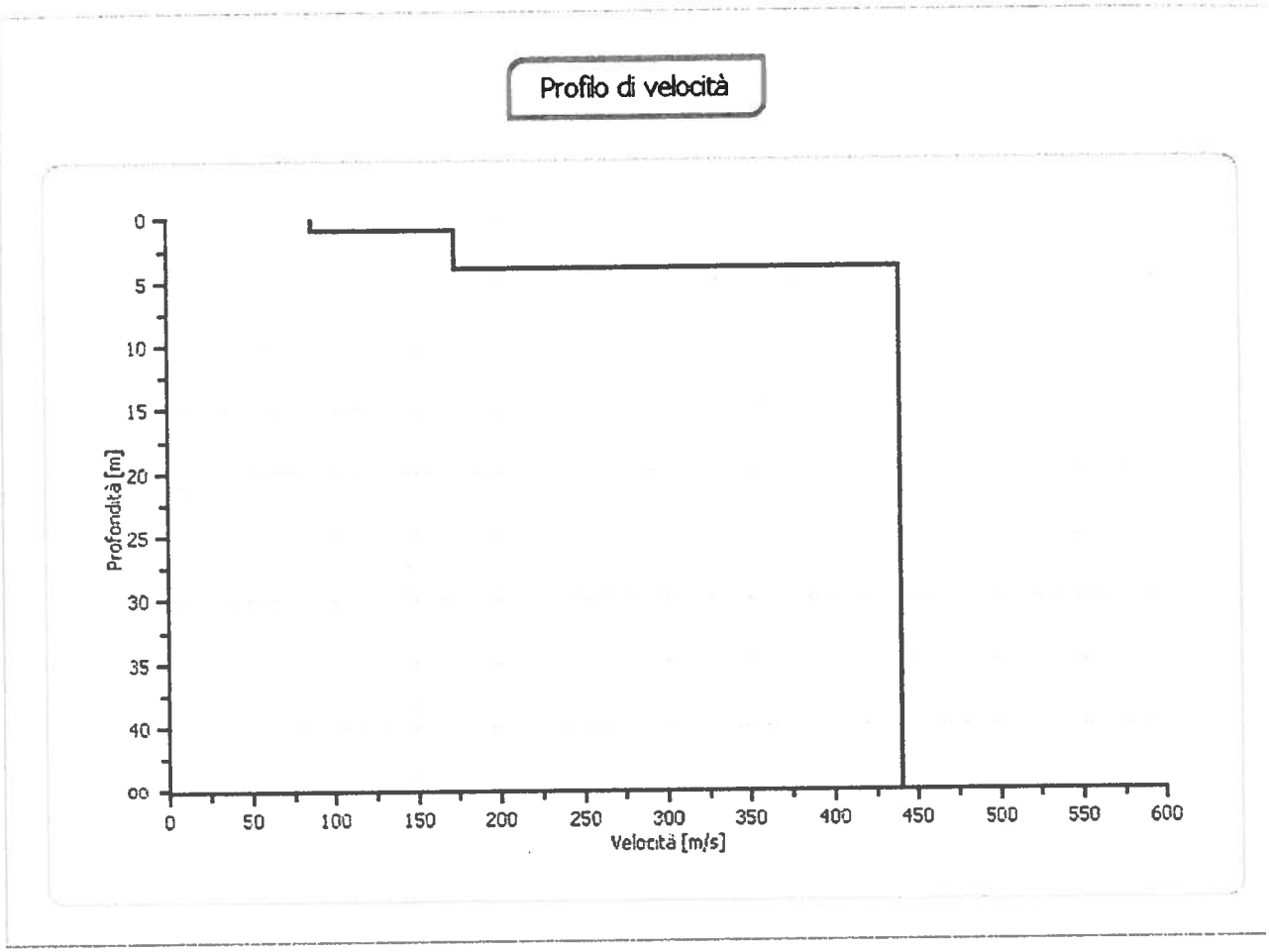
n.	Frequenza [Hz]	Velocità [m/sec]	Modo
1	8.0	629.9	0
2	10.7	490.5	0
3	13.3	384.1	0
4	16.0	305.2	0
5	18.7	248.7	0
6	21.3	210.3	0
7	24.0	185.8	0
8	26.7	171.6	0
9	29.4	164.6	0
10	32.0	162.1	0
11	34.7	161.7	0
12	37.4	161.7	0
13	40.1	160.8	0
14	42.7	158.0	0
15	45.4	152.8	0
16	48.1	145.1	0
17	50.8	135.4	0
18	53.4	124.4	0
19	56.1	113.3	0



Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		1.00	1.00	1800.0	0.5	No	287.4	86.7
2		3.99	2.99	1900.0	0.5	No	574.9	173.3
3		oo	oo	2000.0	0.5	No	1459.3	440.0





Risultati

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	341.32
Categoria del suolo	C

Suolo di tipo C: Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero 15 < NSPT,30 < 50 nei terreni a grana grossa e 70 < cu,30 < 250 kPa nei terreni a grana fina).

GEOSTUDIO Geologi Associati
di Merlini - Monelli - Mattioli
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE) Via Franceschini n.26
Tel. / Fax 0522 - 81 19 48
E-mail: gstdmmm@libero.it

VARIANTE PARZIALE AL RUE INSEDIAMENTO AMBITO RESIDENZIALE SIGG. IELLI DANILO E ALFREDO IN LOCALITÀ COSTA DE' GRASSI. DEFINIZIONE DELLE DISTANZE DI SICUREZZA DAI LIMITI DELLE AREE INTERESSATE DA FRANE ATTIVE IN FUNZIONE DELLA LORO POSSIBILE EVOLUZIONE (Art. 57 comma 4 del PTCP di Reggio Emilia).

In base ai risultati delle indagini ed alle considerazioni contenute nella relazione geologica e sismica dell'aprile 2012, si può affermare che la dinamica evolutiva dei corpi detritici superficiali di genesi gravitativa in fase attiva cartografati nelle tavole del PTCP di Reggio Emilia non interessa direttamente l'appezzamento in variante. Il corpo posto a meridione di essa ha potenziale direzione di sviluppo verso SE, appartiene ad altro versante e non mostrra segni d'arretramento significativi. Il corpo posto a NE è situato in zona depressa verso cui confluiscono naturalmente le acque piovane e la sua direzione preferenziale di sviluppo (verso Nord) è tangenziale allo spigolo nordorientale dell'area in variante, ma non la riguarda direttamente. Visto il supposto limitato spessore del corpo instabile, le operazioni di drenaggio e regimazione idraulica che verranno effettuate all'interno dell'area in variante potranno contribuire in modo sostanziale al suo consolidamento.

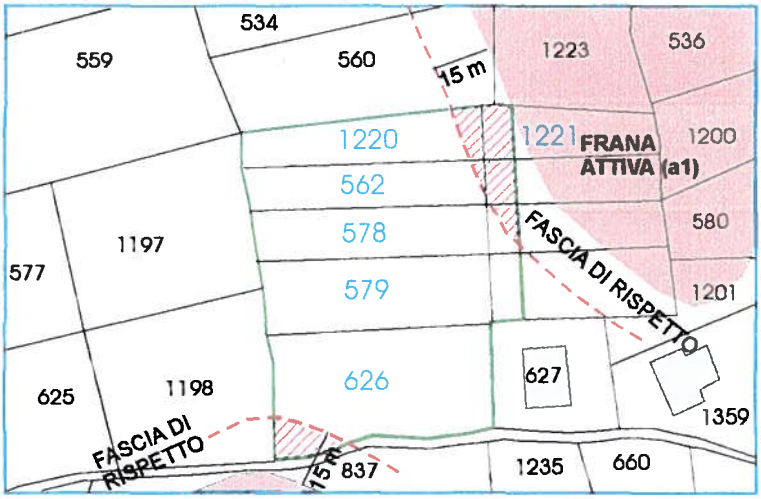
Detto questo, in conformità a quanto previsto dal Comma 4 dell'art 57 del PTCP di Reggio Emilia, si ritiene adeguata e sufficiente una **distanza minima di 15 metri dal limite delle aree interessate da frane attive**.

Alla Tav. 1 allegata si può vedere come sia posizionata tale fascia di rispetto, sottoposta a quanto previsto nei Comma 2, 3 e 4 dell'art. 57 del PTCP, nei confronti delle aree di frana attiva. Le aree in fascia di rispetto interne all'area in variante andranno mantenute a verde. Ovviamente le opere di drenaggio e convogliamento delle acque meteoriche dovranno essere attentamente e speditamente allontanate da queste aree di potenziale dissesto evitando che esse vadano ad infiltrarsi o a ristagnare nelle aree già dissestate.

Castelnovo ne' Monti, 26 marzo 2014

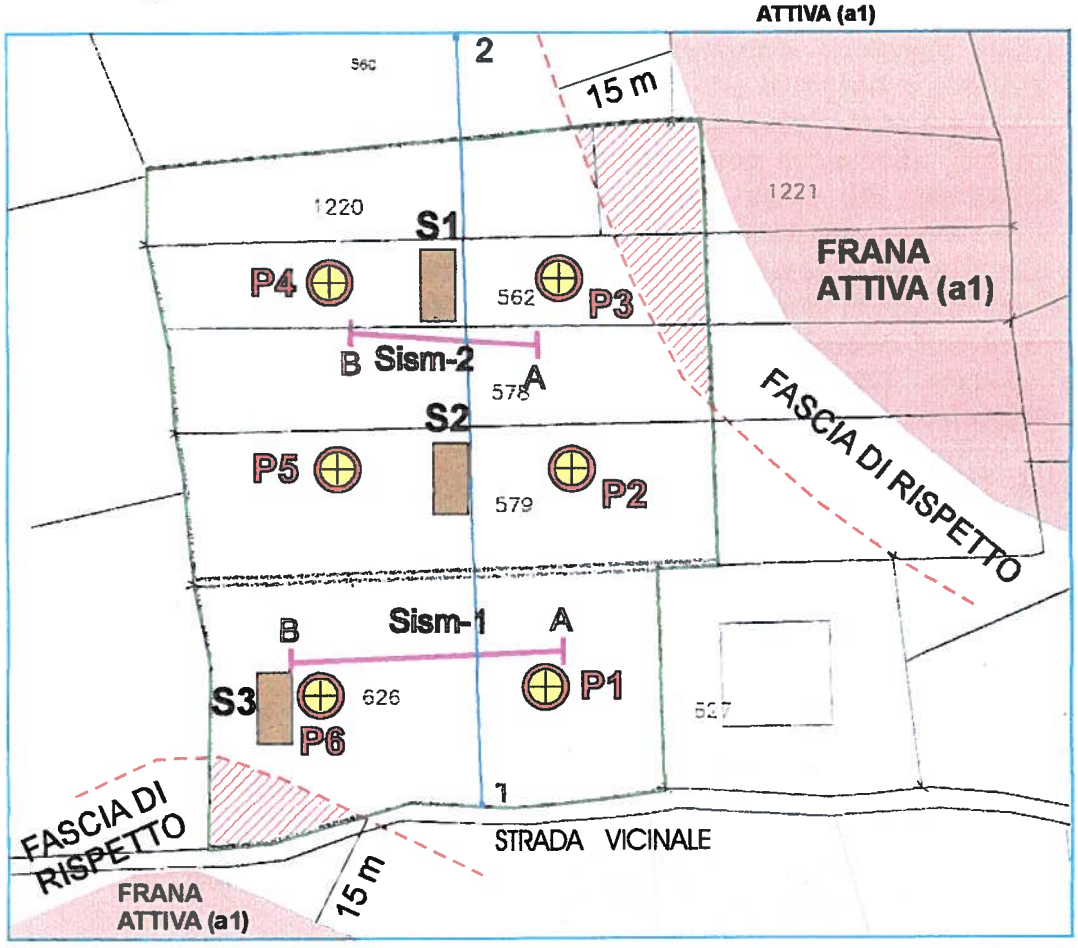
Per la GEOSTUDIO
Merlini dr. Alfios Vincenzo

Comune di Castelnovo nè Monti (RE)
Planimetria Catastale - scala 1:2.000
Foglio n. 70 Mappali 626, 1220 (interi)
562, 578, 579,1221 (parte)



N

PARTICOLARE LOTTIZZAZIONE
fuori scala



Area in variante al RUE

AREE NON EDIFICABILI (da destinarsi a verde)

1 — 2 Traccia sezione verifica stabilità

S1 Saggi esplorativi

A — Sism-1 — B Stendimento sismico a rifrazione e MASW

P1 Prove penetrometriche dinamiche

ESTRATTO PLANIMETRIA CATASTALE, UBICAZIONE PROVE GEOGNOSTICHE E SOVRAPPOSIZIONE P.A.I.

data: marzo 2014

comm: Ielli Danilo e Alfredo

dis:

TAVOLA 1

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Geologo D. Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42035 Felina (RE)
tel. 0522 619267

COMUNE DI
CASTELNUOVO MONTI
26. GEN. 2012
PROTOCOLLO N°
CAT. CLAS. FASC.

RELAZIONE

Geologica - Sismica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo Monti
Località:	La CROCE
Committenti:	Romei Riccardo e Romei Guido
Oggetto:	Richiesta di inserimento nella prima variante al POC
Data:	Gennaio 2012

Contenuti della relazione geologica - Sismica

Quadro normativo.
Atto di indirizzo e coordinamento tecnico art. 16,c. 1 della L.R. 20/2000 "indirizzi per gli studi di microzonazione sismica..."

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

geologia generale dell'area, descrizione dei terreni e formazioni rocciose presenti e dell'assetto stratigrafico generale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

descrizione della geomorfologia dell'area, uso del suolo, analisi delle eventuali forme di dissesto, descrizione delle linee di drenaggio delle acque superficiali.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, permeabilità, profondità della falda e tipologia, modalità di scorrimento delle acque sotterranee.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

descrizione dei rilevamenti geologico tecnici, geomeccanici ecc. di superficie e delle indagini geologiche effettuate per la caratterizzazione del sottosuolo.

5. VERIFICHE DI STABILITA'

in condizioni attuali.

6. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.

7. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

Indicazione della zona sismogenetica, indicazione della classificazione sismica regionale, indicazione delle risultanze di eventuali studi di microzonazione sismica o di pericolosità sismica contenuti negli strumenti urbanistici, valutazione dell'azione sismica e relativi parametri, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coeff. di amplificazione sismica e verifica delle pericolosità (liquefazione dei terreni ecc.).

ELABORATI GRAFICI.

ubicazione dell'intervento, ubicazione delle prove, cartografia CTR – PTCP ecc..

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in ottemperanza al D.M. 14.01.2008 per l'area sita in località Croce, in Comune di Castelnuovo né Monti (RE) e interessata da richiesta di inserimento nel POC comunale.

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218144	Carta geologica Scala 1: 10.000 Elemento n° 218140

L'area è situata sul crinale nord rispetto all'abitato di Croce, ad una quota di 700 m.s.l.m. le pendenze sono modeste in aumento verso est ed ovest.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico - Carta del Dissesto (in allegato) per l'area interessata non evidenzia vincoli.

Riferimento alla cartografia di approfondimento del P.T.C.P.

L'area (F. 42 Mappali 498–250) risulta appartenere al livello di approfondimento di **I° livello** Carta P9b del PTCP del 2010 in allegato.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Coperture.
L'area interessata è formata in superficie da depositi eluviali e colluviali e da lenti di depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di specifiche indagini geognostiche, riportate nel seguito.

Substrato.
L'area fa parte del Complesso Indifferenziato – Argille compatte con numerosi inclusi calcarei anche di grosse dimensioni.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche raccolte in lato est dalla rete drenante naturale di superficie. Per quanto riguarda l'idrogeologia vi è da dire come le estese coperture detritiche che circondano il M. di Pietradura siano molto permeabili alle acque cadenti e correnti; la percolazione sotterranea delle acque viene interrotta con emergenza a giorno quando incontrano il substrato praticamente impermeabile, (sono numerose le emergenze idriche su tutto il contorno del massiccio)
Tuttavia i sondaggi effettuati non hanno evidenziato la presenza di acqua.

Stabilità dell'area.

La zona non presenta condizioni di instabilità né in atto né latenti; mentre sul versante vi sono alcune situazioni definite come frane attive, riportate anche dalla Carta del dissesto, tuttavia queste aree non possono (per richiamo) coinvolgere l'area in esame in merito alla ubicazione (sul crinale) e non su depressioni morfologiche del versante, dove queste situazioni di instabilità trovano condizioni favorevoli (elevati spessori dei terreni di copertura e acque di versante).

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

Per l'area in oggetto sono state eseguite una prova SCPT ed una indagine di sismica passiva HVSR ubicate come in allegato, si riportano di seguito i risultati.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Romei
Cantiere: P.O.C.
Località: CROCE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	72,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1,5 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

Legenda:
strato 1 = depositi di copertura
strato 2 = substrato CIN

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Schmertmann 1975	0,74
Strato 2	15,33	> 30	Schmertmann 1975	1,51

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Robertson (1983)	15,18
Strato 2	15,33	> 30	Robertson (1983)	30,66

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Buisman-Sanglerat	94,88
Strato 2	15,33	> 30	Buisman-Sanglerat	153,30

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Apollonia	75,90
Strato 2	15,33	> 30	Apollonia	153,30

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	7,59	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	15,33	> 30	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	7,59	4,50	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 2	15,33	> 30	Meyerhof ed altri	2,07

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	7,59	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 2	15,33	> 30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,10

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Meyerhof 1957	54,59
Strato 2	15,33	> 30	15,33	Meyerhof 1957	64,22

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Mitchell & Katti (1981)	<30
Strato 2	15,33	> 30	15,33	Mitchell & Katti (1981)	30-32

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7,59	4,80	7,59	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,33	> 30	15,33	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	431,26
Strato 2	15,33	> 30	15,33	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	662,64

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Ohta & Goto (1978) Limi	113,599
Strato 2	15,33	> 30	15,33	Ohta & Goto (1978)	149,375

Modulo di reazione Ko (winkler)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Navfac 1971-1982	1,58
Strato 2	15,33	> 30	15,33	Navfac 1971-1982	3,19

Considerazioni importanti sui sondaggi eseguiti.

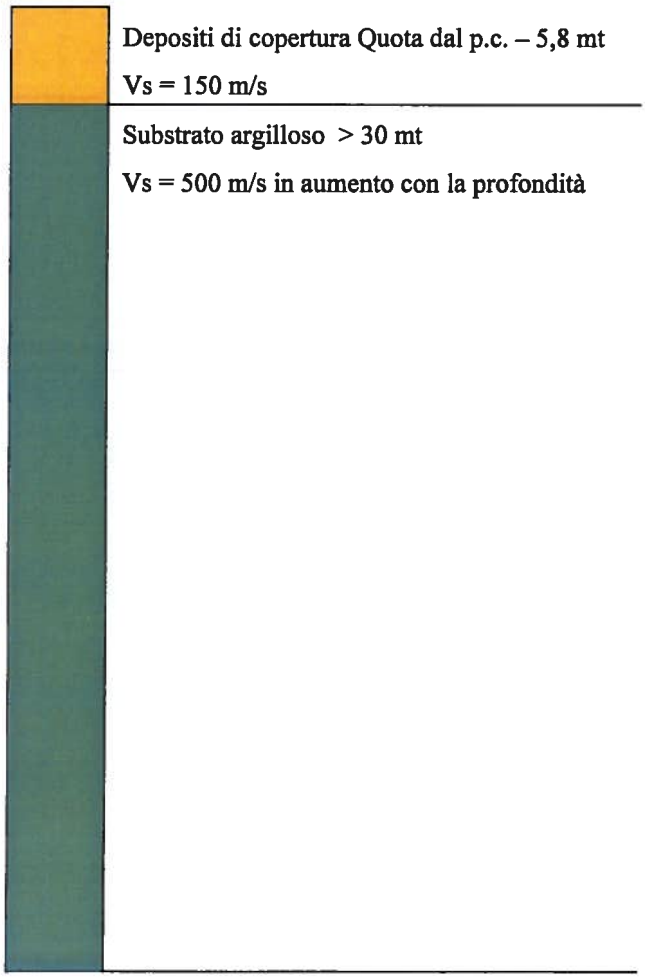
L'area investigata è geologicamente caratterizzata da:

1. un primo strato costituito dai depositi di origine colluviale ed eluviale, sono Limi argillosi, aventi uno spessore sostanzialmente costante su tutta la zona investigata che risulta essere mediamente di 5,0 mt. dal piano campagna;
2. uno strato sottostante costituito dal substrato argilloso, si presenta leggermente ondulato nel senso sud – nord.

MODELLO GEOTECNICO - UNITÀ LITOTECNICHE.

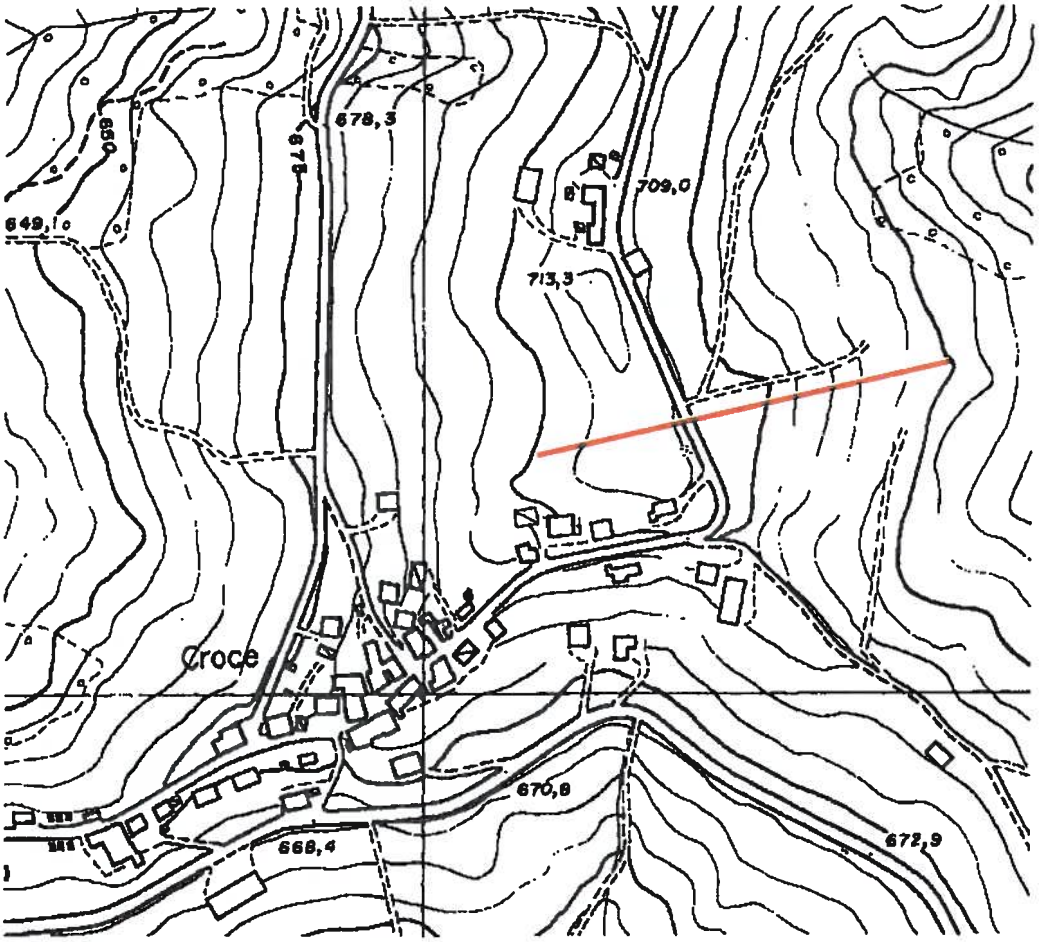
Unità (A) depositi di copertura - da 0,0 a 5,8 mt
Unità (B) substrato > 30 mt.
Falda – Assente
primo strato [**Strato 1** nelle tabelle precedenti] - costituito dai depositi di copertura – Limi argillosi;
secondo strato sottostante [**Strato 2** nelle tabelle precedenti] formato da un potente substrato argilloso CIN.

Colonna stratigrafica dimostrativa (non in scala)



Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante secondo il profilo indicato ipotizzando una superficie di scorrimento, al contatto terreni di copertura – substrato, i risultati sono esposti di seguito.



RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

==========

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	C

Coefficiente di amplificazione topografica ST =1,2
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh) 0,188
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv) 0,094
Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	-0,84
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	636,0
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	85,9
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	645,5
Passo di ricerca	10,0	
Numero di celle lungo x	10,0	
Numero di celle lungo y	10,0	

==========

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	620,0
2	17,0	621,0
3	33,0	625,0
4	51,0	628,0
5	71,0	630,0
6	86,0	633,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	618,77
2	6,97	619,16
3	13,46	619,63
4	20,05	620,67
5	26,16	622,26
6	31,24	623,21
7	36,32	624,43
8	41,68	625,18
9	46,76	626,22
10	51,75	626,78
11	58,05	627,63
12	62,66	627,91
13	66,71	628,47
14	70,94	629,04
15	74,99	629,89
16	79,6	630,54
17	86,0	632,01

Stratigrafia

==========

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia
1	0,7	28	1800,00	1900	0,00	Limi
2	1,5	30	2000	2100	0,00	substrato

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato **2,86**
Ascissa centro superficie (m) 33,86
Ordinata centro superficie (m) 645,5
Raggio superficie (m) 28,46

==========

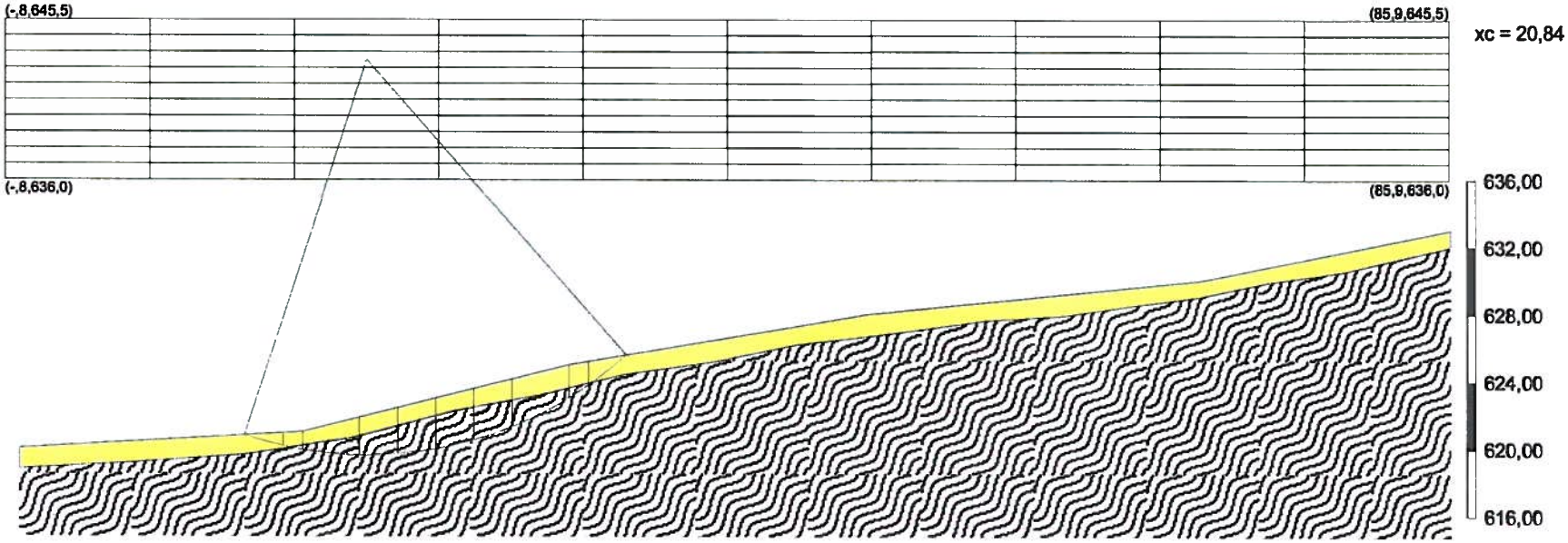
==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

==========

Analisi dei conci; superficie...xc = 33,856 yc = 645,502 Rc = 28,464 Fs=5,8631

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	3,81	-27,9	4,31	11154,2	2096,9	10485	1,5	30,0	0,0	19458,7	12930,9
2	3,81	-19,5	4,04	31089,8	4 5844,8	92922,4	5	1,5	30,0	0,0	37947,6
3	3,81	-11,5	3,88	46252,0	8 8695,3	94347,7	1,5	30,0	0,0	50227,8	14882,0
4	2,9	-4,7	2,91	42769,7	3 8040,7	14020,3	6	1,5	30,0	0,0	43868,2
5	4,71	3,0	4,72	77195,8	14512,8	17256,4	1	1,5	30,0	0,0	76267,6
6	3,81	11,7	3,89	63591,2	211955,1	55977,5	8	1,5	30,0	0,0	61625,0
7	3,81	19,7	4,04	60311,4	211338,5	55669,2	7	1,5	30,0	0,0	58301,3
8	5,68	30,4	6,58	74024,0	913916,5	36958,2	7	1,5	30,0	0,0	71792,8
9	1,93	39,6	2,51	17105,4	4 3215,8	21607,9	1	1,5	30,0	0,0	15618,1
10	3,81	47,8	5,67	15215,5	2860,5	11430,2	6	1,5	30,0	0,0	6014,5



Limi
g=1800,00 Kg/m³
gs=1900 Kg/m³
Fi=28°
c=0,7 kg/cm²

substrato
g=2000 Kg/m³
gs=2100 Kg/m³
Fi=30°
c=1,5 kg/cm²

PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. Il territorio comunale di Castelnuovo né Monti (RE) ricade in zona sismica 2.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo *ag* con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	**0.15 – 0.25**	**0.25**
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

RELAZIONE SISMICA

Indagine geofisica – misura diretta della frequenza di risonanza.

sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) - Descrizione del metodo H/V.

In linea di principio, visto che il terreno è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto; queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche del suolo e dalla morfologia attorno al punto di misura. L'analisi H/V permette quindi di identificare i contrasti di impedenza tra gli strati, ad esempio una coltre di sedimenti sovrastanti un substrato roccioso darà un picco nel grafico H/V e quindi si può risalire alla stima della Vs_{30} a partire da misure H/V a stazione singola, se da misure dirette è nota la profondità del bedrock. La possibilità di interpretare i massimi della funzione H/V in termini di risonanza dello strato superficiale dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

1. che il rumore sia generato da molte sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
2. che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
3. che gli eventi massimi H/V siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico, movimenti dello strumento di misura oppure a causa del vento)

La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Iagarashi (1971) ed in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali sulla componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione. L'indagine sismica passiva HVSR è stata eseguita tramite Il programma SEISMOLOG è un programma di registrazione (datalogger) basato su PC e dedicato alla registrazione dei microtremori. Una sessione di registrazione di microtremori può essere eseguita sia al suolo che su strutture. Con lo scopo di fornire il massimo grado di affidabilità il programma permette di avere il controllo in tempo reale della misura in corso. Le elaborazioni sul segnale registrato sono state eseguite da un altro software GEOPSY creato come il risultato dei lavori del protocollo SESAME. (Site EffectS assessment using AMbient Excitations)

Il grafico HVSR e generalmente un grafico frequenza (x) – ampiezza del rapporto HV (y). Poiché la frequenza e relazionata alla profondità, il grafico HVSR può tramutarsi in un grafico ampiezza del rapporto HV (x) – profondità (y), dove l'ampiezza del rapporto HV (x) descrive in modo relativo l'ampiezza del contrasto di impedenza tra i mezzi sopra e sotto quella determinata profondità (y).

Sebbene tra le due variabili la relazione non sia lineare, maggiore è il contrasto maggiore è l'altezza attesa del picco H/V, inoltre il numero di picchi visibili in un grafico H/V dipende dal contrasto, dalla distanza tra le discontinuità e dalla funzione di lisciamento impiegata. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le renderà difficilmente individuabili singolarmente ed allo stesso tempo una elaborazione con un lisciamento ampio renderà coalescenti le discontinuità minori. Pertanto per ovviare a questi problemi è sufficiente adottare la stessa procedura di acquisizione e di analisi in modo da rendere confrontabili i risultati. Tale tecnica di sismica passiva presenta come le altre tecniche di indagine sismica pregi e difetti nonché particolari modalità di esecuzione e di analisi dei dati rilevati. I pregi fondamentali sono:

1. Maggiore risparmio per singolo sondaggio;
2. Forniscono valutazioni delle Vs30 del medesimo ordine di grandezza di quello "misurabile" con le altre tecniche e permettono agevolmente di discriminare i terreni in funzione della loro classe sismica di appartenenza (A,B,C,D);
3. Possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola" e quindi non necessitano di cavi e/o stese di notevole lunghezza e quindi di spazio come avviene invece per le tecniche in array lineare multisensore (sismica a rifrazione, MASW, RE.MI.). Numerosi studi hanno evidenziato che il criterio di orizzontalità degli strati presenti nel sottosuolo, sia indispensabile per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti da tecniche di sismica passiva (HVSR, MASW, RE.MI.) mentre può ritenersi assolto nel caso di una misura puntuale (stazione singola - HVSR) , non sempre è rispettato nel caso di misure in array (lineare o con diversa geometria - MASW e/o RE.MI.) a causa delle variazioni laterali dei terreni ed a causa di particolari morfologie sepolte : la validità dei risultati, in caso di forti variazioni, può essere invalidata notevolmente.
4. La presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30'); e non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
5. Permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo;
6. I parametri derivati dalla prova (profilo H/V, Spettri di potenza, frequenza fondamentale Fo) possono essere direttamente correlati alle caratteristiche di amplificazione sismica dei terreni in sito;

La tecnica H/V può essere utilmente impiegata nei seguenti settori :

- Microzonazione sismica
- Applicazioni geotecniche
- Stima della potenza dei corpi franosi
- Determinazione degli spessori delle coltri detritiche e piroclastiche
- poggianti su bedrock
- Mappatura della profondità dei bedrock
- Stima delle Vs30 secondo il DM 14/01/2008 (T.U. delle Costruzioni)
- Frequenze di oscillazione degli edifici
- Applicazioni archeologiche

I difetti basilari sono :

- Interpretazione più complessa: vi e infatti la necessita di modelli molto più complicati (campo d'onde completo in sistemi multistrato non necessariamente 1D. Tale difficoltà può essere notevolmente ridotta qualora si disponga di informazioni (sondaggi geognostici, penetrometrie ecc.) quanto più accurate possibili circa la stratigrafia del sottosuolo, anche limitata a profondità minori di 30 m dal p.c.
- Viene comunemente ritenuta (erroneamente) una tecnica a più bassa risoluzione rispetto alle tecniche di sismica in array passiva (REMI) e/o attiva (MASW / SASW): alcuni autori (Mulargia, Castellaro, Rossi - 2006) hanno al contrario dimostrato che sovente con tali tecniche gli errori nella valutazione del profilo delle Vs sono dell'ordine del 50% (down-hole) e/o addirittura del 100 % (SASW,REMI);
- Quindi date tali caratteristiche, la tecnica HVSR può essere utilmente impiegata per ricavare il valore della Vs_{30} non solo negli spazi aperti, ma anche nei locali interni ai fabbricati a patto di garantire il miglior accoppiamento strumento/terreno.

Elaborazione sondaggio H/V.

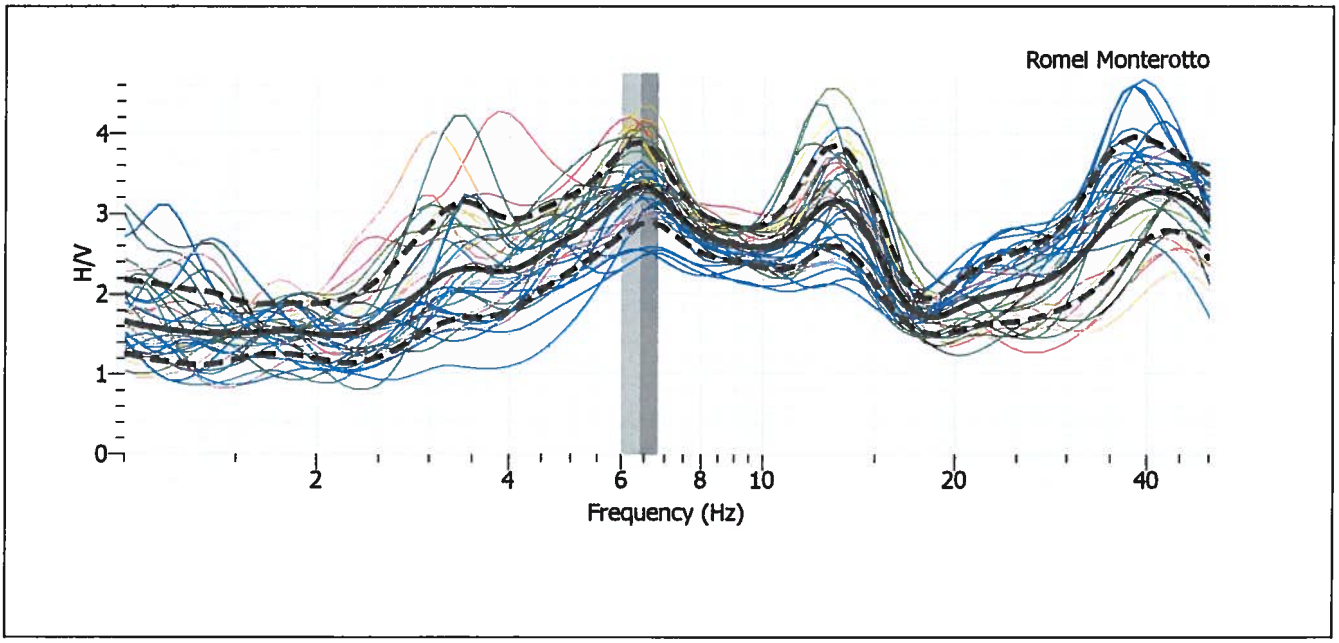
Sondaggio Croce – Romei (RE)

Grafico dei rapporti spettrali H/V

Grafico dei rapporti spettrali HVSR in funzione della frequenza con indicato il valore della frequenza in corrispondenza del massimo della funzione H/V.

Si noti che il picco caratteristico del sito è a **6,45 Hz**. La frequenza è inversamente proporzionale alla quota dell'interfaccia stratigrafica e direttamente proporzionale alla velocità Vs dei terreni sovrastanti.

Grafico dei rapporti spettrali



Analisi di qualità della misura eseguita.

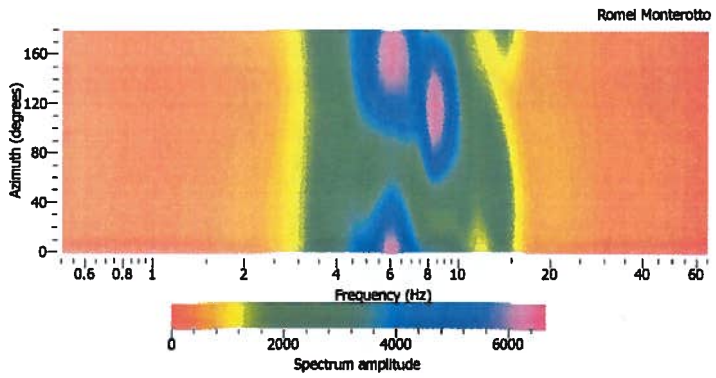


Grafico della analisi direzionale del rumore sismico acquisito.
il grafico serve a valutare la direzionalità del segnale ed evidenzia in questo caso il carattere strutturale e non antropico del picco rilevato.

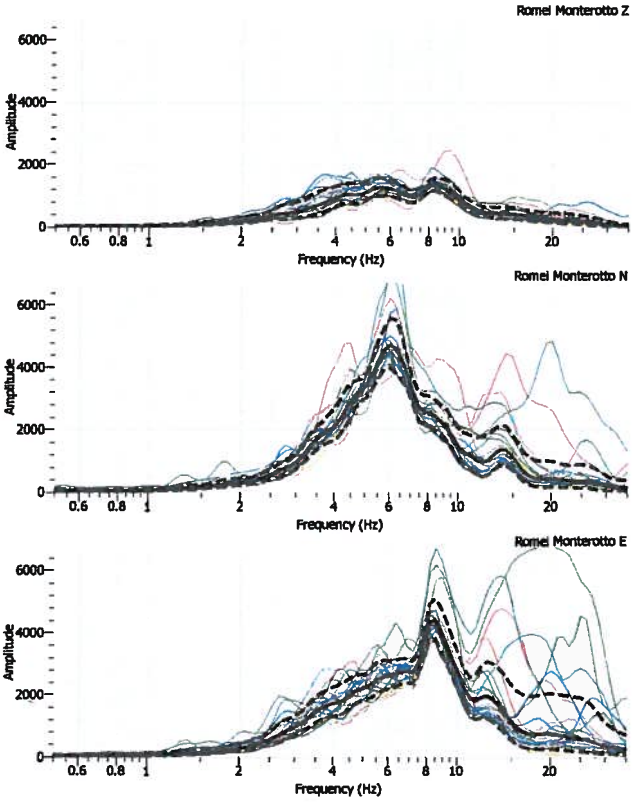
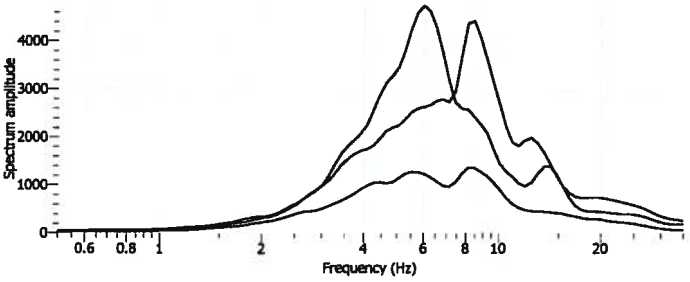


Grafico dei rapporti spettrali per ogni singolo canale
Per ottenere il rapporto HVSR le componenti orizzontali sono mediate con media quadratica e poi divise per la componente verticale (z).



Un buon indicatore della qualità del picco H/V si ottiene dall'esame dei singoli spettri; infatti i massimi fisicamente significativi sono di regola associabili a valori di ampiezza spettrale minima sulla componente verticale.

Formule utilizzate per ricavare i seguenti dati dai sondaggi SCPT e HVSR eseguiti.

1. profondità del substrato (mt)
2. spessore delle coperture (mt)
3. calcolo Vs coperture HVSR (m/s)
4. calcolo Vs coperture correlazione di Otha e Goto
5. **calcolo VS_{30} (m/s)**

Dati	Formule	HVSR	SCPT
(1) profondità del substrato (mt)	**H = Vs/(frx4)**	**5,86 mt**	**5,40 mt**
(2) Spessore (h) dei sismostrati (mt) Dove: fr = frequenza misurata. Vp e Vs rispettivamente onde P e S nel mezzo 1	$f_r = V_{P1} / (4\ h)$ $f_r = V_{S1} / (4\ h)$	**5,86 mt**	**5,40 mt**
(3) calcolo Vs coperture HVSR (m/s)	**Vs = frx(4xH)**	**150 m/s**	
(4) calcolo Vs coperture metodo di Otha e Goto(m/s)	Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi		**149,3 m/s**
(5) Calcolo della VS_{30} per H < di 30 mt. Dove: fr = frequenza misurata V_B è la velocità delle onde S nel bedrock o bedroch-like	$Vs_{30} = \frac{30}{t_H + t_{30-H}} = \frac{30}{\frac{1}{4f_r} + \frac{(30-H)}{V_B}}$	**344,58 m/s**	

Categoria suolo di fondazione (VS_{30})

Il valore in precedenza calcolato per la VS_{30} è pari a **344,58 m/s**
Ne risulta che i terreni nei primi 30 metri del sottosuolo appartengono alla classe C. Tuttavia gli spessori delle coperture fanno ricadere la classe di appartenenza in **Classe E**

(E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Fattori di amplificazione.

Fattore di amplificazione topografico (St)

L'area di intervento si ubica in corrispondenza di un crinale con pendenza dei versanti prossima ai 15°, quindi il coefficiente di amplificazione topografico risulta pari ad:

St = 1,2 (Categoria T3 – DM 14-01-2008)

Fattore di amplificazione stratigrafico (Ss - DAL 112/2007)

In riferimento allo spessore ed omogeneità dei materiali investigati, si è considerato come substrato marino l'orizzonte presente a circa -7 m da p.c. con Vs corrispondente a 500 m/s.
La definizione del valore Vs_H, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 7,0 m del sottosuolo, si è calcolata mediante la relazione:

$$Vs_H = \frac{7,0}{\sum_{i=1,n} \frac{hi}{vi}}$$

ottenendo:

$$Vs_H = 323,74 \text{ m/s}$$

In occasione di sollecitazione sismica, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali, la successione sismostratigrafica può essere quindi interessata dai seguenti fattori di amplificazione:

Fa PGA = 1,8
Fa IS ($0,1<T_0<0,5$)= 1,7
Fa IS ($0,5<T_0<1$)= 1,4

con un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

$$a_g = 0,165 \text{ g}$$

Conclusioni.

I risultati dello studio sono riassumibili nei seguenti punti:

La pericolosità sismica per Castelnuovo nè Monti, intesa come accelerazione orizzontale di picco con il 10% di probabilità di essere ecceduta almeno una volta in cinquanta anni, è compresa tra 150 e 175 cms^2.
Le amplificazioni a scala locale in termini di spettro di risposta raggiungono un fattore di poco inferiore a tre per periodi molto bassi (intorno a 0.1s).
La forma delle curve di amplificazione è riconducibile in questo caso ad un substrato competente posto ad una profondità di circa 7 metri coperto da depositi superficiali con caratteristiche meccaniche basse (VS compresa tra 100 e 300 m/s).

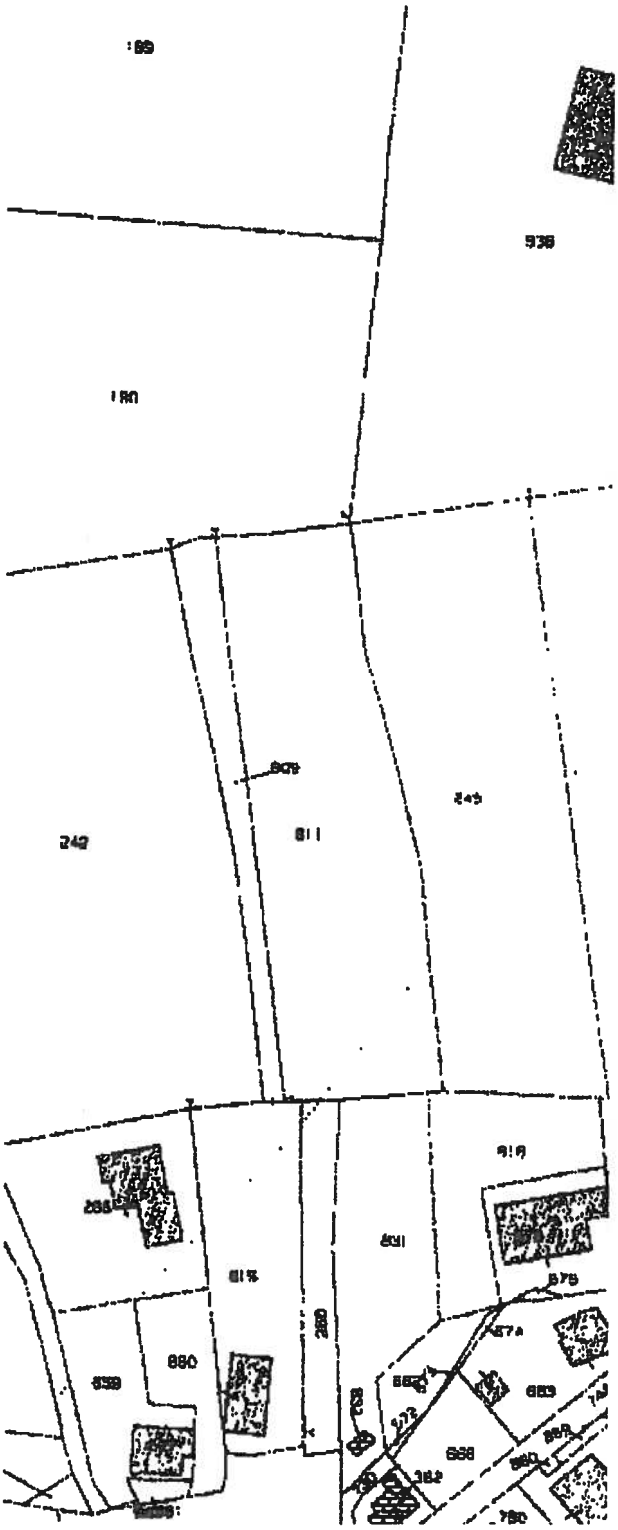
A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dalle vigenti norme D.A.L. n° 112 02.05.2007 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica - sismica.

26 gennaio 2012

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42038 Felina (RE)

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DUILIO PIGNEDOLI
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 575 ALBO P.

Microzonazione sismica
scala 1:2000

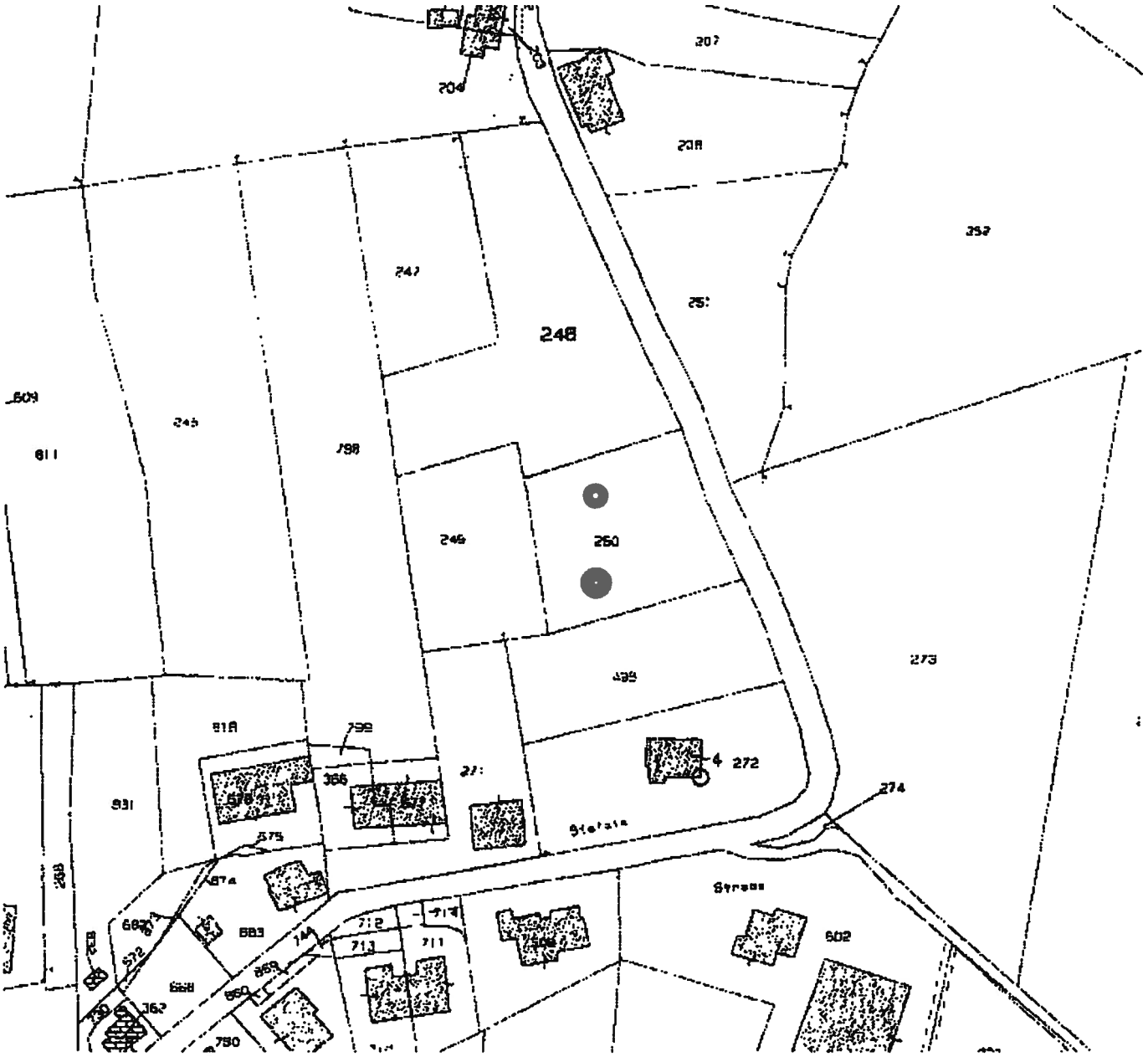


Fa PGA = 1,8
Fa IS (0,1 < To < 0,5) = 1,7
Fa IS (0,5 < To < 1) = 1,4

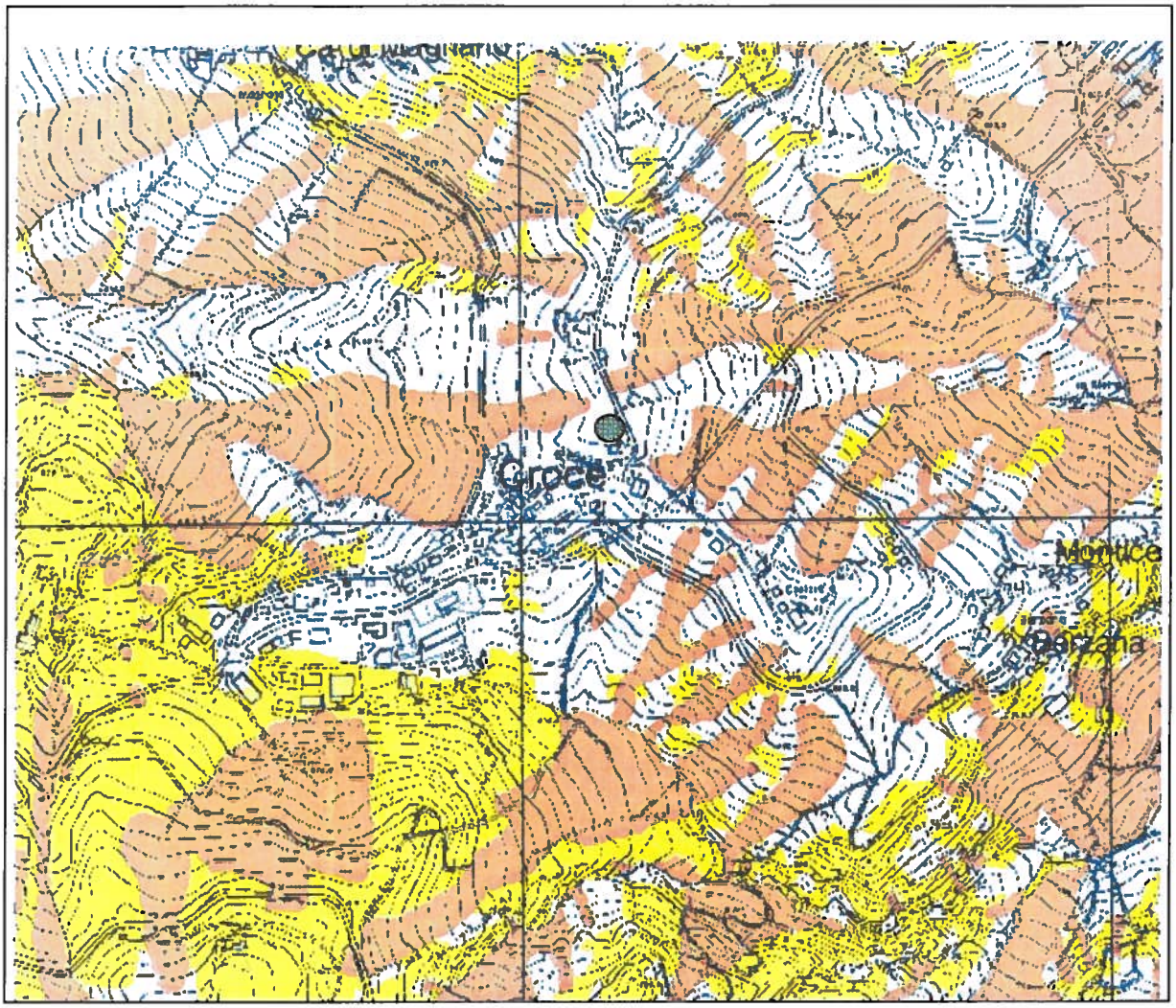
ubicazione sondaggi

SCPT

HVSR



Estratto Carta dei livelli di approfondimento - ubicazione



Legenda

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

1

2

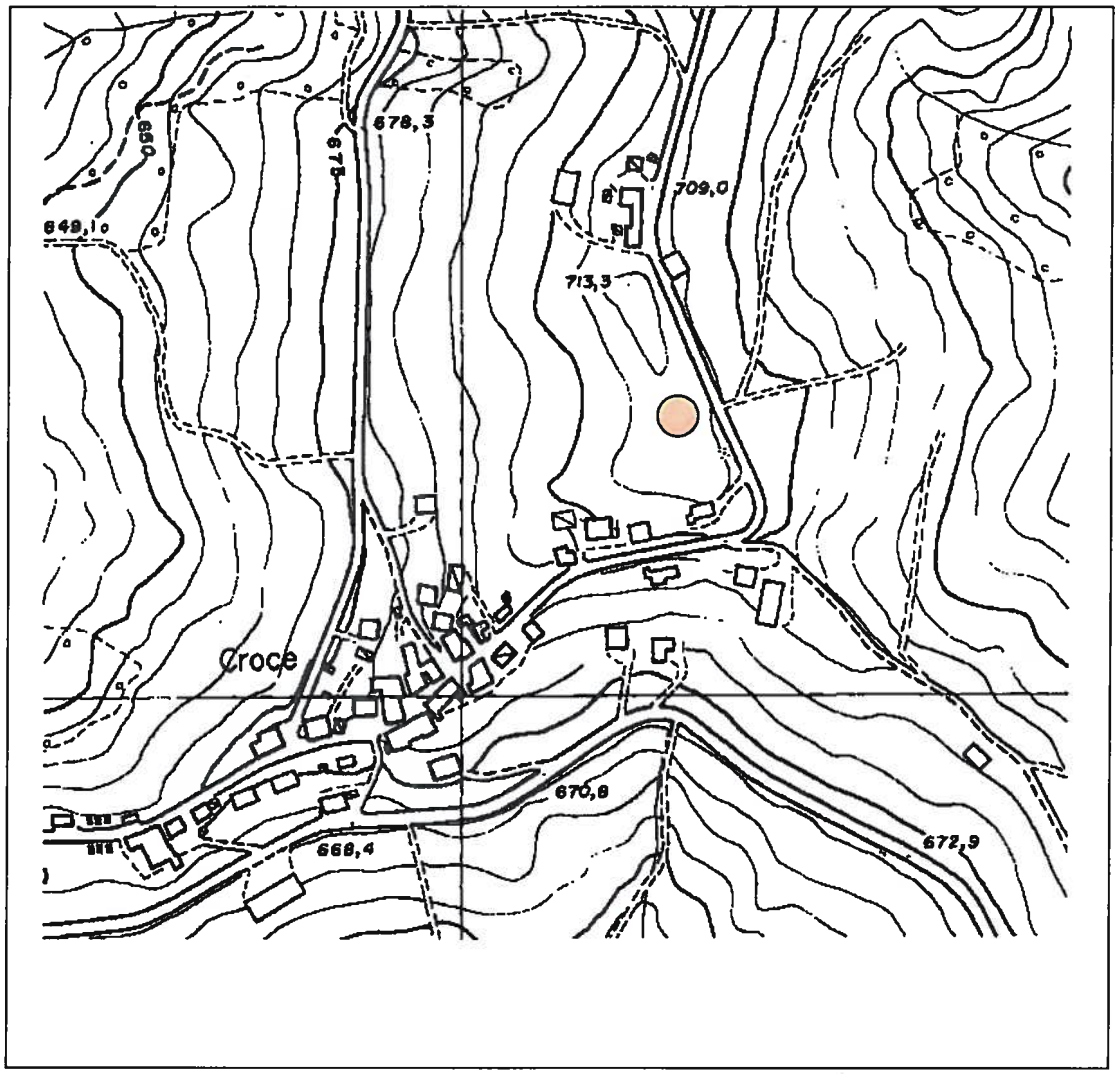
3

N

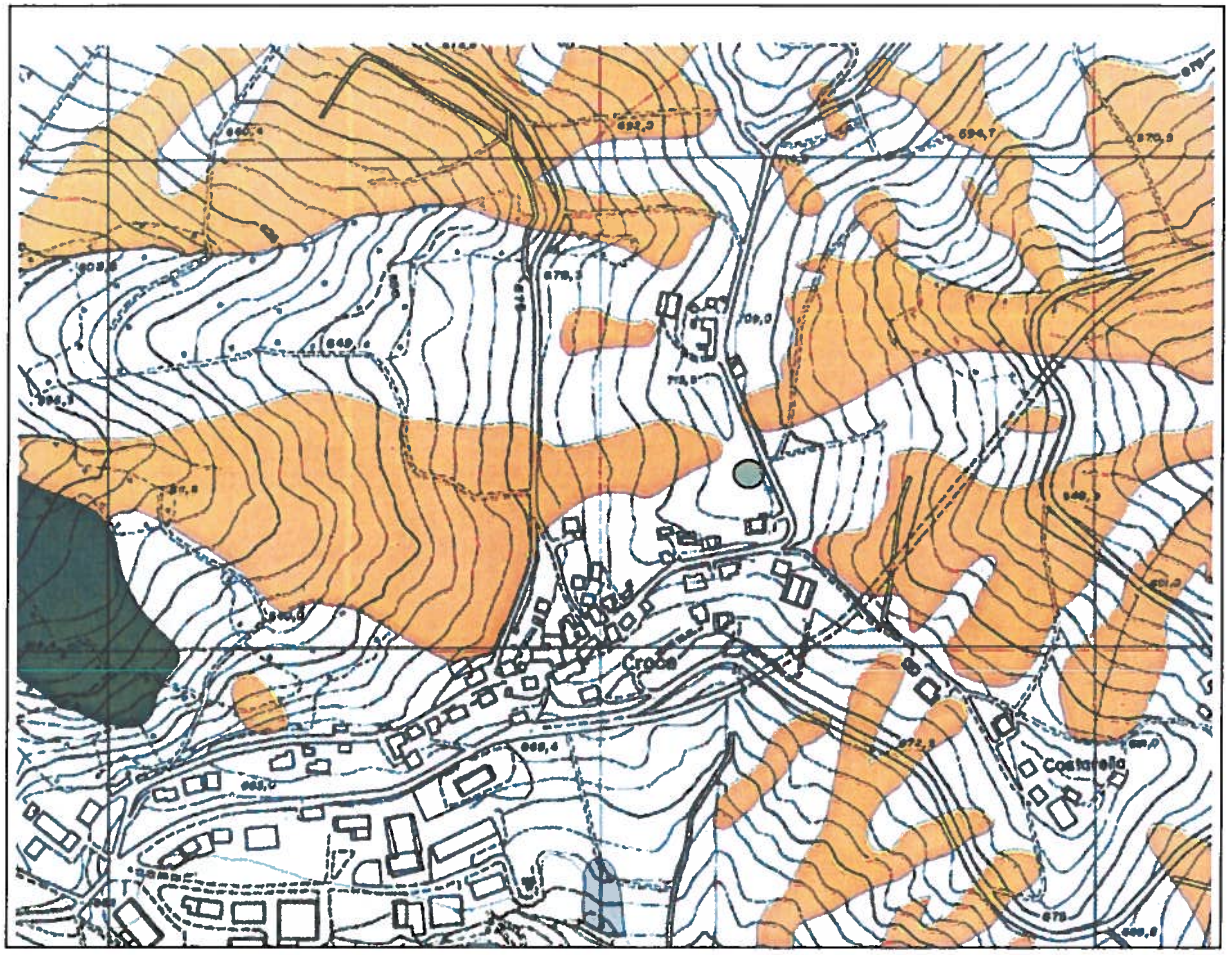
Estratto CTR – 218144

Scala 1:5000

ubicazione



Estratto Carta del Dissesto - Scala 1:10000 - ubicazione



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale 2010

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Geologo D. Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42035 Felina (RE)
tel. 0522 619267

RELAZIONE

integrativa

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo Monti
Località:	La Croce
Committenti:	Romei Riccardo e Romei Guido
Oggetto:	Richiesta di inserimento nella prima variante al POC
Data:	Marzo 2014

Premessa.

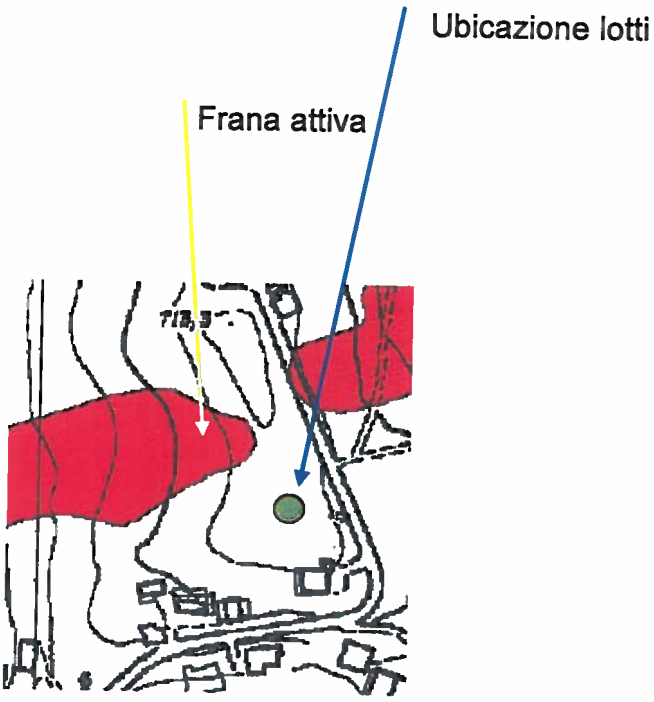
La presente relazione integrativa alla relazione geologica del gennaio 2012 per richiesta di inserimento nella variante al POC del Comune di Castelnuovo né Monti riguarda:

- La distanza del lotto in oggetto dalla frana attiva riportata sulla carta del P.A.I. situata in lato nord nord-ovest secondo l'art. 57 comma 4 del P.T.C.P.
- La sezione topografica utilizzata per la verifica di stabilità del versante.

Si riporta l'art. 57 comma 4 del PTCP (zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di instabilità)

4. Nel rispetto delle disposizioni generali di cui al precedente secondo comma, sono inoltre consentiti interventi di mantenimento e consolidamento strutturale e funzionale delle infrastrutture esistenti per documentate esigenze di sicurezza e/o pubblica utilità.
E' inoltre consentita la nuova realizzazione di infrastrutture lineari e a rete, e annessi impianti, riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente volto a dimostrare la non influenza negativa, nonché il non aggravio di rischio idrogeologico sulle condizioni di stabilità del versante e di rischio per la pubblica incolumità. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.
In sede di adeguamento dei propri strumenti urbanistici e regolamentari, i Comuni sono tenuti a definire, sulla base di specifici approfondimenti conoscitivi, adeguate distanze di rispetto dai limiti delle aree interessate da frane attive in funzione della loro possibile evoluzione. A tali aree contermini si applicano le medesime norme di cui al presente comma e al precedenti commi 2 e 3.

Estratto carta del dissesto



INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO.

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218144
Carta del dissesto Scala 1: 10.000 Elemento n° 218140

Sovrapposizione CTR Catastale e PAI.

Scala 1:2000

In allegato si riporta la sovrapposizione delle tre carte a scala 1:2000 con indicate le distanze dalla frana la minima risulta di 28 mt.

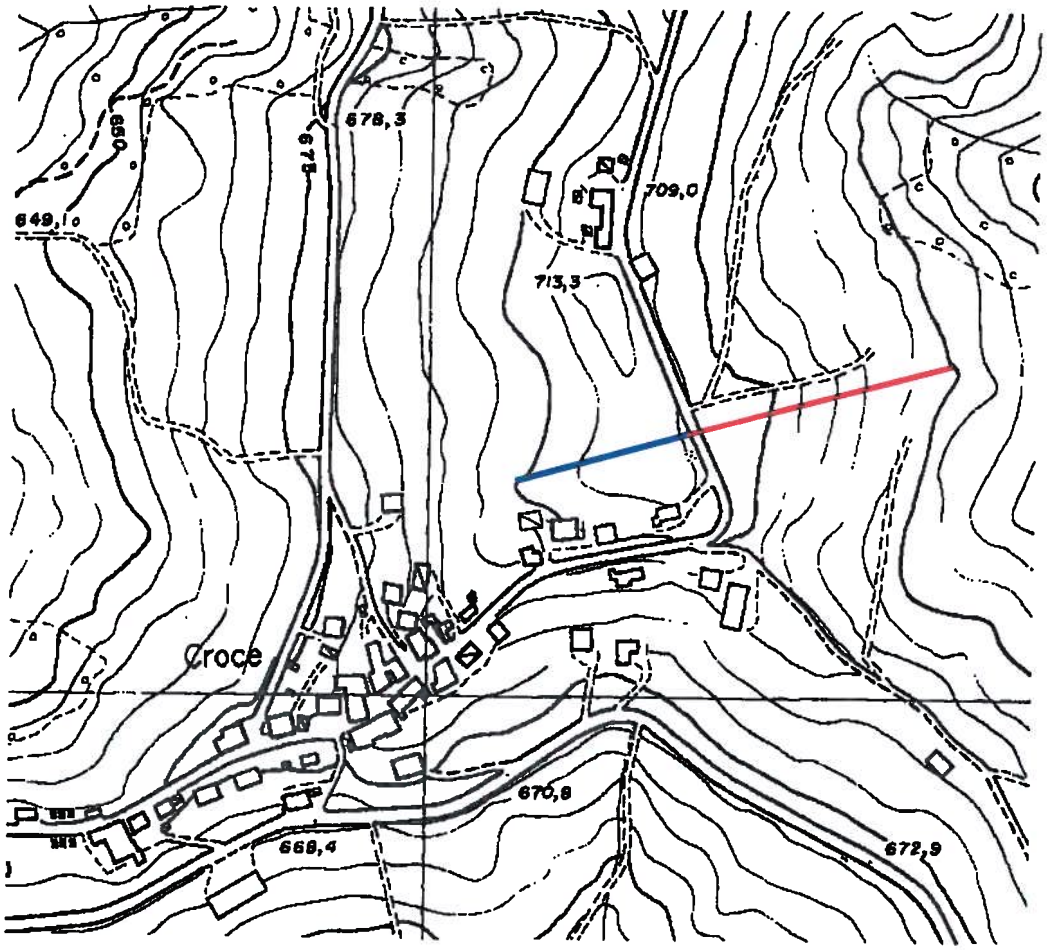
Inoltre le situazioni definite come frane attive, riportate dalla Carta del dissesto, non possono (per richiamo) coinvolgere l'area in esame in merito alla ubicazione (sul crinale) di quest'ultima, mentre sulle depressioni morfologiche del versante, queste situazioni di instabilità trovano condizioni favorevoli (elevati spessori dei terreni di copertura e acque di versante).

Verifica stabilità del versante.

Il profilo in allegato alla relazione geologica del gennaio 2012 è evidentemente errato in quanto attraversa il crinale dove è ubicato il lotto in esame, in pratica lo stesso profilo si può dividere in due; un versante ad est ed uno a ovest. Pertanto viene ripetuta l'analisi secondo i due profili indicati nel seguito come **profilo 1** (versante est) e **profilo 2** (versante ovest) in presenza di falda.

Profilo 1

Profilo 2



RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,

profilo 1 (versante est)

Analisi di stabilità dei pendii con BELL

==========

Numero di strati 2,0
Numero dei conci 10,0
Zona Sismica 2
Categoria profilo stratigrafico C
Coefficiente di amplificazione topografica ST 1,2
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh) 0,125
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv) 0,063
Superficie di forma circolare

==========

Maglia dei Centri

==========

Ascissa vertice sinistro inferiore xi (m) -1,24
Ordinata vertice sinistro inferiore yi (m) 715,72
Ascissa vertice destro superiore xs (m) 172,16
Ordinata vertice destro superiore ys (m) 738,25
Passo di ricerca 10,0
Numero di celle lungo x 10,0
Numero di celle lungo y 10,0

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	674,0
2	23,0	678,0
3	52,0	683,0
4	76,0	687,0
5	99,0	691,0
6	117,0	695,0
7	170,0	701,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,42	671,03
2	56,38	680,82
3	99,22	688,95
4	133,01	695,04
5	168,66	699,84
6	170,0	700,02

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	671,14
2	39,02	678,05
3	76,87	684,15
4	116,21	693,2
5	170,0	699,94

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia
1	0,7	28	1800	1900	0,00	dep versante
2	1,5	30	2000	2100	0,00	CIN

Risultati analisi pendio

==========

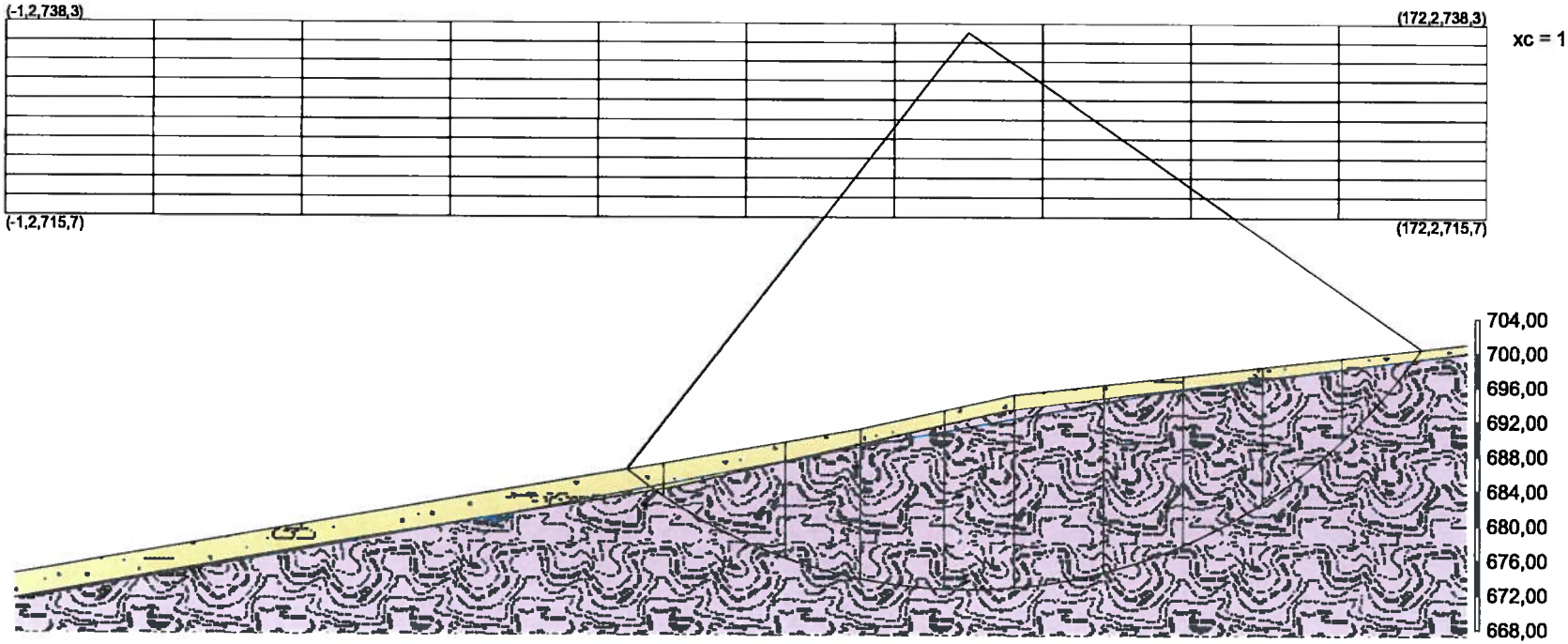
Fs minimo individuato **5,07**
Ascissa centro superficie (m) 111,47
Ordinata centro superficie (m) 737,13
Raggio superficie (m) 64,65

==========

Legenda: B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie xc = 111,472 yc = 737,128 Rc = 64,648 Fs=5,0679

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	4,43	-35,7	5,45	16177,4	2022,18	1019,18	0,7	28,0	0,0	-2469,4	5855,1
2	14,19	-26,2	15,82	263141,5	32892,68	16577,91	1,5	30,0	0,0	-1531756,0	-132494,9
3	8,81	-15,2	9,13	281449,2	35181,15	17731,3	1,5	30,0	0,0	-544270,8	-35938,0
4	9,81	-6,7	9,88	389286,9	48660,86	24525,07	1,5	30,0	0,0	-350659,7	-10905,5
5	8,19	1,3	8,19	366385,1	45798,14	23082,26	1,5	30,0	0,0	96858,4	35268,3
6	10,43	9,6	10,58	480548,4	60068,55	30274,55	1,5	30,0	0,0	796686,1	121638,1
7	9,31	18,7	9,83	403141,7	50392,71	25397,92	1,5	30,0	0,0	1159746,0	159678,0
8	9,31	27,7	10,51	346609,9	43326,24	21836,42	1,5	30,0	0,0	1533207,0	202224,0
9	9,31	37,5	11,74	251798,0	31474,75	15863,28	1,5	30,0	0,0	1624122,0	212581,5
10	9,31	49,1	14,21	102977,2	12872,14	6487,56	1,5	30,0	0,0	993367,4	140723,5



xc = 111,47 yc = 737,13 Rc = 64,65 Fs=5,07

dep versante
g=1800 Kg/m³
gs=1900 Kg/m³
Fi=28°
c=0,7 kg/cm²

CIN
g=2000 Kg/m³
gs=2100 Kg/m³
Fi=30°
c=1,5 kg/cm²

profilo 2 (versante ovest)

Analisi di stabilità dei pendii con BELL

Numero di strati	2,0	
Numero dei conci	10,0	
Zona Sismica	2	
Categoria profilo stratigrafico	C	
Coefficiente di amplificazione topografica ST	1,2	
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh)	0,188	
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv)	0,094	
Superficie di forma circolare		

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	-2,89
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	709,02
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	75,05
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	720,14
Passo di ricerca	10,0	
Numero di celle lungo x	10,0	
Numero di celle lungo y	10,0	

Vertici profilo

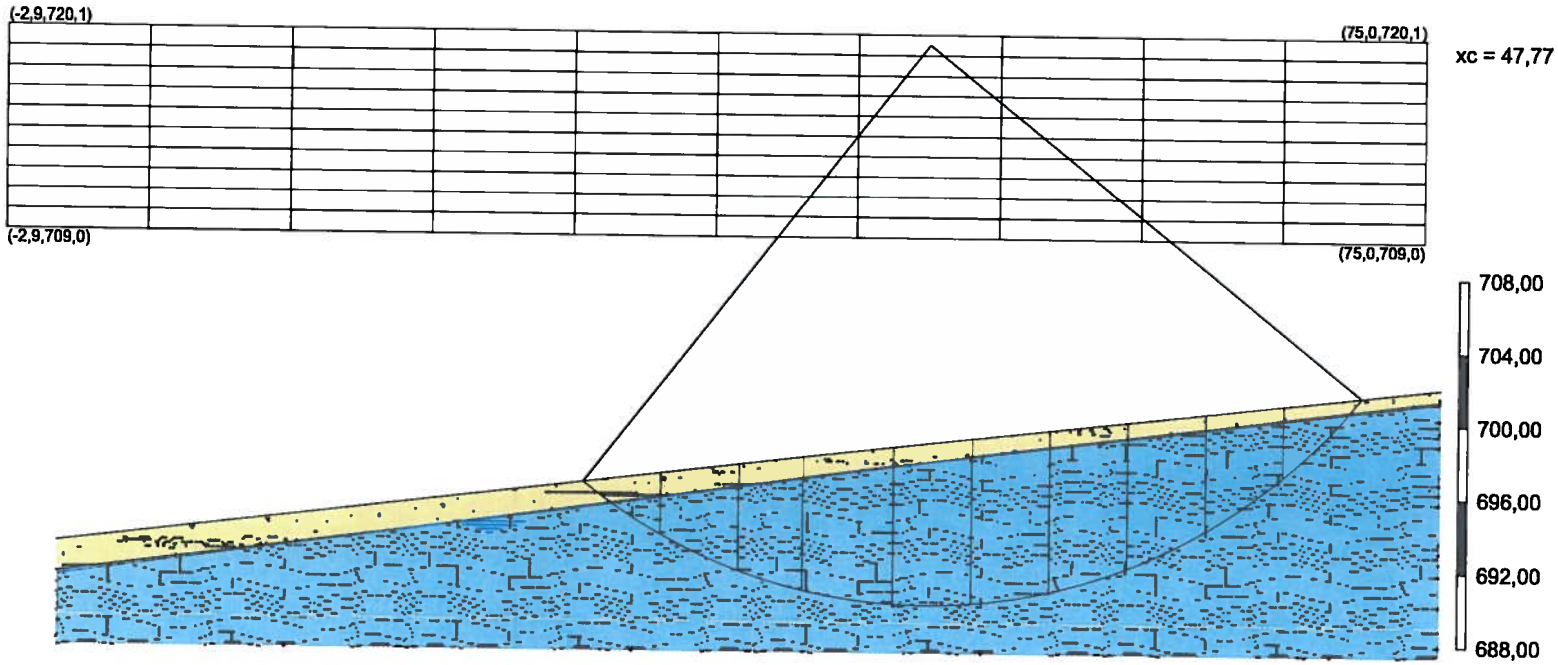
N	X (m)	y (m)
1	0,0	692,0
2	41,0	697,0
3	76,0	701,0

Falda

Nr.	X (m)	y (m)
1	0,12	690,2
2	23,78	693,46
3	47,37	696,72
4	75,05	700,24
5	76,0	700,35

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	690,34
2	26,38	693,8
3	48,2	696,81
4	76,0	700,28



dep versante
g=1800 Kg/m³
gs=1900 Kg/m³
Fi=28°
c=0,7 kg/cm²

CIN
g=2000 Kg/m³
gs=2100 Kg/m³
Fi=30°
c=1,5 kg/cm²

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia
1	0,7	28	1800	1900	0,00	dep versante
2	1,5	30	2000	2100	0,00	CIN

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato 9,14
Ascissa centro superficie (m) 47,77
Ordinata centro superficie (m) 719,58
Raggio superficie (m) 30,58

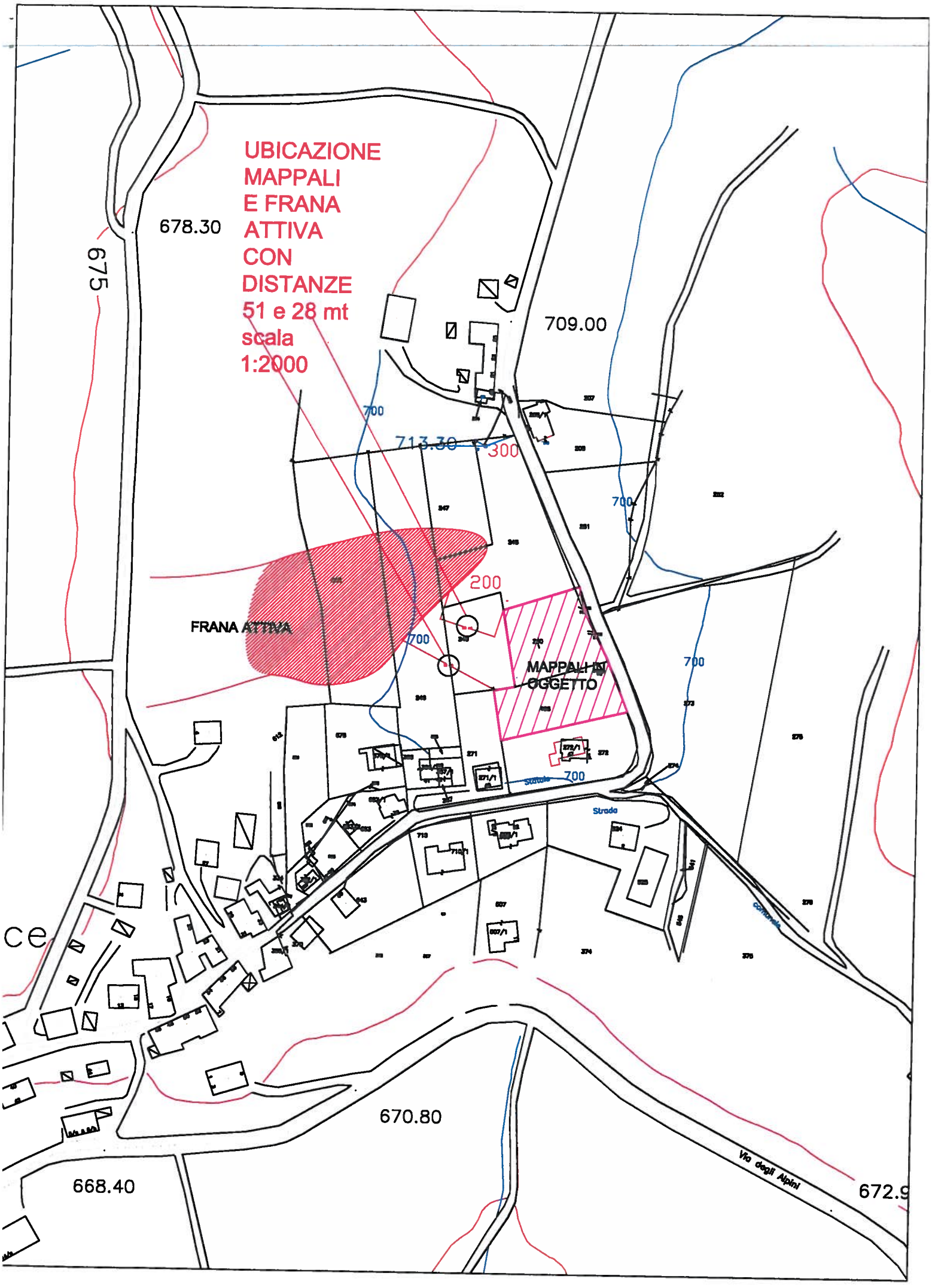
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 47,767 yc = 719,581 Rc = 30,583 Fs = 9,1388

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	4,28	-33,3	5,12	14416,55	2710,31	1355,16	1,5	30,0	0,0	13479,8	7874,3
2	4,28	-24,1	4,69	40170,26	7552,01	3776,0	1,5	30,0	0,0	-17159,1	5938,6
3	3,56	-16,3	3,7	47758,76	8978,65	4489,32	1,5	30,0	0,0	-9036,1	5267,0
4	5,0	-8,1	5,05	82205,65	15454,66	7727,33	1,5	30,0	0,0	-10392,3	7551,0
5	4,28	0,7	4,28	77908,05	14646,71	7323,36	1,5	30,0	0,0	21787,9	8399,1
6	4,28	8,8	4,33	79188,55	14887,45	7443,72	1,5	30,0	0,0	49558,9	10153,6
7	4,28	17,0	4,47	74866,34	14074,87	7037,44	1,5	30,0	0,0	75957,4	11821,4
8	4,28	25,7	4,75	64347,69	12097,37	6048,68	1,5	30,0	0,0	94952,1	13021,4
9	4,28	35,0	5,22	46401,02	8723,39	4361,7	1,5	30,0	0,0	96034,5	13089,7
10	4,28	45,7	6,12	18457,44	3470,0	1735,0	1,5	30,0	0,0	54579,3	10470,8

20 marzo 2014

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42038 Felina (RE)


UBICAZIONE
MAPPALI
E FRANA
ATTIVA
CON
DISTANZE
51 e 28 mt
scala
1:2000
678.30
675
709.00
700
713.30
300
700
200
FRANA ATTIVA
700
MAPPALI IN
OGGETTO
700
Strada
700
Strada
670.80
668.40
Via degli Alpini
672.9

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
28. APR. 2012
PROTOCOLLO N°
CAT. CLAS. FASC.

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Geologo D. Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42035 Felina (RE)
tel. 0522 619267

RELAZIONE

Geologica - Sismica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo Monti
Località:	Braglia
Committenti:	Maria Orlanda Sironi
Oggetto:	Richiesta di inserimento nella variante al PSC – RUE - POC
Data:	Aprile 2012

Contenuti della relazione geologica - Sismica

Quadro normativo.
Atto di indirizzo e coordinamento tecnico art. 16,c. 1 della L.R. 20/2000 "indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica"

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

geologia generale dell'area, descrizione dei terreni e formazioni rocciose presenti e dell'assetto stratigrafico generale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

descrizione della geomorfologia dell'area, uso del suolo, analisi delle eventuali forme di dissesto, descrizione delle linee di drenaggio delle acque superficiali.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, permeabilità, profondità della falda e tipologia, modalità di scorrimento delle acque sotterranee.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

descrizione dei rilevamenti geologico tecnici, geomeccanici ecc. di superficie e delle indagini geologiche effettuate per la caratterizzazione del sottosuolo.

5. VERIFICHE DI STABILITA'

in condizioni attuali.

6. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.

7. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

Indicazione della zona sismogenetica, indicazione della classificazione sismica regionale, indicazione delle risultanze di eventuali studi di microzonazione sismica o di pericolosità sismica contenuti negli strumenti urbanistici, valutazione dell'azione sismica e relativi parametri, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coeff. di amplificazione sismica e verifica delle pericolosità (liquefazione dei terreni ecc.).

ELABORATI GRAFICI.

ubicazione dell'intervento, ubicazione delle prove, cartografia CTR – PTCP – Microzonazione ecc..

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in ottemperanza alla Delibera Assemblea Legislativa (D.A.L.) n° 112 – approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16 comma 1 della L.R. 20/2000 "*disciplina generale sulla tutela e uso del territorio*" in merito a "*indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica*" per l'area sita in località Braglia, in Comune di Castelnuovo né Monti (RE) e interessata da richiesta di inserimento nel POC comunale.

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218103	Carta geologica Scala 1: 10.000 Elemento n° 218130

L'area è situata sul versante nord rispetto all'abitato sottostante di Braglie, ad una quota di 630 m.s.l.m. le pendenze sono localmente modeste in aumento verso nord.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico - Carta del Dissesto (in allegato) per l'area interessata non evidenzia vincoli.

Riferimento alla cartografia di approfondimento del P.T.C.P.

L'area (F. 28 Mappale 243) risulta appartenere al livello di approfondimento di **II° livello** Carta P9b del PTCP del 2010 in allegato.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Coperture.

L'area interessata è formata in superficie da depositi eluviali e colluviali e da lenti di depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di specifiche indagini geognostiche, riportate nel seguito.

Substrato.

L'area fa parte della Formazione di Antognola – Membro Marnoso – Marne argillose compatte di colore grigio verdognolo a stratificazione in genere maldefinita, sono in affioramento subito a nord rispetto alla zona in esame.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche raccolte in lato est dalla rete drenante naturale di superficie. Per quanto riguarda l'idrogeologia vi è da dire come le estese coperture detritiche che circondano il M. Gandolfi siano molto permeabili alle acque cadenti e correnti; la percolazione sotterranea delle acque viene interrotta con emergenza a giorno quando incontrano il substrato praticamente impermeabile, (sono numerose le emergenze idriche su tutto il contorno del massiccio)

Tuttavia i sondaggi effettuati non hanno evidenziato la presenza di acqua.

Stabilità dell'area.

La zona non presenta condizioni di instabilità né in atto né latenti; mentre sul versante vi sono alcune situazioni definite come frane attive, riportate anche dalla Carta del dissesto. Tuttavia queste zone instabili non possono (per richiamo) coinvolgere l'area in esame in merito alla ubicazione (sul crinale) e non su depressioni morfologiche del versante; dove queste situazioni di instabilità trovano condizioni favorevoli (elevati spessori dei terreni di copertura e acque di versante).

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Sironi
Cantiere:
Località: Braglia

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

Legenda:
strato 1 = terreno vegetale
strato 2 = depositi di versante assestati
strato 3 = Formazione di Antognola

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	1,5	1,00	Schmertmann 1975	0,14
Strato 2	8,53	2,80	Schmertmann 1975	0,84
Strato 3	36,85	4,00	Schmertmann 1975	3,67

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	1,5	1,00	Robertson (1983)	3,00
Strato 2	8,53	2,80	Robertson (1983)	17,06
Strato 3	36,85	4,00	Robertson (1983)	73,70

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	1,5	1,00	Buisman-Sanglerat	18,75
Strato 2	8,53	2,80	Buisman-Sanglerat	106,63
Strato 3	36,85	4,00	Buisman-Sanglerat	368,50

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
Strato 1	1,5	1,00	Apollonia	15,00
Strato 2	8,53	2,80	Apollonia	85,30
Strato 3	36,85	4,00	Apollonia	368,50

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,5	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	8,53	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 3	36,85	4,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	1,5	1,00	Meyerhof ed altri	1,52
Strato 2	8,53	2,80	Meyerhof ed altri	1,82
Strato 3	36,85	4,00	Meyerhof ed altri	2,26

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	1,5	1,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,85
Strato 2	8,53	2,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,91
Strato 3	36,85	4,00	Bowles 1982, 1948/1967	2,30

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	1,5	1,00	1,5	Meyerhof 1957	29,2
Strato 2	8,53	2,80	8,53	Meyerhof 1957	60,9
Strato 3	36,85	4,00	36,85	Meyerhof 1957	98

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,5	1,00	1,5	Mitchell & Katti (1981)	26
Strato 2	8,53	2,80	8,53	Mitchell & Katti (1981)	28
Strato 3	36,85	4,00	36,85	Mitchell & Katti (1981)	32-35

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,5	1,00	1,5	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	8,53	2,80	8,53	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	36,85	4,00	36,85	(A.G.I.)	0,28

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	1,5	1,00	1,5	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	160,14
Strato 2	8,53	2,80	8,53	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	463,15
Strato 3	36,85	4,00	36,85	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1132,41

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	1,5	1,00	1,5	Ohta & Goto (1978) Limi	64,193
Strato 2	8,53	2,80	8,53	Ohta & Goto (1978) Limi	112,195
Strato 3	36,85	4,00	36,85	Ohta & Goto (1978)	700,693

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	1,5	1,00	1,5	Navfac 1971-1982	0,15
Strato 2	8,53	2,80	8,53	Navfac 1971-1982	1,78
Strato 3	36,85	4,00	36,85	Navfac 1971-1982	3,50

Considerazioni importanti sui sondaggi eseguiti.

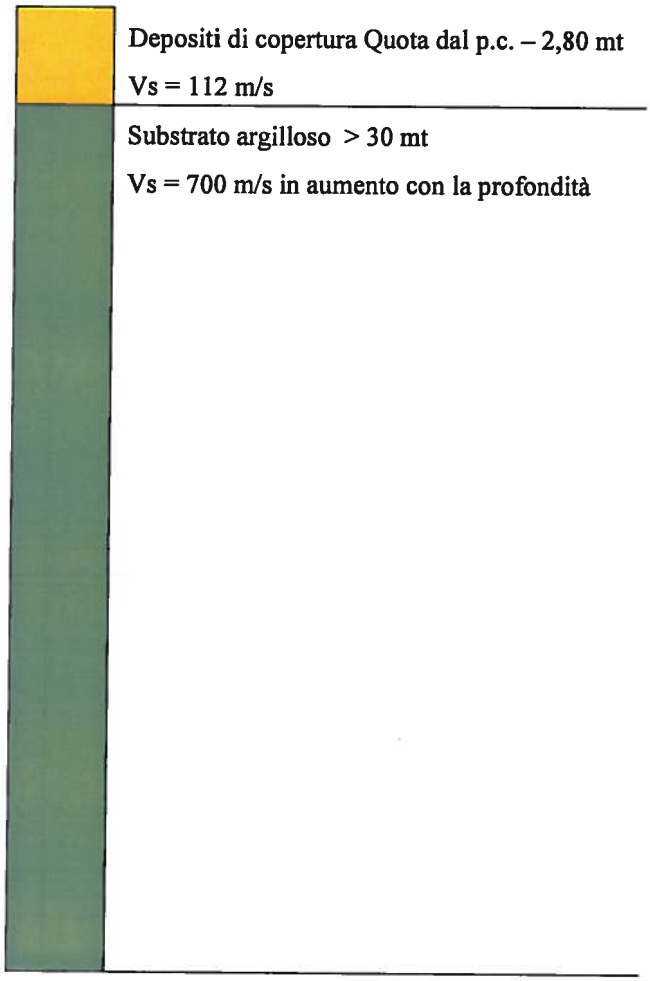
L'area investigata è geologicamente caratterizzata da:

1. escludendo il primo terreno vegetale, da uno strato costituito dai depositi di origine colluviale ed eluviale, sono Limi argillosi, aventi uno spessore sostanzialmente costante su tutta la zona investigata che risulta essere mediamente di 2,80 mt. dal piano campagna;
2. uno strato sottostante costituito dalla Formazione di Antognola – Peliti marnose di colore grigio verdastro.

MODELLO GEOTECNICO - UNITÀ LITOTECNICHE.

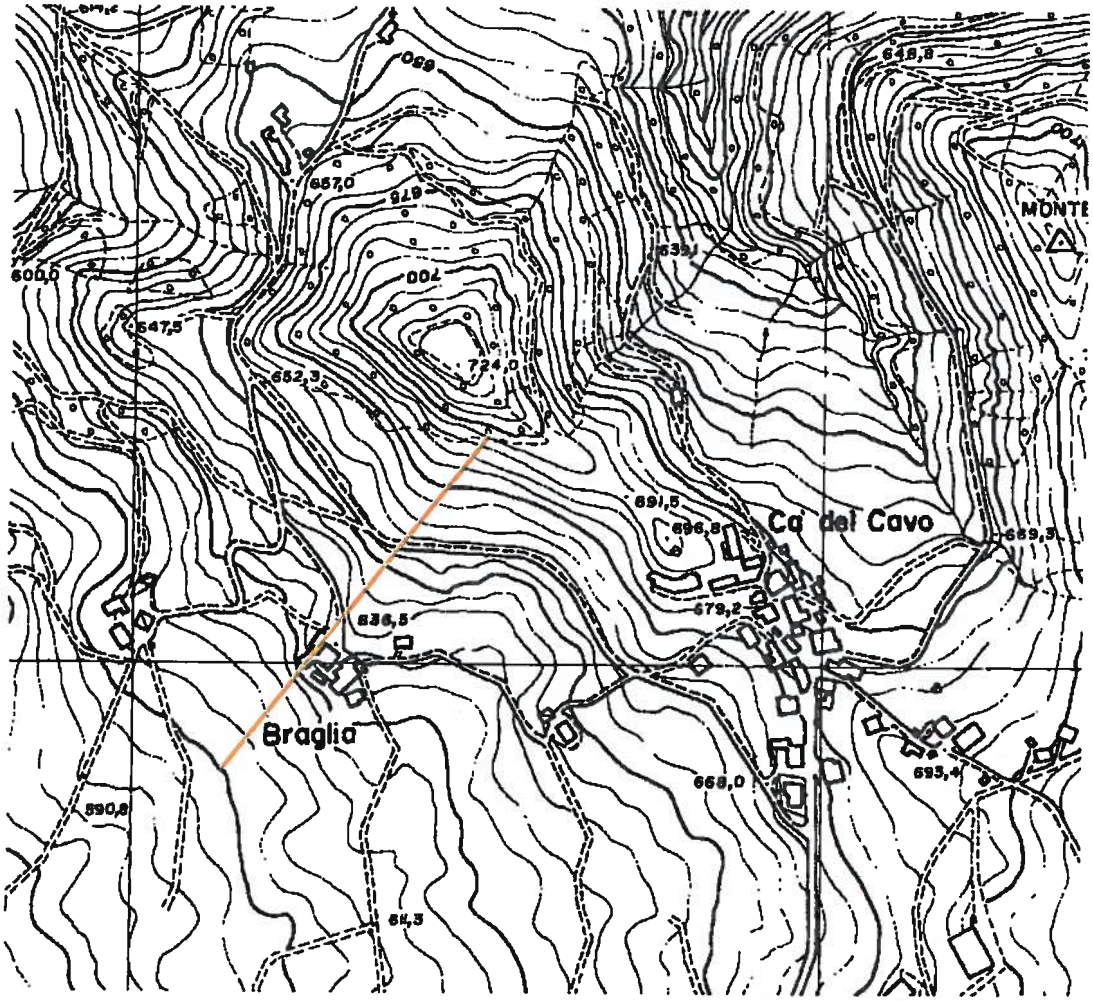
Unità (A) depositi limosi di copertura - da 0,0 a 2,80 mt
Unità (B) substrato > 30 mt.
Falda – Assente

Colonna stratigrafica dimostrativa (non in scala)



Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante secondo il profilo indicato ipotizzando una superficie di scorrimento, al contatto terreni di copertura – substrato, i risultati sono esposti di seguito.



RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,

Analisi di stabilità dei pendii con BISHOP

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	10,0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico	C

Coefficiente di amplificazione topografica ST =1,2
Coefficiente azione sismica orizzontale (Kh) 0,188
Coefficiente azione sismica Verticale (Kv) 0,094
Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	-0,84
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	636,0
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	85,9
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	645,5
Passo di ricerca	10,0	
Numero di celle lungo x	10,0	
Numero di celle lungo y	10,0	

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0,0	605,0
2	17,0	621,0
3	33,0	625,0
4	51,0	638,0
5	71,0	680,0
6	86,0	700,0

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	0,0	600,0
2	6,97	618,0
3	13,46	620,0
4	20,05	635,0
5	26,16	675,0
6	31,24	680,0
7	36,32	696,0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm^2)	Fi (°)	G (Kg/m^3)	Gs (Kg/m^3)	K (Kg/cm^3)	Litologia
1	0,84	28	1800	1900	1,78	Limi
2	3,67	32	2200	2300	3,50	substrato

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato		**2,16**
Ascissa centro superficie	(m)	33,86
Ordinata centro superficie	(m)	645,5
Raggio superficie	(m)	28,46

Legenda:

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 33,856 yc = 645,502 Rc = 28,464 Fs = 2,1631

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	3,81	-27,9	4,31	11154,22	2096,99	1048,5	1,5	30,0	0,0	19458,7	12930,9
2	3,81	-19,5	4,04	31089,84	5844,89	2922,45	1,5	30,0	0,0	37947,6	14063,8
3	3,81	-11,5	3,88	46252,08	8695,39	4347,7	1,5	30,0	0,0	50227,8	14882,0
4	2,9	-4,7	2,91	42769,73	8040,71	4020,36	1,5	30,0	0,0	43868,2	11767,9
5	4,71	3,0	4,72	77195,81	4512,81	7256,41	1,5	30,0	0,0	76267,6	19576,6
6	3,81	11,7	3,89	63591,22	11955,15	5977,58	1,5	30,0	0,0	61625,0	16011,3
7	3,81	19,7	4,04	60311,42	11338,55	5669,27	1,5	30,0	0,0	58301,3	16081,7
8	5,68	30,4	6,58	74024,09	13916,53	6958,27	1,5	30,0	0,0	71792,8	23912,8
9	1,93	39,6	2,51	17105,44	3215,82	1607,91	1,5	30,0	0,0	15618,1	7951,6
10	3,81	47,8	5,67	15215,5	2860,51	1430,26	1,5	30,0	0,0	6014,5	15086,1

PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

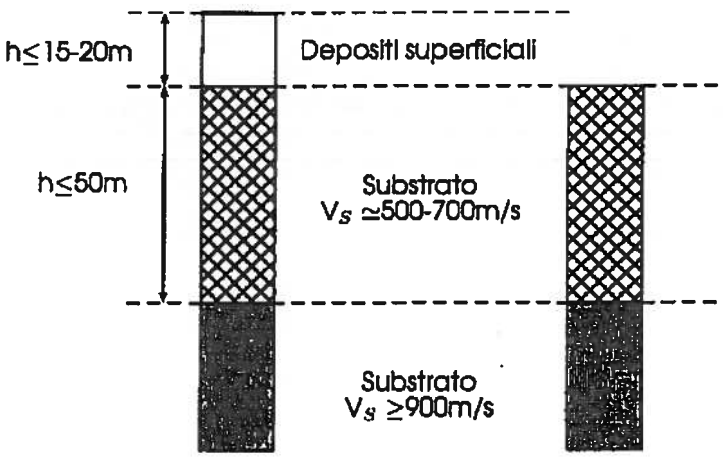
L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. Il territorio comunale di Castelnuovo né Monti (RE) ricade in zona sismica 2.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo *ag* con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	**0.15 – 0.25**	**0.25**
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Nel seguito si riporta un estratto del lavoro eseguito nel settembre 2003 per il Comune di Castelnuovo né Monti dal titolo "*Castelnovo nè Monti: analisi di pericolosità sismica*" dal quale la zona in esame può essere classificata appartenere alla classe Bc

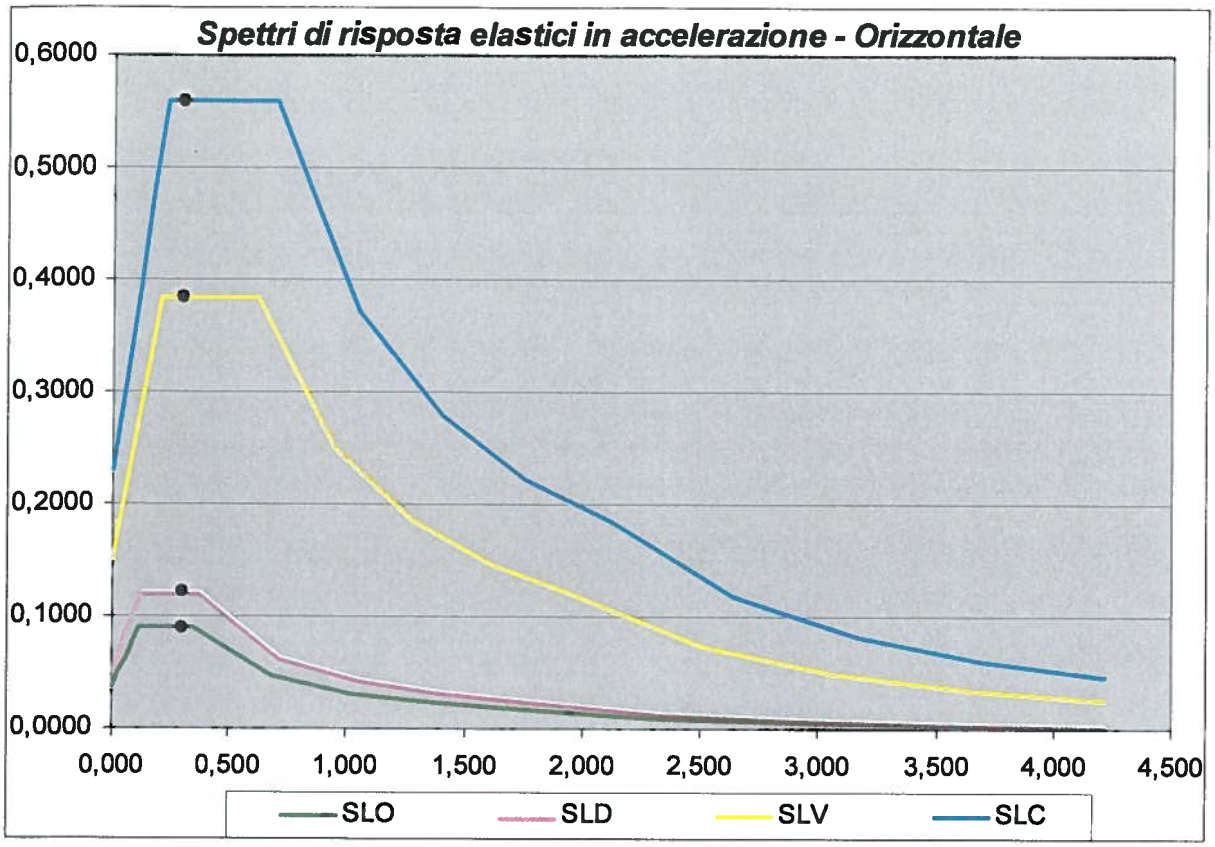
Classe Bc - Classe con amplificazioni comprese in un ampio intervallo di periodi e con fattori di amplificazione che dall'ordinata di picco (per T pari a circa 0.2-0.3s) decrescono all'aumentare del periodo. Il profilo litologico campione comprende, per questa classe, un primo intervallo superficiale con caratteristiche equivalenti a quelle indicate per i depositi superficiali inclusi in classe Ac ed un secondo intervallo, più profondo e con uno spessore che può raggiungere i 50m, composto da materiali con velocità di propagazione delle onde di taglio attorno a 500-700m (si veda figura seguente)

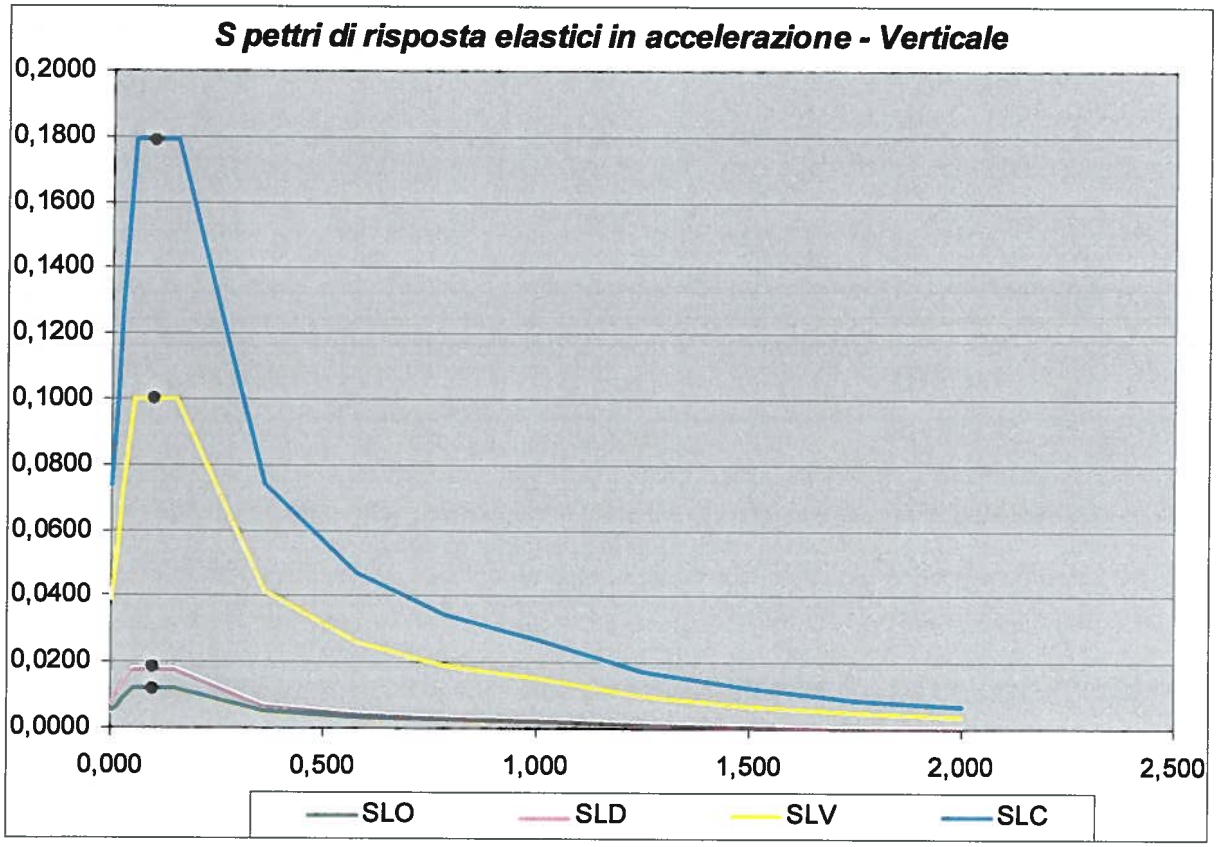


Profilo campione per la classe Bc

Tratto da – "Castelnovo nè Monti: analisi di pericolosità sismica"

Coordinate geografiche del sito Latitudine 44° 27,092 - Longitudine 10° 25,310





RELAZIONE SISMICA HVSR

Indagine geofisica – misura diretta della frequenza di risonanza.

sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) - Descrizione del metodo H/V.

In linea di principio, visto che il terreno è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto; queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche del suolo e dalla morfologia attorno al punto di misura. L'analisi H/V permette quindi di identificare i contrasti di impedenza tra gli strati, ad esempio una coltre di sedimenti sovrastanti un substrato roccioso darà un picco nel grafico H/V e quindi si può risalire alla stima della Vs_{30} a partire da misure H/V a stazione singola, se da misure dirette è nota la profondità del bedrock. La possibilità di interpretare i massimi della funzione H/V in termini di risonanza dello strato superficiale dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

1. che il rumore sia generato da molte sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
2. che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
3. che gli eventi massimi H/V siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico, movimenti dello strumento di misura oppure a causa del vento)

La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Iagarashi (1971) ed in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali sulla componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione. L'indagine sismica passiva HVSR è stata eseguita tramite Il programma SEISMOLOG è un programma di registrazione (datalogger) basato su PC e dedicato alla registrazione dei microtremori. Una sessione di registrazione di microtremori può essere eseguita sia al suolo che su strutture. Con lo scopo di fornire il massimo grado di affidabilità il programma permette di avere il controllo in tempo reale della misura in corso. Le elaborazioni sul segnale registrato sono state eseguite da un altro software GEOPSY creato come il risultato dei lavori del protocollo SESAME. (Site EffectS assessment using AMbient Excitations) Il grafico HVSR e generalmente un grafico frequenza (x) – ampiezza del rapporto HV (y). Poiché la frequenza e relazionata alla profondità, il grafico HVSR può tramutarsi in un grafico ampiezza del rapporto HV (x) – profondità (y), dove l'ampiezza del rapporto HV (x) descrive in modo relativo l'ampiezza del contrasto di impedenza tra i mezzi sopra e sotto quella determinata profondità (y). Sebbene tra le due variabili la relazione non sia lineare, maggiore è il contrasto maggiore è l'altezza attesa del picco H/V, inoltre il numero di picchi visibili in un grafico H/V dipende dal contrasto, dalla distanza tra le discontinuità e dalla funzione di lisciamento impiegata. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le renderà difficilmente individuabili singolarmente ed allo stesso tempo una elaborazione con un lisciamento ampio renderà coalescenti le discontinuità minori. Pertanto per ovviare a questi problemi è sufficiente adottare la stessa procedura di acquisizione e di analisi in modo da rendere confrontabili i risultati. Tale tecnica di sismica passiva presenta come le altre tecniche di indagine sismica pregi e difetti nonché particolari modalità di esecuzione e di analisi dei dati rilevati. I pregi fondamentali sono:

1. Maggiore risparmio per singolo sondaggio;
2. Forniscono valutazioni delle Vs30 del medesimo ordine di grandezza di quello "misurabile" con le altre tecniche e permettono agevolmente di discriminare i terreni in funzione della loro classe sismica di appartenenza (A,B,C,D);
3. Possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola" e quindi non necessitano di cavi e/o stese di notevole lunghezza e quindi di spazio come avviene invece per le tecniche in array lineare multisensore (sismica a rifrazione, MASW, RE.MI.). Numerosi studi hanno evidenziato che il criterio di orizzontalità degli strati presenti nel sottosuolo, sia indispensabile per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti da tecniche di sismica passiva (HVSR, MASW, RE.MI.) mentre può ritenersi assolto nel caso di una misura puntuale (stazione singola - HVSR) , non sempre è rispettato nel caso di misure in array (lineare o con diversa geometria - MASW e/o RE.MI.) a causa delle variazioni laterali dei terreni ed a causa di particolari morfologie sepolte : la validità dei risultati, in caso di forti variazioni, può essere invalidata notevolmente.
4. La presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30'); e non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
5. Permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo;
6. I parametri derivati dalla prova (profilo H/V, Spettri di potenza, frequenza fondamentale Fo) possono essere direttamente correlati alle caratteristiche di amplificazione sismica dei terreni in sito;

La tecnica H/V può essere utilmente impiegata nei seguenti settori :

- Microzonazione sismica
- Applicazioni geotecniche
- Stima della potenza dei corpi franosi
- Determinazione degli spessori delle coltri detritiche e piroclastiche
- poggianti su bedrock
- Mappatura della profondità dei bedrock
- Stima delle Vs30 secondo il DM 14/01/2008 (T.U. delle Costruzioni)
- Frequenze di oscillazione degli edifici
- Applicazioni archeologiche

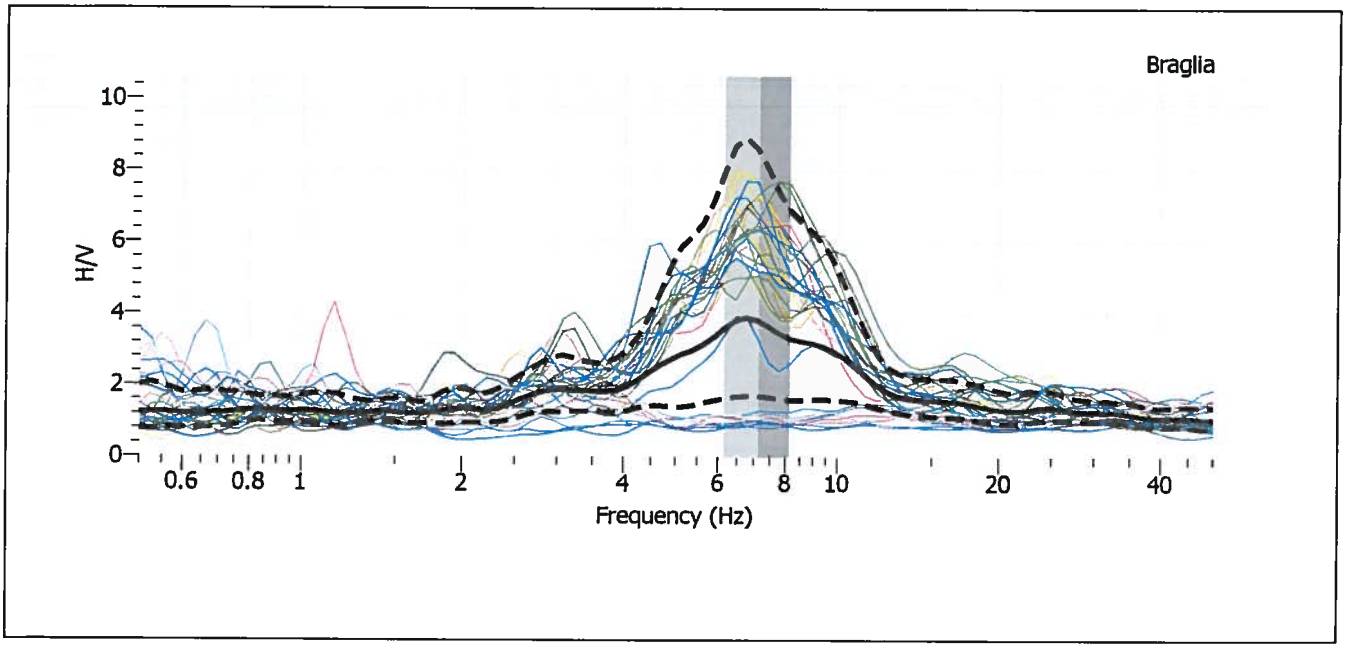
I difetti basilari sono :

- Interpretazione più complessa: vi e infatti la necessita di modelli molto più complicati (campo d'onde completo in sistemi multistrato non necessariamente 1D. Tale difficoltà può essere notevolmente ridotta qualora si disponga di informazioni (sondaggi geognostici, penetrometrie ecc.) quanto più accurate possibili circa la stratigrafia del sottosuolo, anche limitata a profondità minori di 30 m dal p.c.
- Viene comunemente ritenuta (erroneamente) una tecnica a più bassa risoluzione rispetto alle tecniche di sismica in array passiva (REMI) e/o attiva (MASW / SASW): alcuni autori (Mulargia, Castellaro, Rossi - 2006) hanno al contrario dimostrato che sovente con tali tecniche gli errori nella valutazione del profilo delle Vs sono dell'ordine del 50% (down-hole) e/o addirittura del 100 % (SASW,REMI);
- Quindi date tali caratteristiche, la tecnica HVSR può essere utilmente impiegata per ricavare il valore della Vs_{30} non solo negli spazi aperti, ma anche nei locali interni ai fabbricati a patto di garantire il miglior accoppiamento strumento/terreno.

Elaborazione sondaggio H/V. - Grafico dei rapporti spettrali H/V

Sondaggio Braglia – Castelnuovo Monti (RE)

Grafico dei rapporti spettrali HVSR in funzione della frequenza con indicato il valore della frequenza in corrispondenza del massimo della funzione H/V. Si noti che il picco caratteristico del sito è a **7,34 Hz**. La frequenza è inversamente proporzionale alla quota dell'interfaccia stratigrafica e direttamente proporzionale alla velocità Vs dei terreni sovrastanti.



Analisi di qualità della misura eseguita.

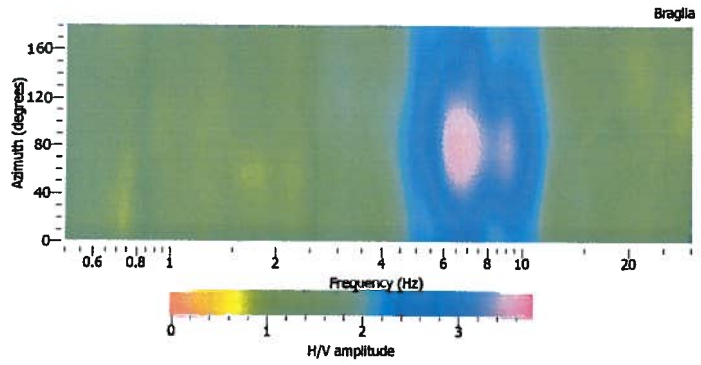


Grafico della analisi direzionale del rumore sismico acquisito.
il grafico serve a valutare la direzionalità del segnale ed evidenzia in questo caso il carattere strutturale e non antropico del picco rilevato.

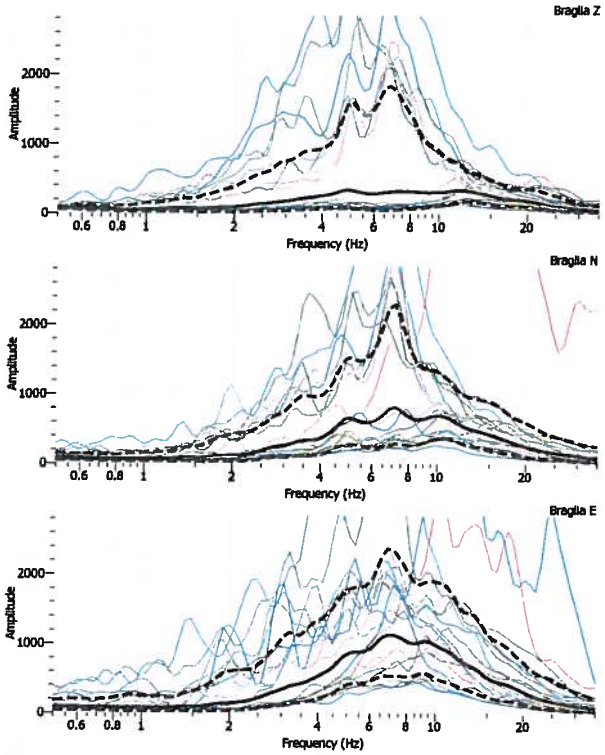
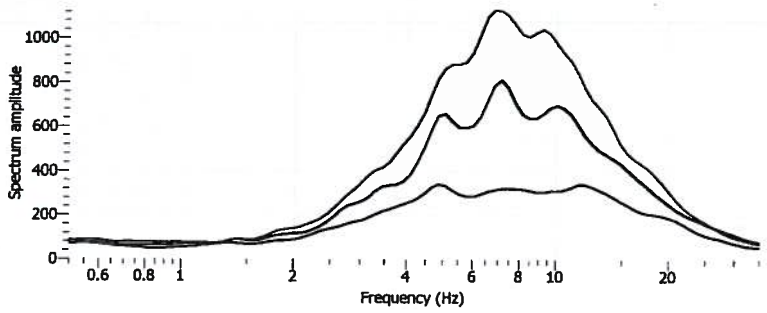


Grafico dei rapporti spettrali per ogni singolo canale
Per ottenere il rapporto HVSR le componenti orizzontali sono mediate con media quadratica e poi divise per la componente verticale (z).



Un buon indicatore della qualità del picco H/V si ottiene dall'esame dei singoli spettri; infatti i massimi fisicamente significativi sono di regola associabili a valori di ampiezza spettrale minima sulla componente verticale.

Formule utilizzate per ricavare i seguenti dati dai sondaggi SCPT e HVSR eseguiti.

1. profondità del substrato (mt)
2. spessore delle coperture (mt)
3. calcolo Vs coperture HVSR (m/s)
4. calcolo Vs coperture correlazione di Otha e Goto
5. calcolo VS_{30} (m/s)

Dati	Formule	HVSR	SCPT
(1) profondità del substrato (mt)	**H = Vs/(frx4)**	**5,14 mt**	**3,80 mt**
(2) Spessore (h) dei sismostrati (mt) Dove: fr = frequenza misurata. Vp e Vs rispettivamente onde P e S nel mezzo 1	$f_r = V_{P1} / (4\ h)$ $f_r = V_{S1} / (4\ h)$	**5,14 mt**	**3,80 mt**
(3) calcolo Vs coperture HVSR (m/s)	**Vs = frx(4xH)**	**150 m/s**	
(4) calcolo Vs coperture metodo di Otha e Goto(m/s)	Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi		**112,3 m/s**
(5) Calcolo della VS_{30} per H < di 30 mt. Dove: fr = frequenza misurata V_B è la velocità delle onde S nel bedrock o bedroch-like	$Vs_{30} = \frac{30}{t_H + t_{30-H}} = \frac{30}{\frac{1}{4f_r} + \frac{(30-H)}{V_B}}$	**428,81 m/s**	

Categoria suolo di fondazione (VS_{30})

Il valore in precedenza calcolato per la VS_{30} è pari a **428,81 m/s**

Ne risulta che i terreni nei primi 30 metri del sottosuolo appartengono alla classe **B**

Fattori di amplificazione.

Fattore di amplificazione topografico (St)

L'area di intervento si ubica in corrispondenza di un crinale con pendenza dei versanti prossima ai 15°, quindi il coefficiente di amplificazione topografico risulta pari a:

St = 1,2 (Categoria T3 – DM 14-01-2008)

Fattore di amplificazione stratigrafico (Ss - DAL 112/2007)

In riferimento allo spessore ed omogeneità dei materiali investigati, si è considerato come substrato marino l'orizzonte presente a circa -5 m da p.c. con Vs corrispondente a 700 m/s.
La definizione del valore Vs_H, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 7,0 m del sottosuolo, si è calcolata mediante la relazione:

$$Vs_H = \frac{5,0}{\sum_{i=1,n} \frac{hi}{vi}}$$

ottenendo:

Vs_H = 350,74 m/s

In occasione di sollecitazione sismica, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali, la successione sismostratigrafica può essere quindi interessata dai seguenti fattori di amplificazione:

Fa PGA = 1,4
Fa IS ($0,1<T_0<0,5$)= 1,4
Fa IS ($0,5<T_0<1$)= 1,4

con un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

a_g= 0,165 g

Conclusioni.

I risultati dello studio sono riassumibili nei seguenti punti:

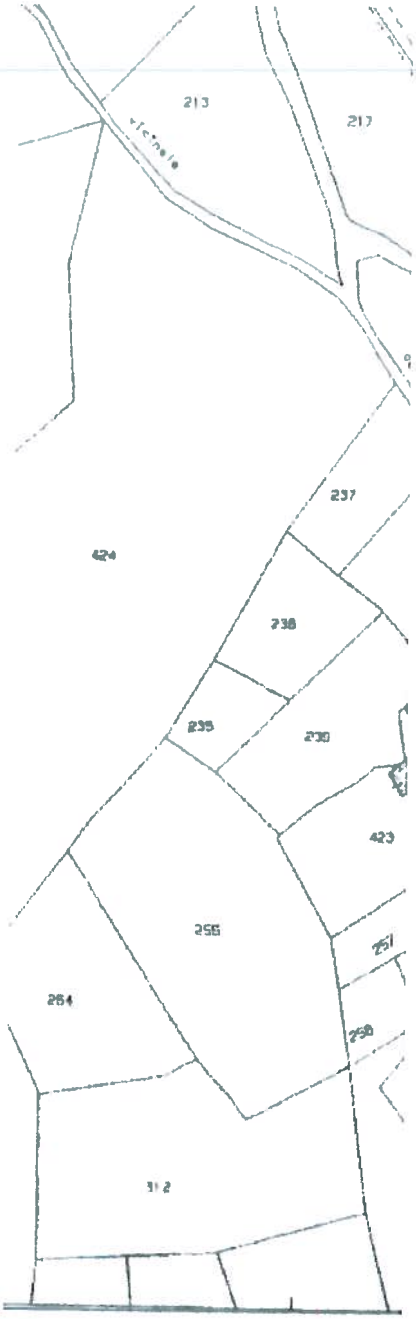
La pericolosità sismica per Castelnuovo nè Monti, intesa come accelerazione orizzontale di picco con il 10% di probabilità di essere ecceduta almeno una volta in cinquanta anni, è compresa tra 150 e 175 cms^2.
Le amplificazioni a scala locale in termini di spettro di risposta raggiungono un fattore di poco inferiore a tre per periodi molto bassi (intorno a 0.1s).
La forma delle curve di amplificazione è riconducibile in questo caso ad un substrato competente posto ad una profondità di circa 5 metri coperto da depositi superficiali con caratteristiche meccaniche basse (VS compresa tra 100 e 200 m/s).

A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dalle vigenti norme D.A.L. n° 112 02.05.2007 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica - sismica.

26 aprile 2012

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42038 Felina (RE)

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DUILIO PIGNEDOLI
GEOLOGO
SEZ.A
N. 575 ALBO P.P.



PRC

ARE

ARE

Microzonazione sismica
scala 1:2000

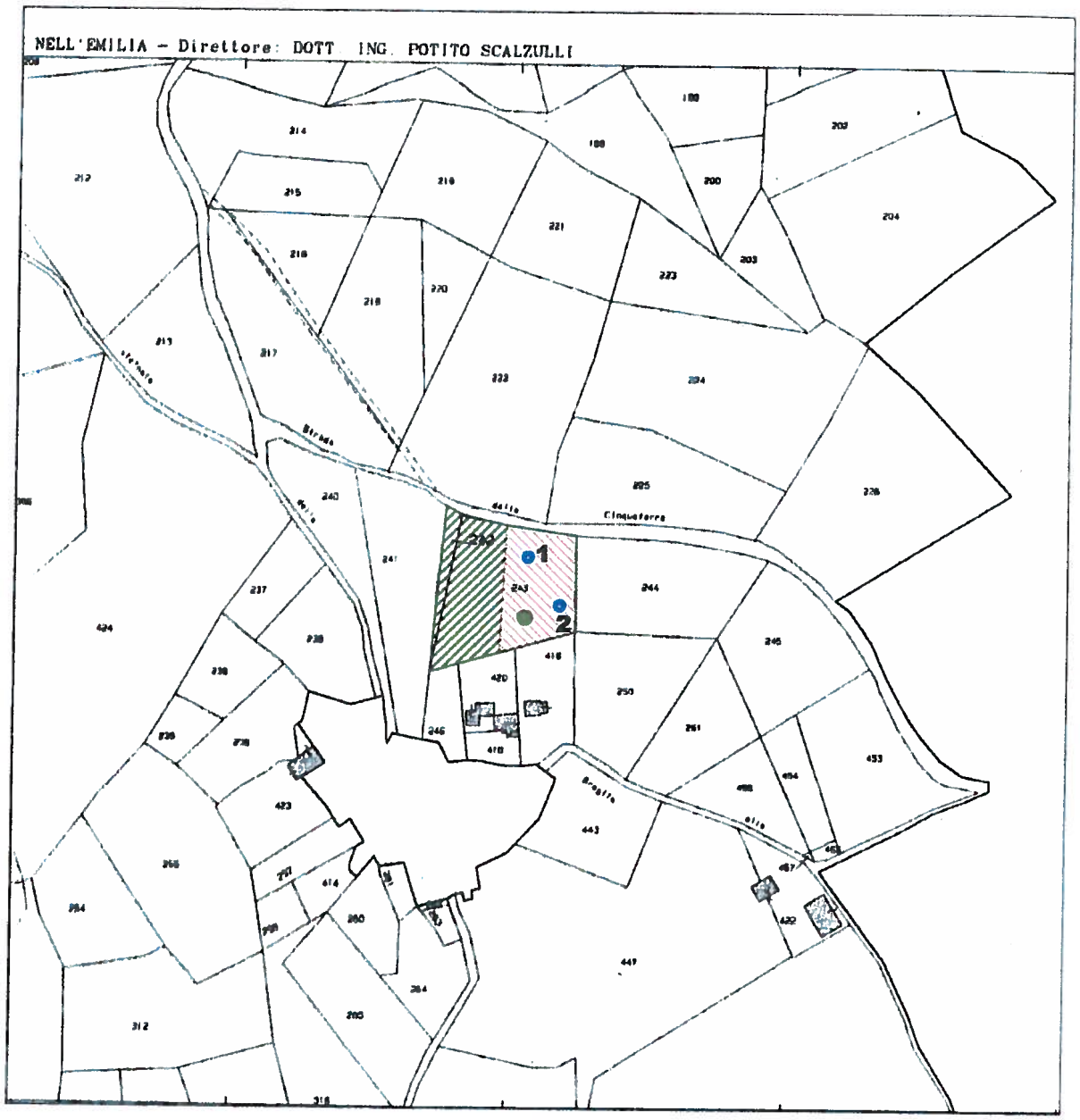
Fa PGA = 1,4
Fa IS (0,1 < T0 < 0,5) = 1,4
Fa IS (0,5 < T0 < 1) = 1,4

PLAN

ubicazione sondaggi

SCPT

HVSR



PROPRIETA' RICHIEDENTE

AREA OGGETTO DI OSSERVAZIONE DA "TR3" a "AC5"

AREA GIA' EDIFICABILE "AC5"

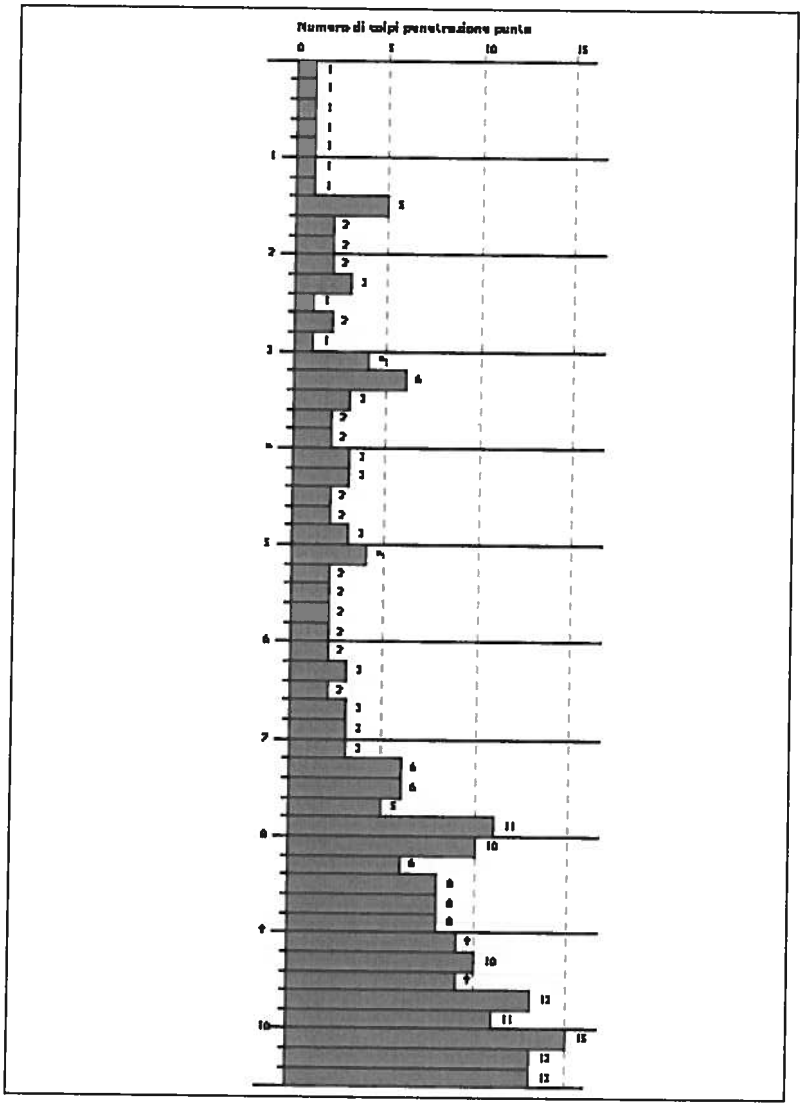
PLANIMETRIA CATASTALE 1:2000

Foglio 28 Mappale 243

Elaborati sondaggi geognostici

PENETROMETRIE SCPT

Stratigrafie

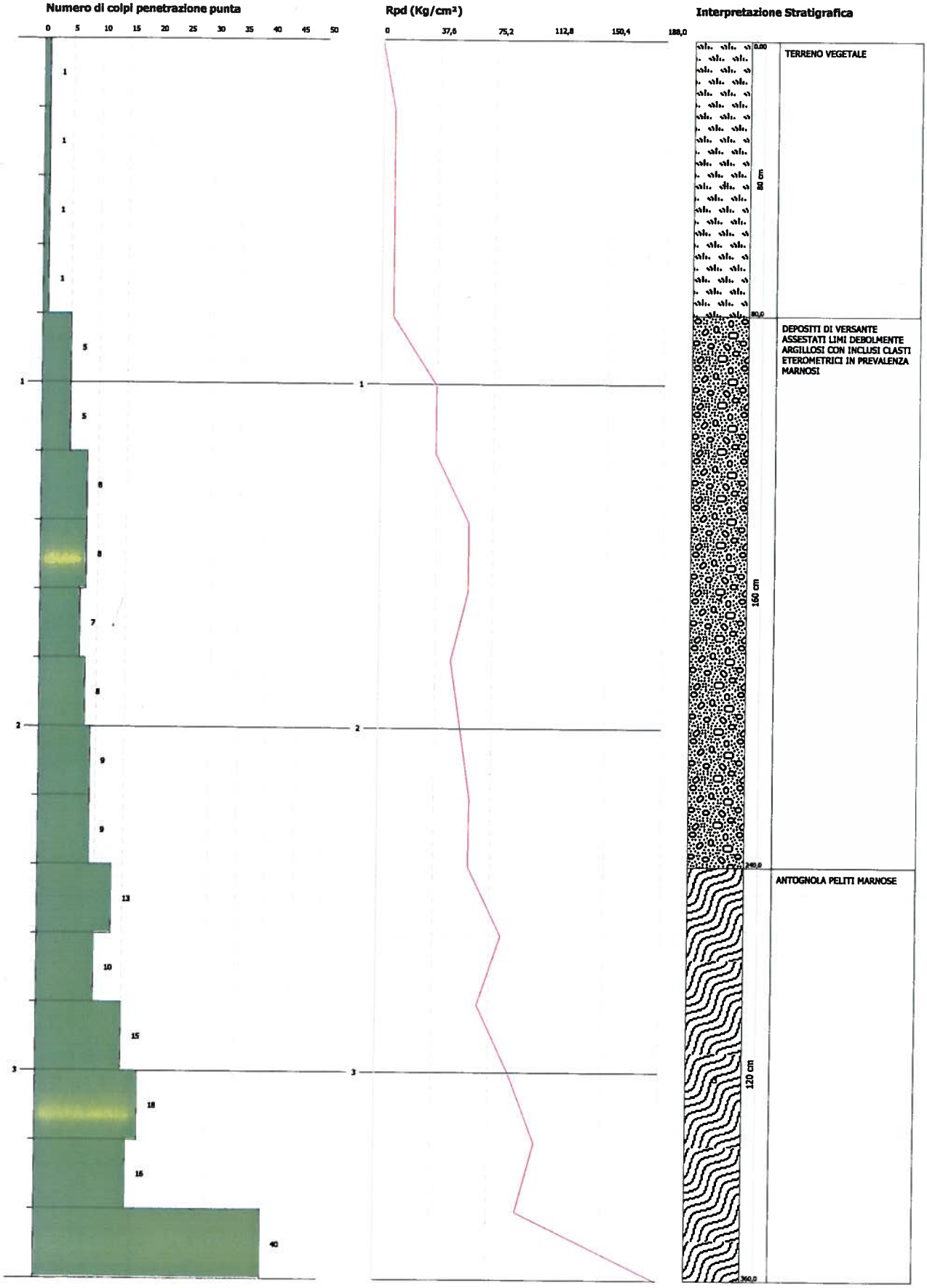


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Sironi
Cantiere : poc
Località : Braglia

Data :24/04/2012

Scala 1:16

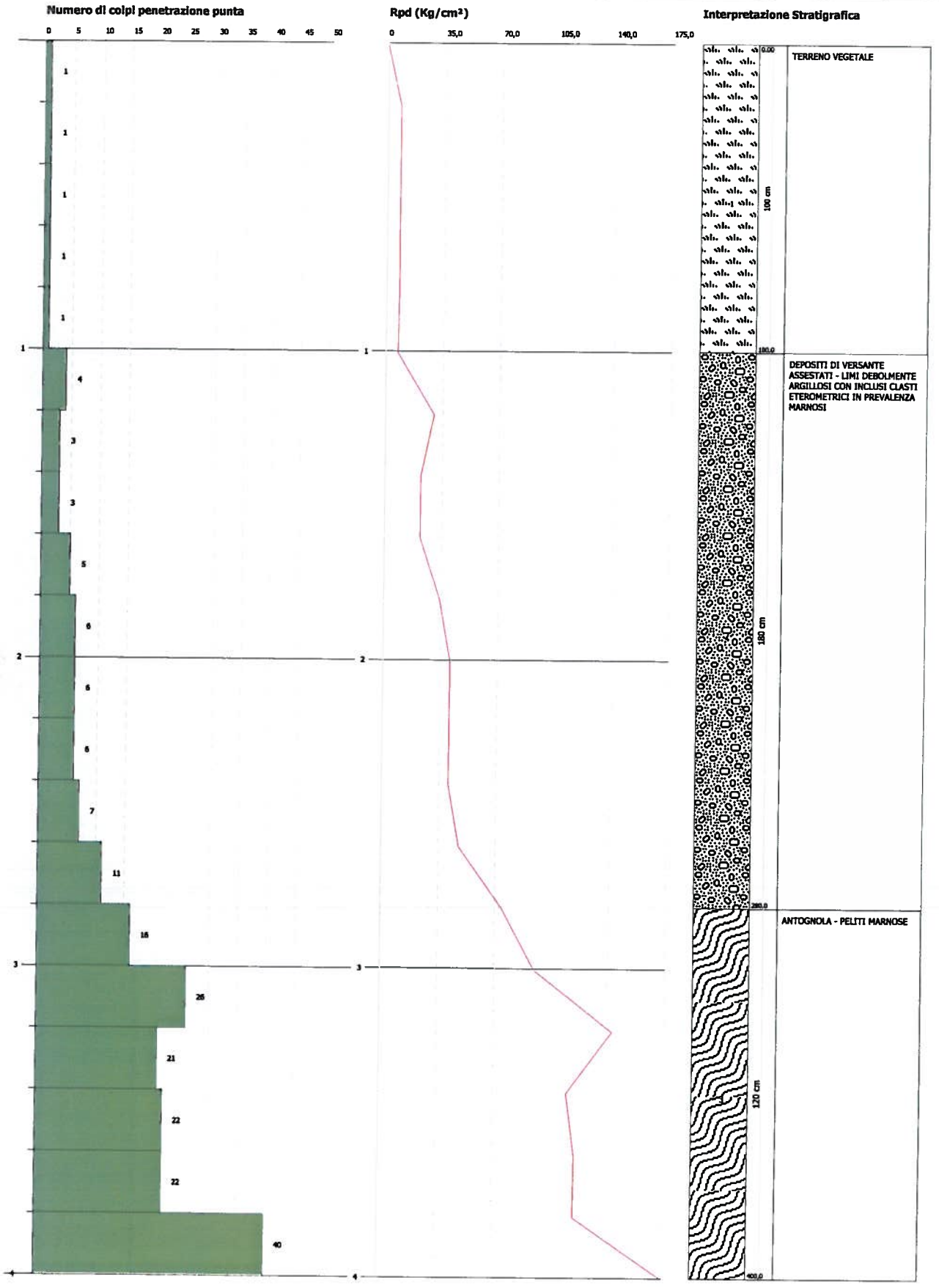


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

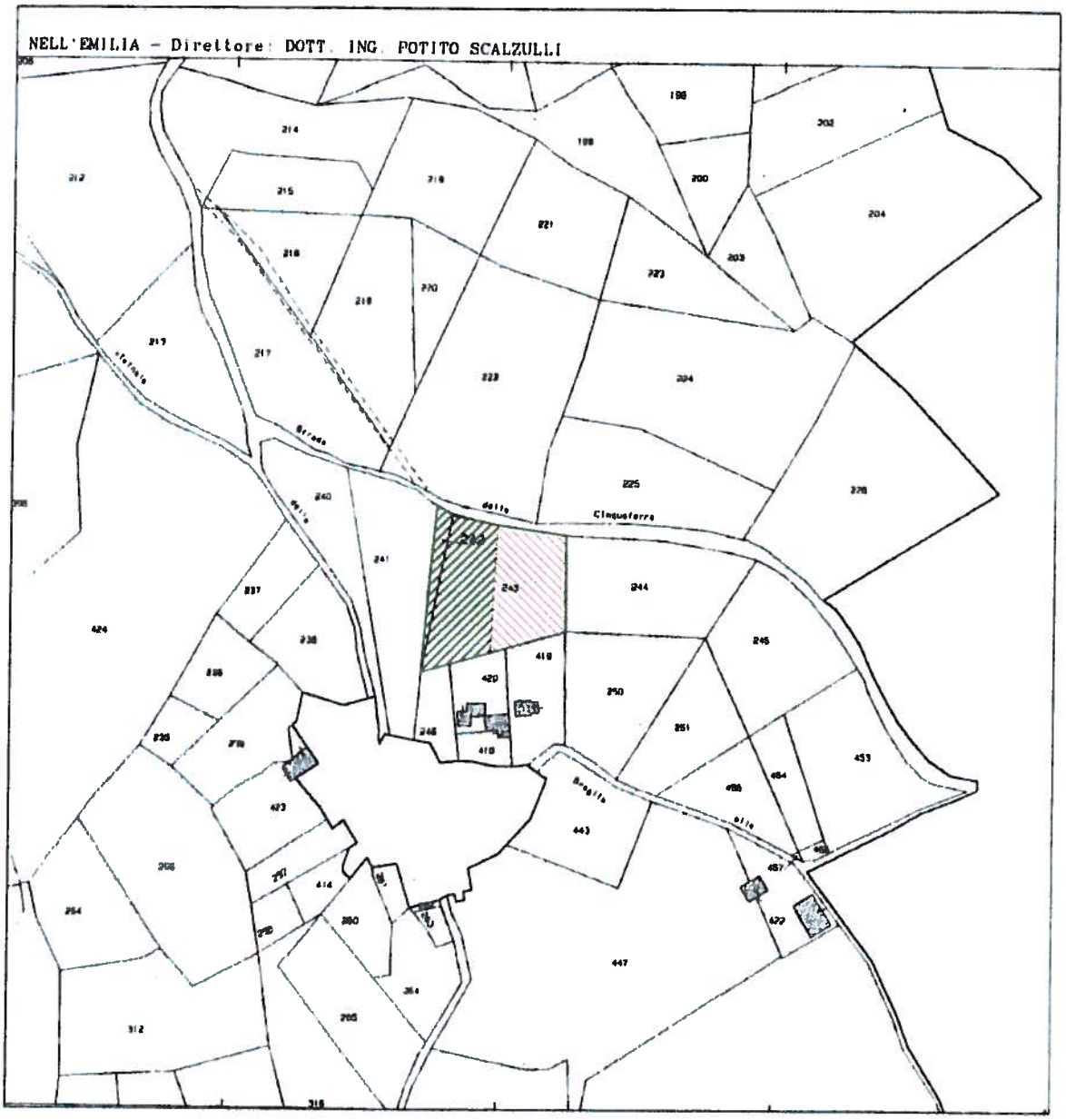
Committente : Sironi
Cantiere : poc
Località : Braglia

Data :24/04/2012

Scala 1:18



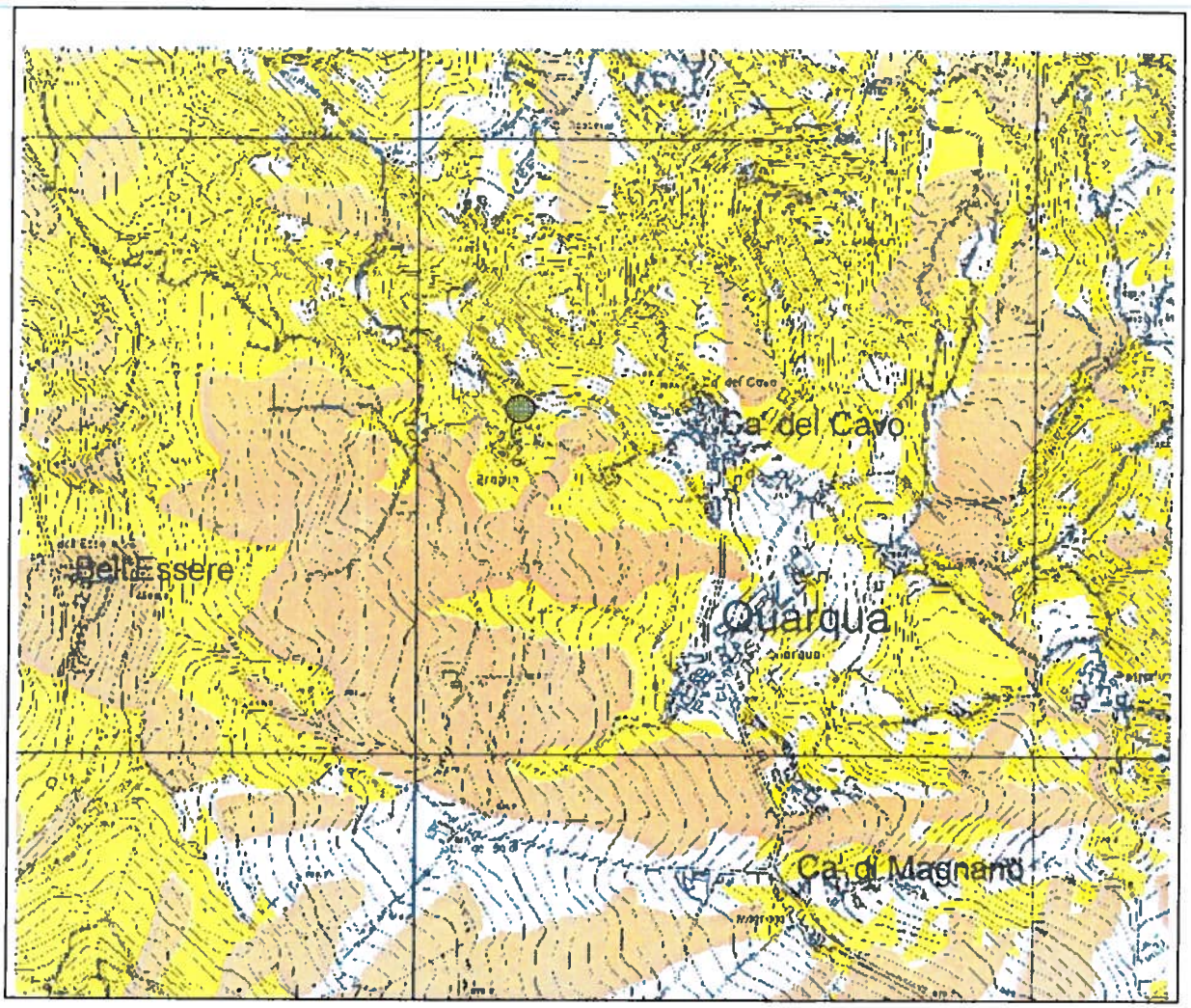
Estratto Catastale



PLANIMETRIA CATASTALE 1:2000

Foglio 28 Mappale 243

Estratto Carta dei livelli di approfondimento - ubicazione



Legenda

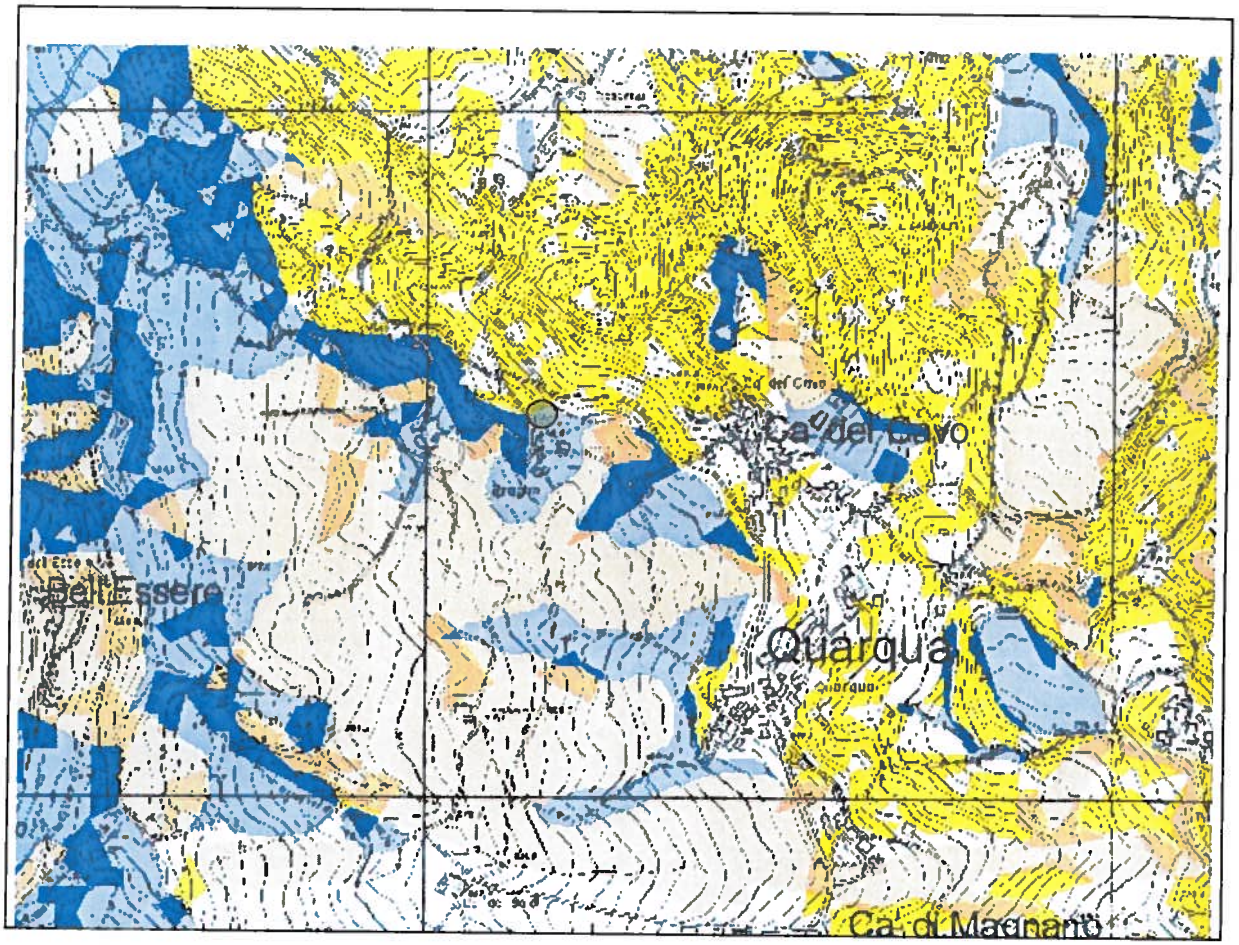
LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

1

2

3

Estratto Carta degli effetti attesi - ubicazione



Legenda

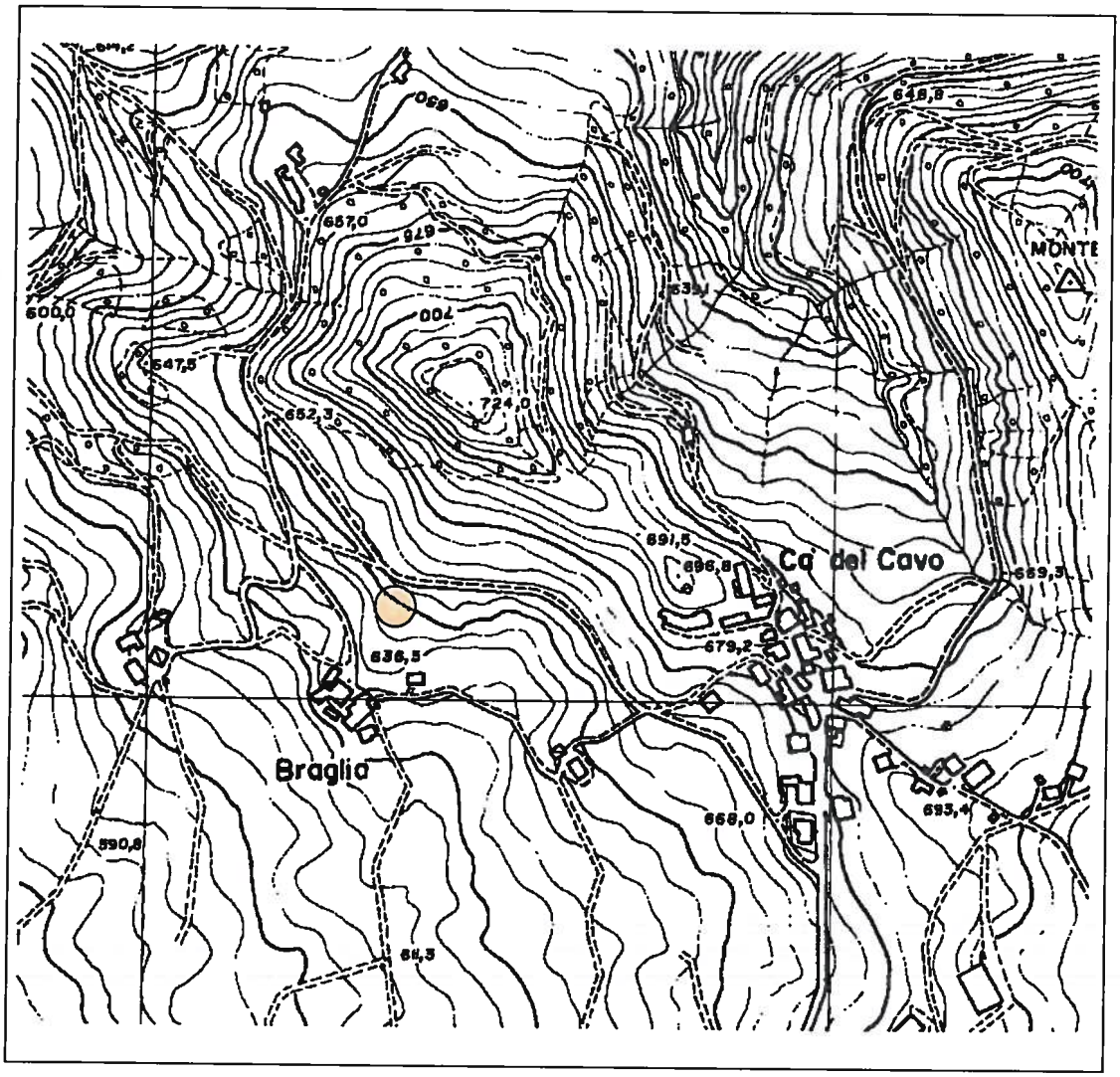
		EFFETTI ATTESI				
		AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
CLASSI	A	X		X		
	B	X	X	X		
	C	X				
	D	X	X			
	E		X			
	F	X				X
	G	X			X (potenziale)	
	H					

N

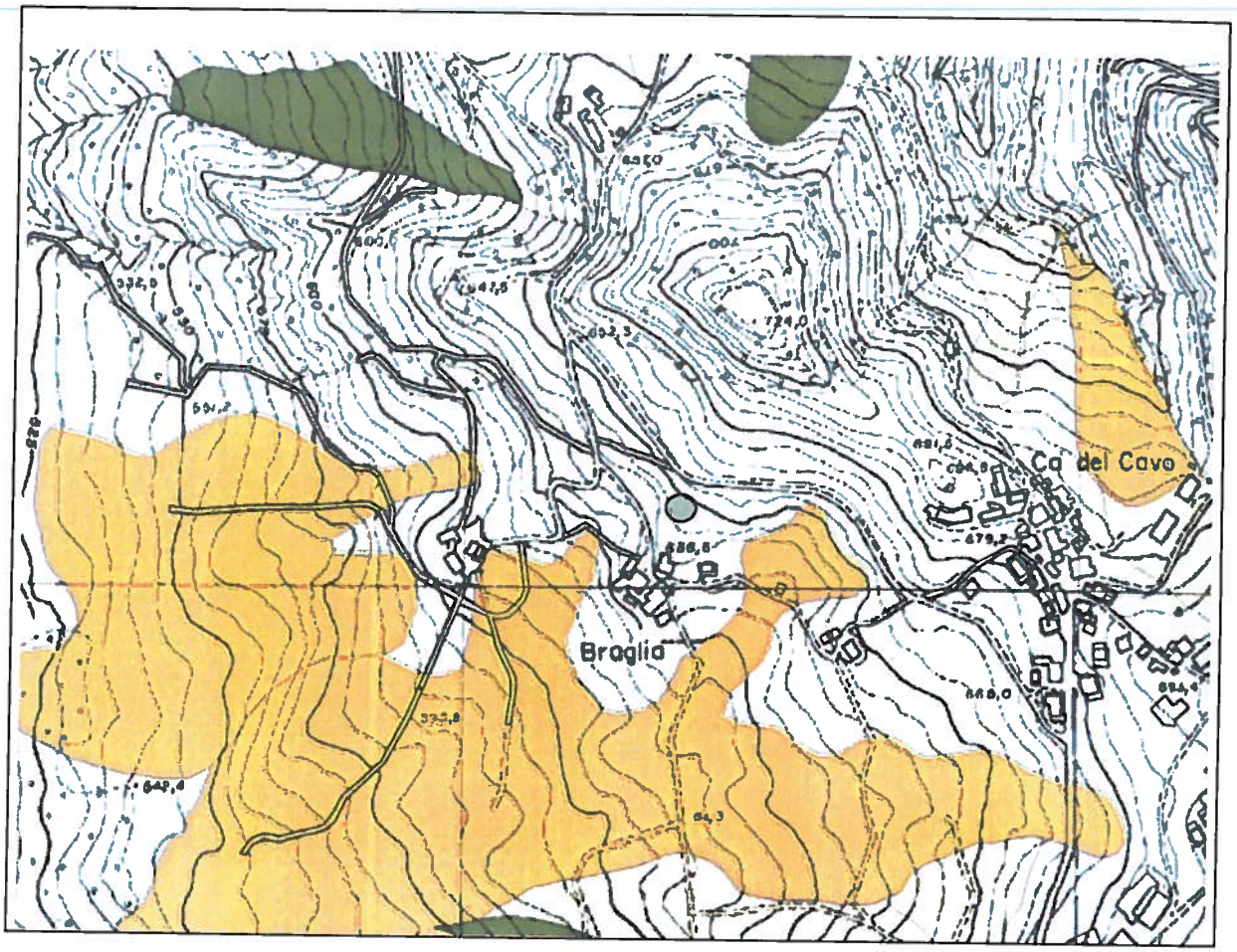
Estratto CTR – 218103

Scala 1:5000

ubicazione



Estratto Carta del Dissesto - Scala 1:10000 - ubicazione



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale 2010

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
Geologo D. Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42035 Felina (RE)
tel. 0522 619267

RELAZIONE

integrativa

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo Monti
Località:	Braglia
Committenti:	Sironi Maria Orlanda
Oggetto:	Richiesta di inserimento nella prima variante al POC
Data:	Marzo 2014

STUDIO TECNICO ASSOCIATO
GEOPROGETTI
CAMPANI Geom. IGINO LUISITO
COSTETTI Geom.VINCENZO
COSTI Geom. MARIO

Via Roma n. 60/2
42035 Castelnovo ne' Monti (RE)
Tel./Fax 0522/811592
e-mail geoprogetti2000@libero.it
Cod.F./P.Iva 01541730352

Il presente disegno è di esclusiva proprietà dello studio, la riproduzione non autorizzata è perseguibile a norma di legge

NOTE:

STATO DI

IL TECNICO:

CAMPANI geom. IGINO - LUISITO
COLLEGIO GEOMETRI PROV. DI REGGIO E. N. 1504
Castelnovo Monti

Nome Disegno
A14/Prg/MARIA

COMMITTENTE:
Signora SIRONI Maria Orlanda
Via Casino n° 8
42035 CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

DATA:

LAVORO:
PROPOSTA DI VARIANTE CARTOGRAFICA AL PSC/RUE
POC PER RICHIESTA DI DESTINAZIONE RESIDENZIALE

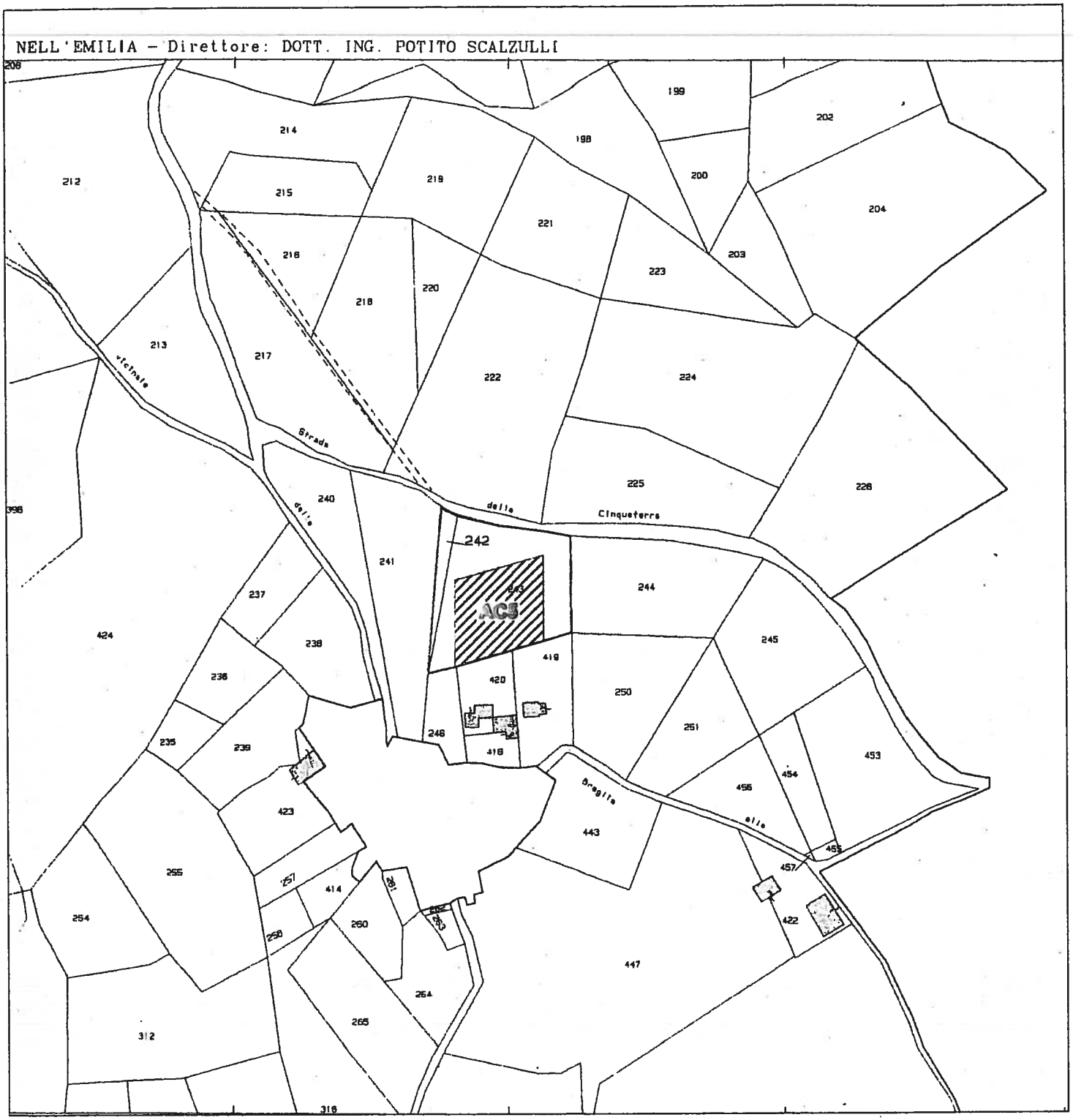
SCALA:
1:2000

DENOMINAZIONE:
PLANIMETRIA CATASTALE
ESTRATTO P.S.C. – R.U.E.
SCHEDA POC N. 12

TAVOLA:
1

I_ Richiedent_

SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI

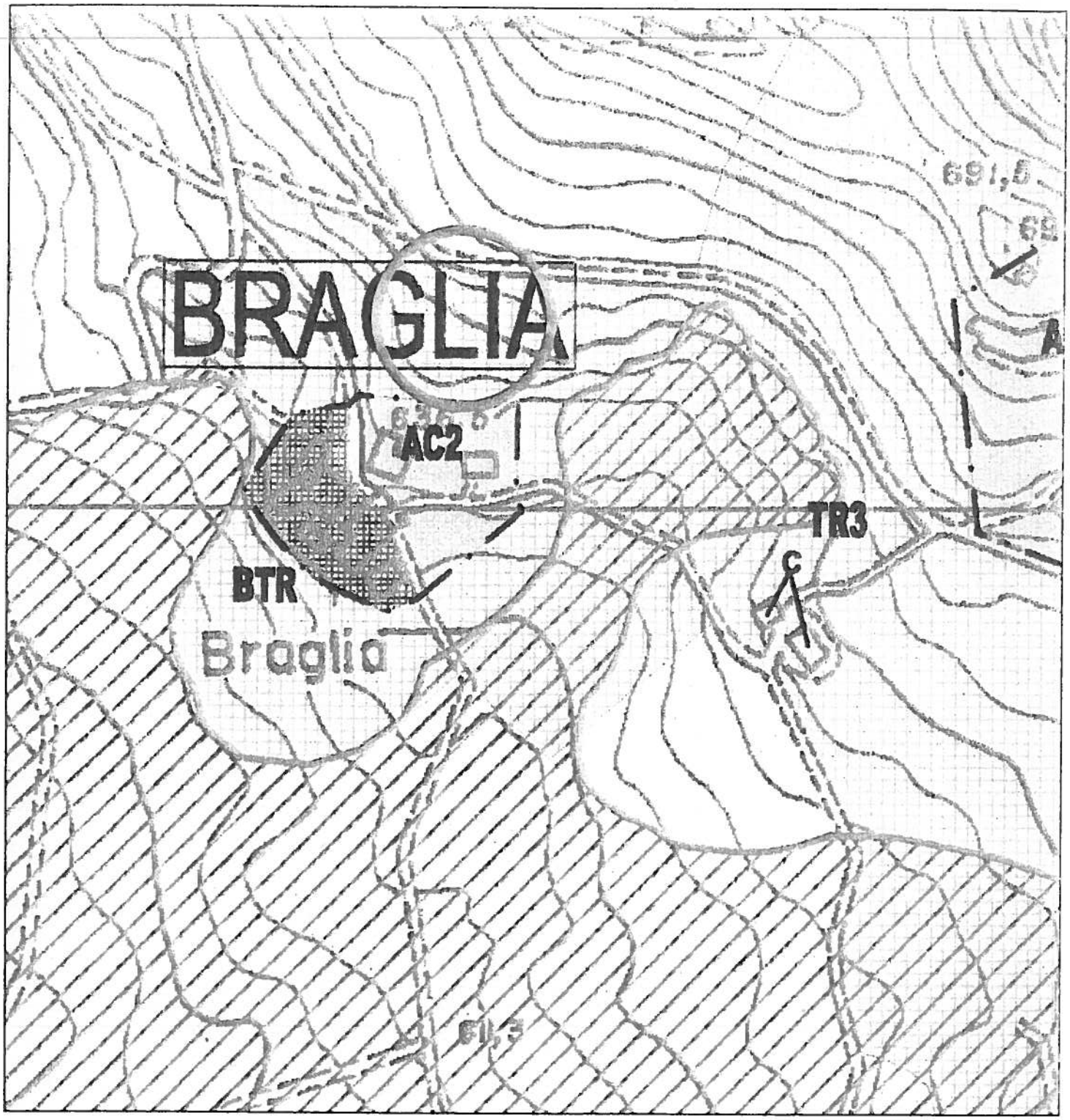


PROPRIETA' RICHIEDENTE

AREA EDIFICABILE "AC3"

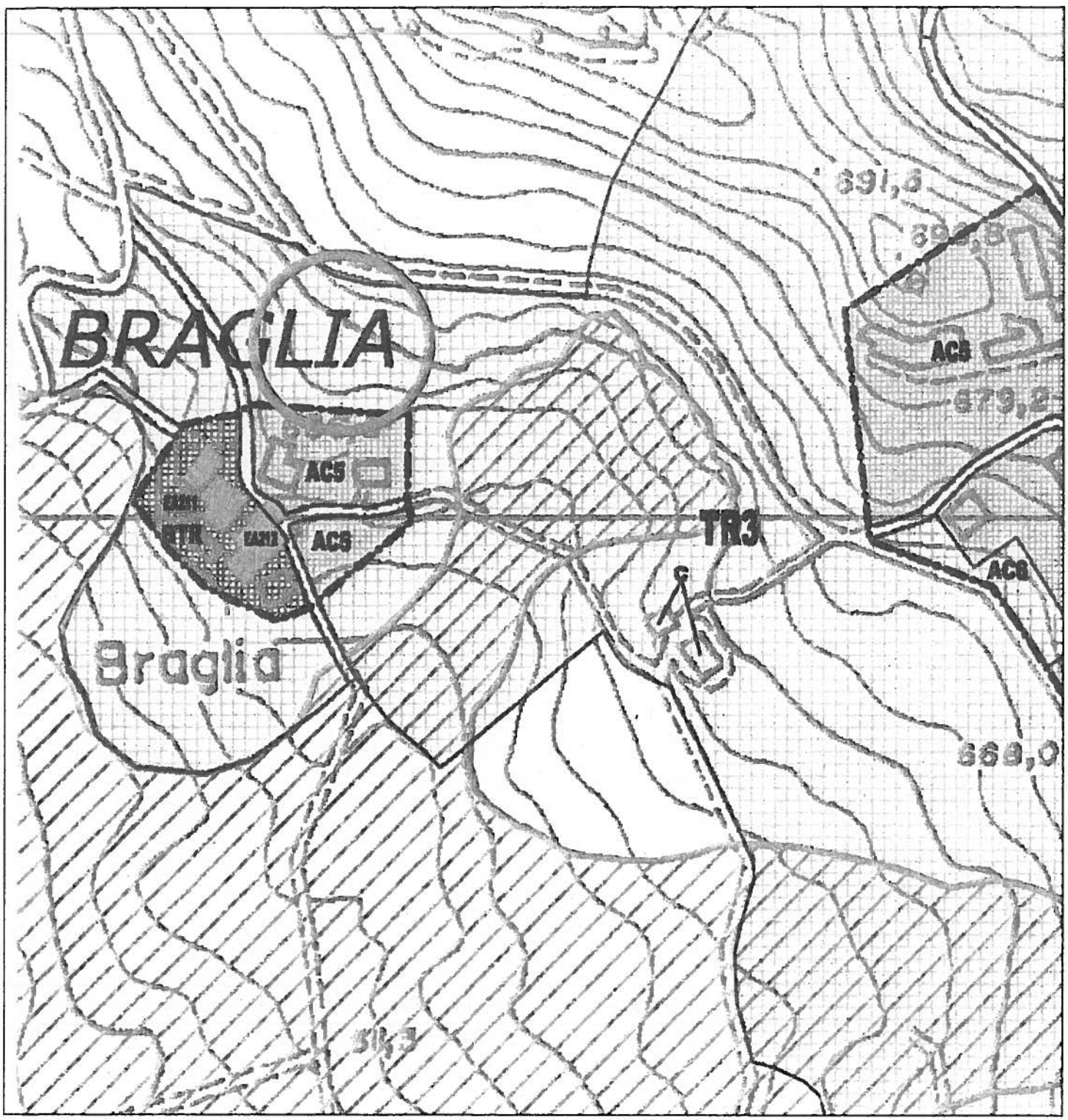
PLANIMETRIA CATASTALE 1:2000

Foglio 28 Mappale 243



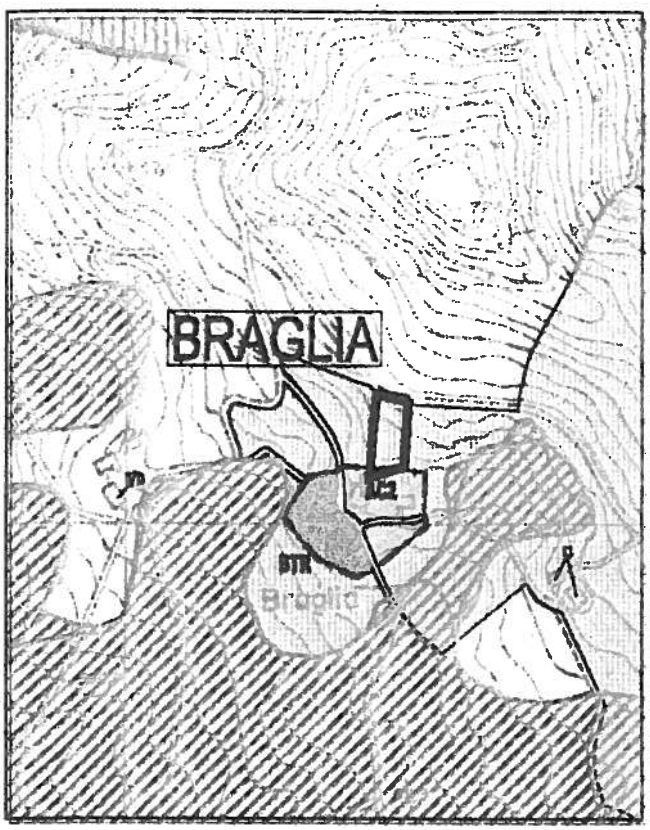
AREA OGGETTO DI OSSERVAZIONE

ESTRATTO P.S.C.. Tav. P5.16 - 1:2000

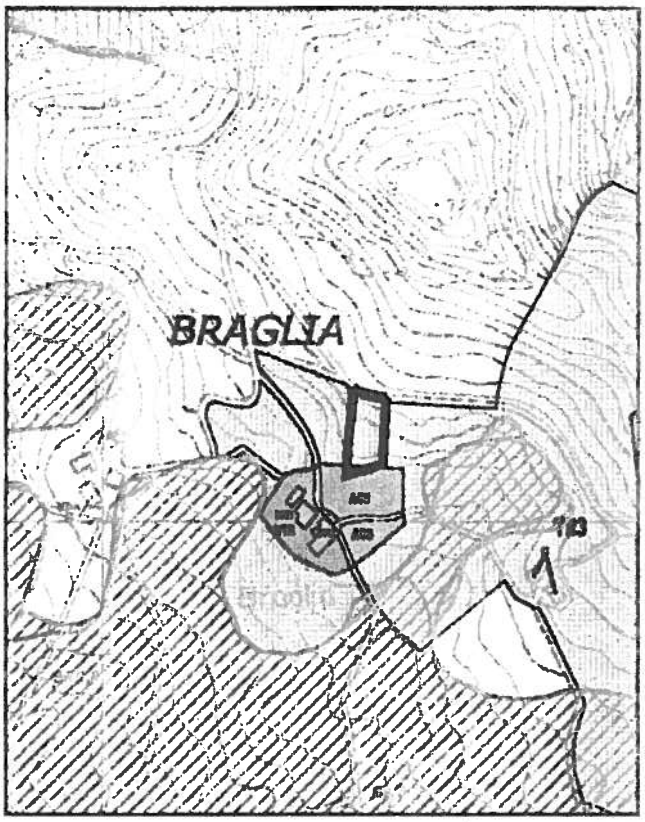


AREA OGGETTO DI OSSERVAZIONE

ESTRATTO R.U.E. Tav. P5.16 - 1:2000

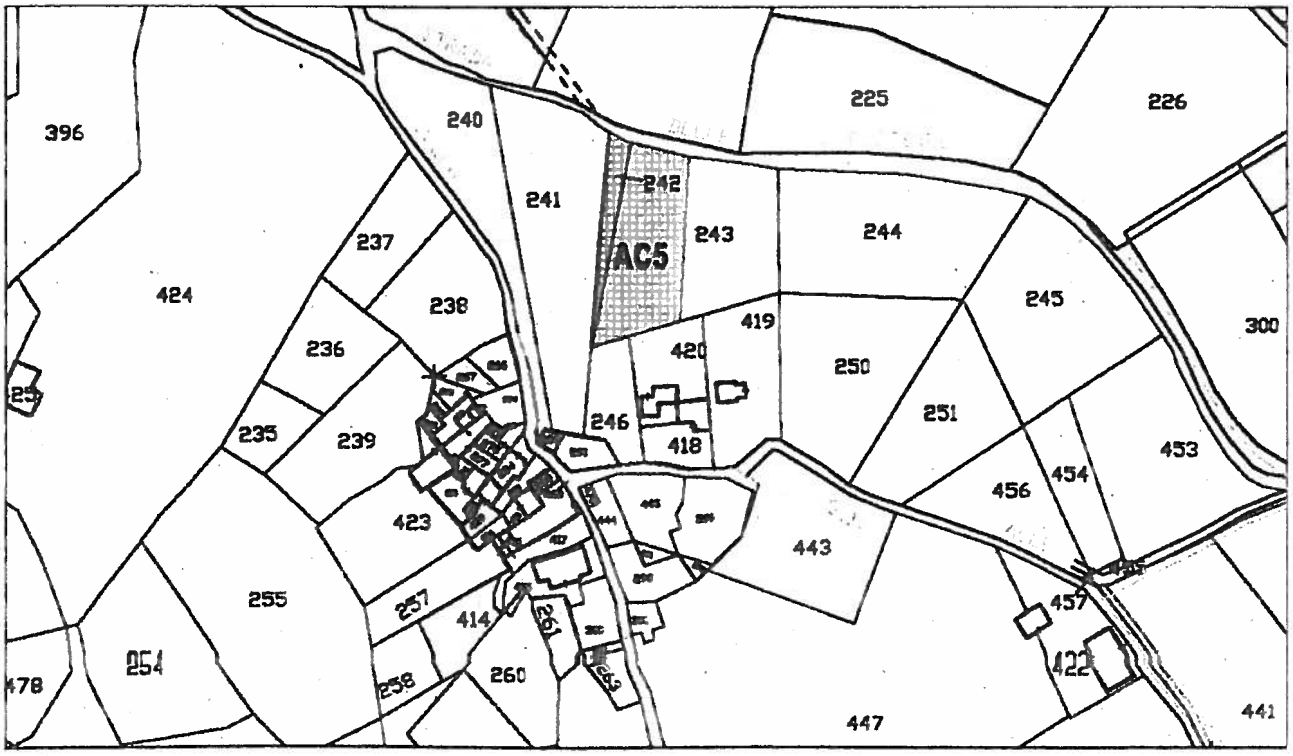


Estratto PSC - Tav. PSC P5.16 - scala 1:5000 con individuazione ambito inserito nel P.O.C.



Estratto RUE - Tav. RUE P5.16 - scala 1:5000 con individuazione ambito inserito nel P.O.C.

SCHEMA DI ASSETTO URBANISTICO DEL P.O.C.



scala 1:2000

SCHEDA P.O.C. N° 12

Premessa.

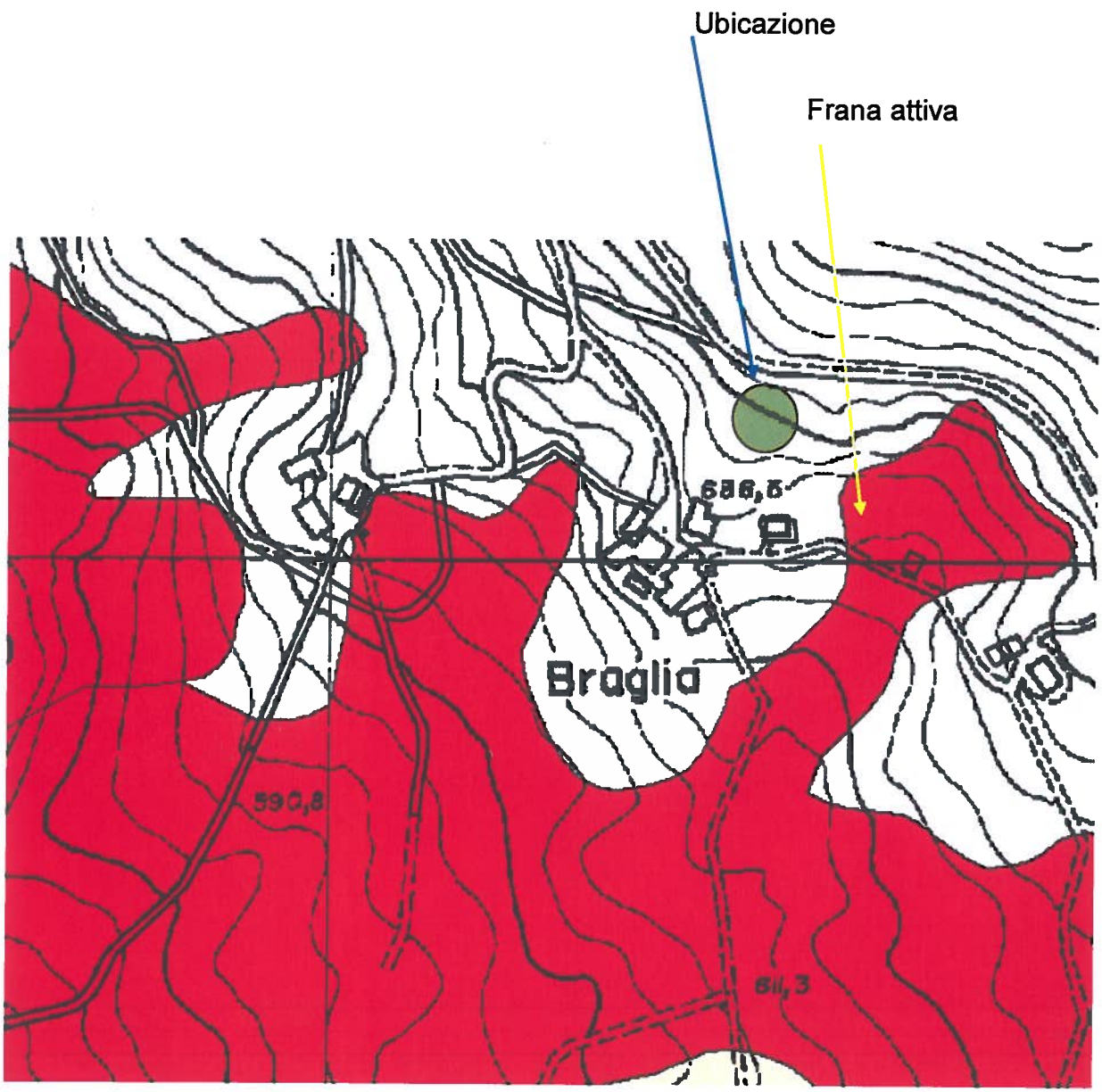
La presente relazione integrativa alla relazione geologica del aprile 2012 per richiesta di inserimento nella variante al POC del Comune di Castelnuovo né Monti riguarda:

- La distanza del lotto in oggetto dalla frana attiva riportata sulla carta del P.A.I. situata in lato nord-est secondo l'art. 57 comma 4 del P.T.C.P.

Si riporta l'art. 57 comma 4 del PTCP (zone ed elementi caratterizzati da fenomeni di instabilità)

4. Nel rispetto delle disposizioni generali di cui al precedente secondo comma, sono inoltre consentiti interventi di mantenimento e consolidamento strutturale e funzionale delle infrastrutture esistenti per documentate esigenze di sicurezza e/o pubblica utilità.
E' inoltre consentita la nuova realizzazione di infrastrutture lineari e a rete, e annessi impianti, riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente volto a dimostrare la non influenza negativa, nonché il non aggravio di rischio idrogeologico sulle condizioni di stabilità del versante e di rischio per la pubblica incolumità. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto dello stato di dissesto in essere.
In sede di adeguamento dei propri strumenti urbanistici e regolamentari, i Comuni sono tenuti a definire, sulla base di specifici approfondimenti conoscitivi, adeguate distanze di rispetto dai limiti delle aree interessate da frane attive in funzione della loro possibile evoluzione. A tali aree contermini si applicano le medesime norme di cui al presente comma e al precedenti commi 2 e 3.

Estratto carta del dissesto



Inquadramento topografico.

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218103

Carta del dissesto Scala 1: 10.000 Elemento n° 218100

Sovrapposizione CTR Catastale e PAI.

In allegato si riporta la sovrapposizione delle carte a scala 1:2000 con indicate le distanze dalla frana la minima risulta di 29,51 mt.

Considerazioni su eventuali richiami da parte della zona in frana sul lotto in oggetto.

INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

L'area è formata in superficie da depositi eluviali e colluviali e da lenti di depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di indagini geognostiche SCPT, riportate in dettaglio nella relazione geologica del aprile 2012. che nel seguito si riepilogano:

Coperture

"escludendo il primo terreno vegetale, da uno strato costituito dai depositi di origine colluviale ed eluviale, sono Limi argillosi, aventi uno spessore sostanzialmente costante su tutta la zona investigata che risulta essere mediamente di 2,80 mt. dal piano campagna"

Substrato.

"È costituito dalla Formazione di Antognola – Peliti marnose compatte di colore grigio verdastro in affioramento in lato nord"

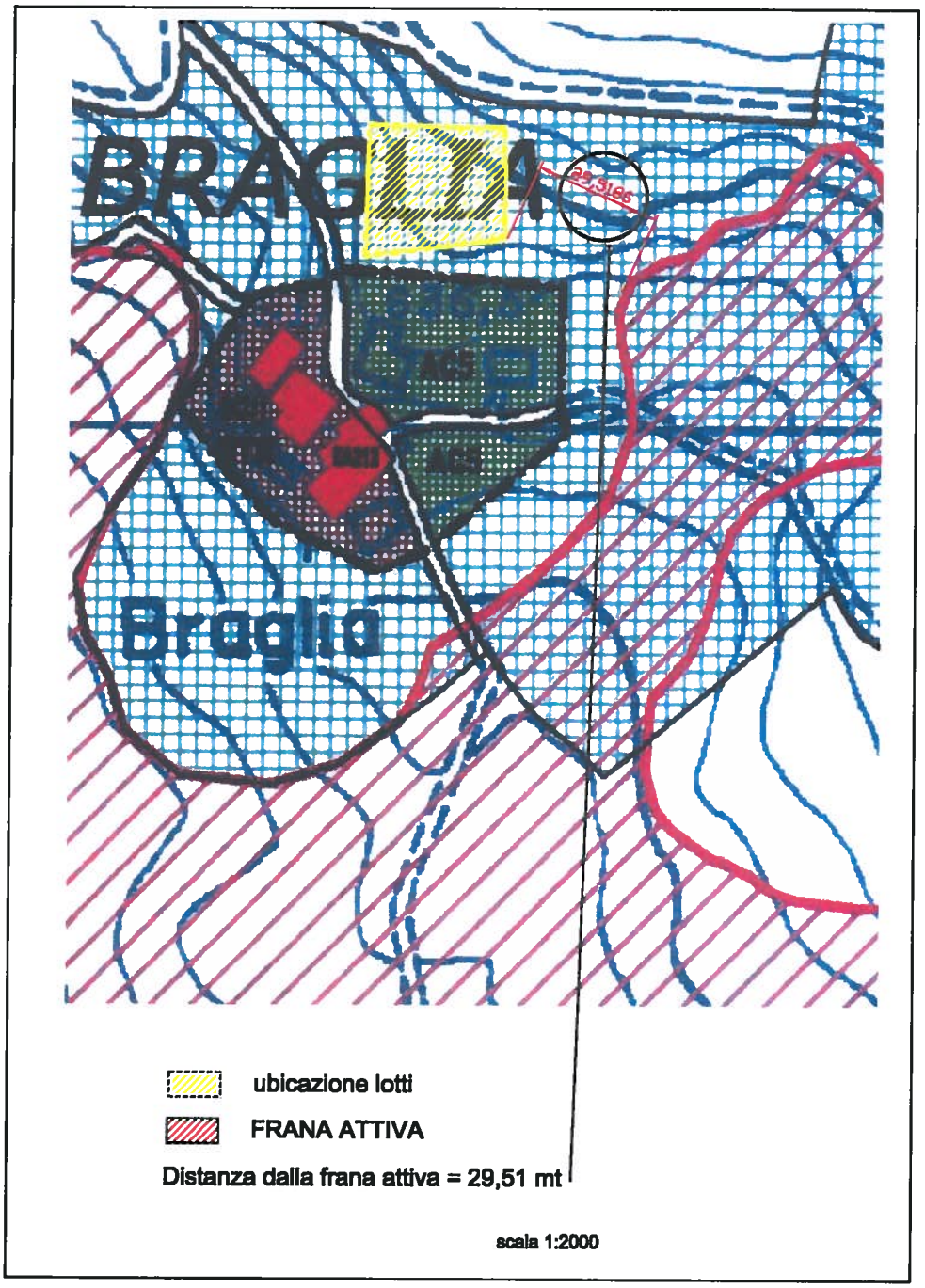
Le situazioni definite come frane attive, riportate dalla Carta del Dissesto, si sviluppano dove vi sono condizioni favorevoli al dissesto ovvero; elevati spessori delle coperture e presenza di acque di versante favorite dalla morfologia concava (piccole e allungate vallecole disposte nel senso del pendio)
Non possono (per richiamo) coinvolgere l'area in esame in merito alla ubicazione (sul crinale) di quest'ultima, oltre a ciò la litologia dei lotti esaminati è in modo sostanziale diversa dalle zone in frana, essendo costituita da un substrato roccioso quasi affiorante, oltre a ciò i modesti spessori delle coperture potranno essere superati attestando le fondazioni sul substrato stabile sottostante.

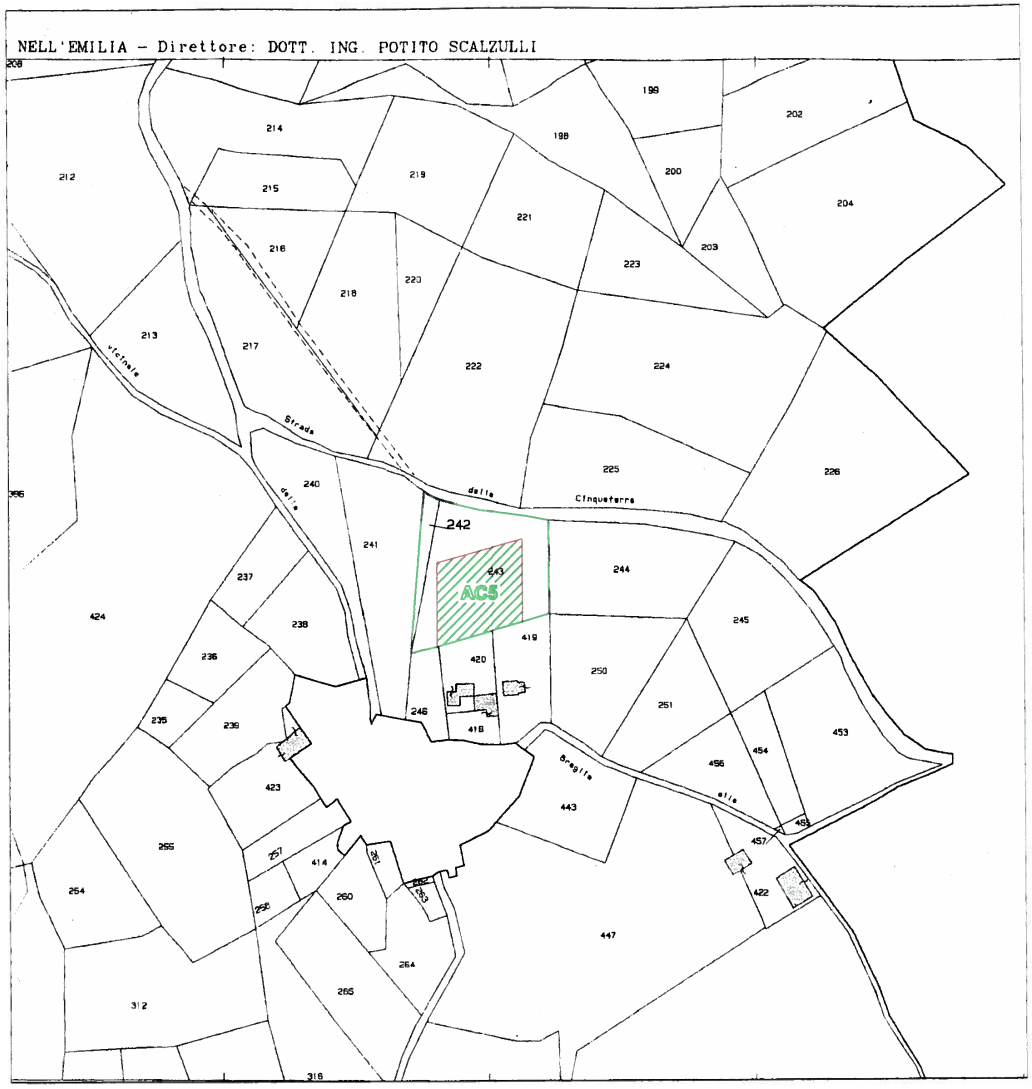
Si ritiene pertanto l'area in oggetto non soggetta a fenomeni di richiamo da parte della frana attiva.



26 marzo 2014

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42038 Felina (RE)


Bragalla
ubicazione lotti
FRANA ATTIVA
Distanza dalla frana attiva = 29,51 mt
scala 1:2000

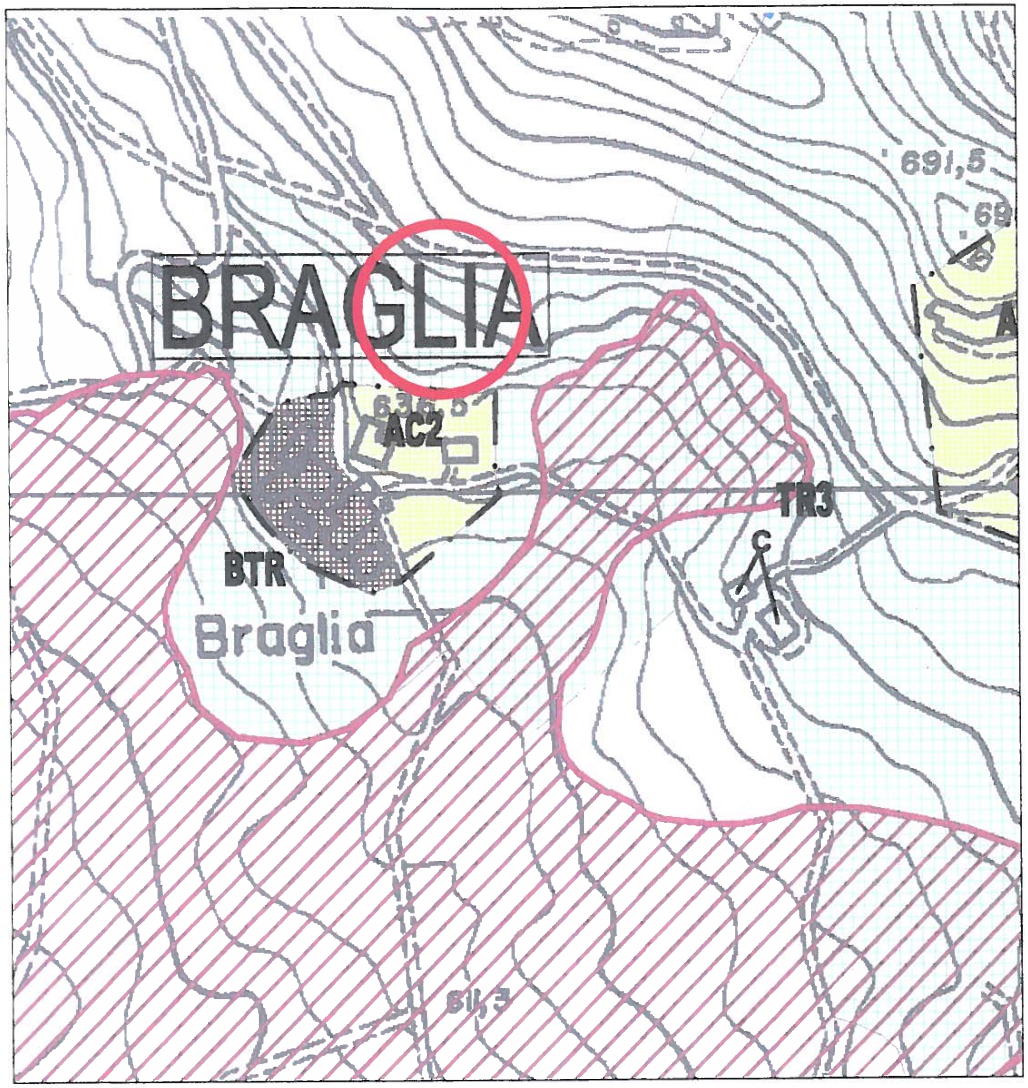


PROPRIETA' RICHIEDENTE

AREA EDIFICABILE "AC5"

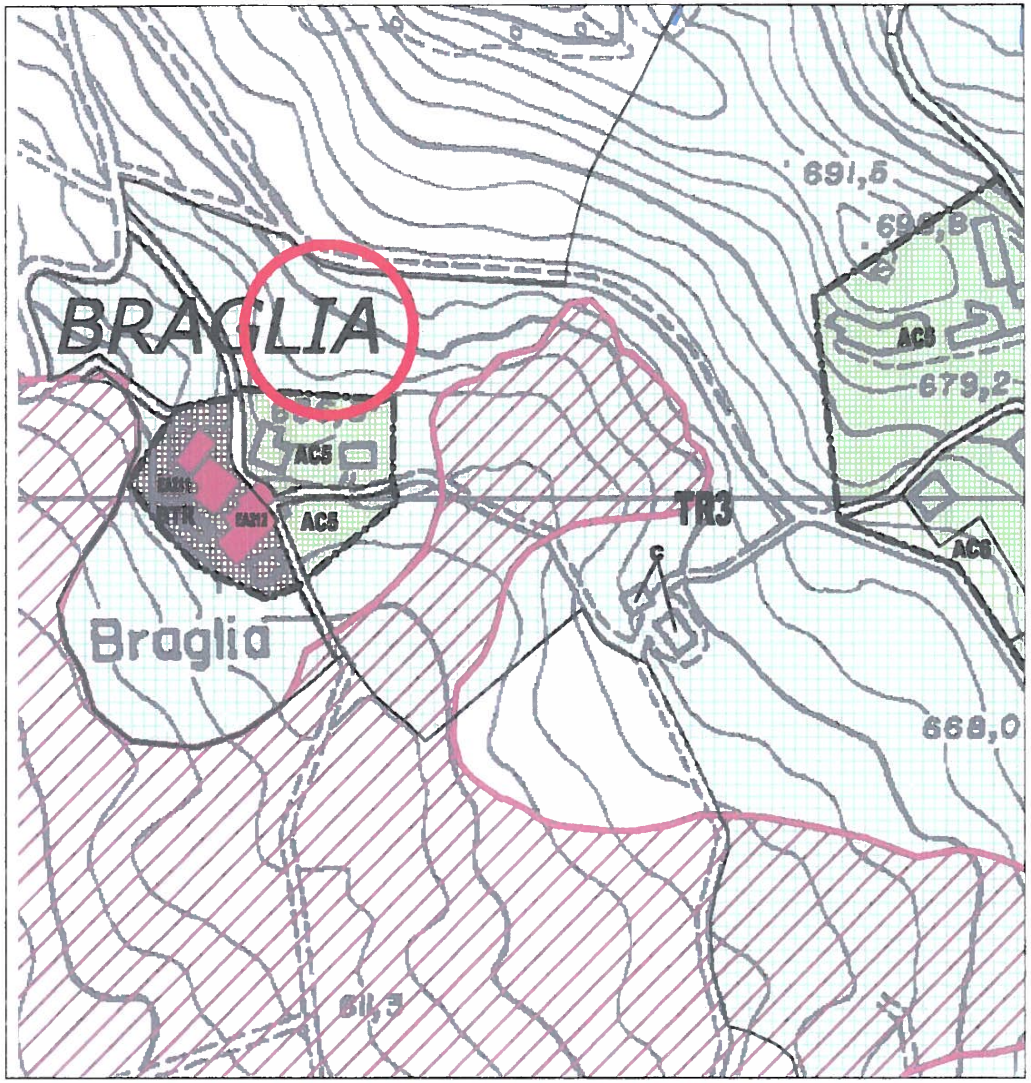
PLANIMETRIA CATASTALE 1:2000

Foglio 28 Mappale 243



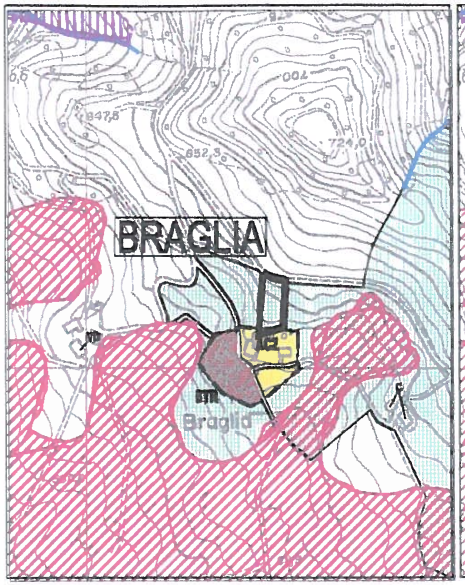
AREA OGGETTO DI OSSERVAZIONE

ESTRATTO P.S.C.. Tav. P5.16 - 1:2000

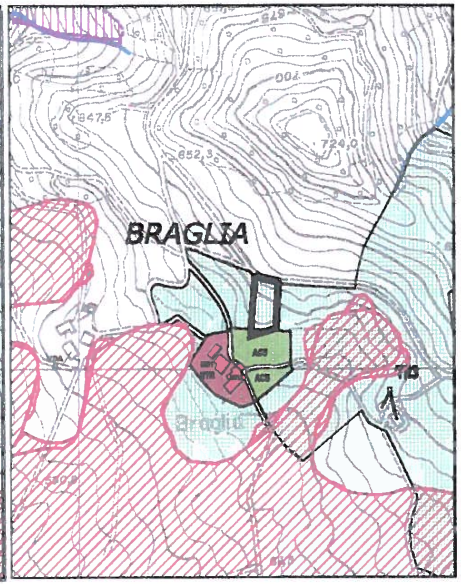


AREA OGGETTO DI OSSERVAZIONE

ESTRATTO R.U.E. Tav. P5.16 - 1:2000

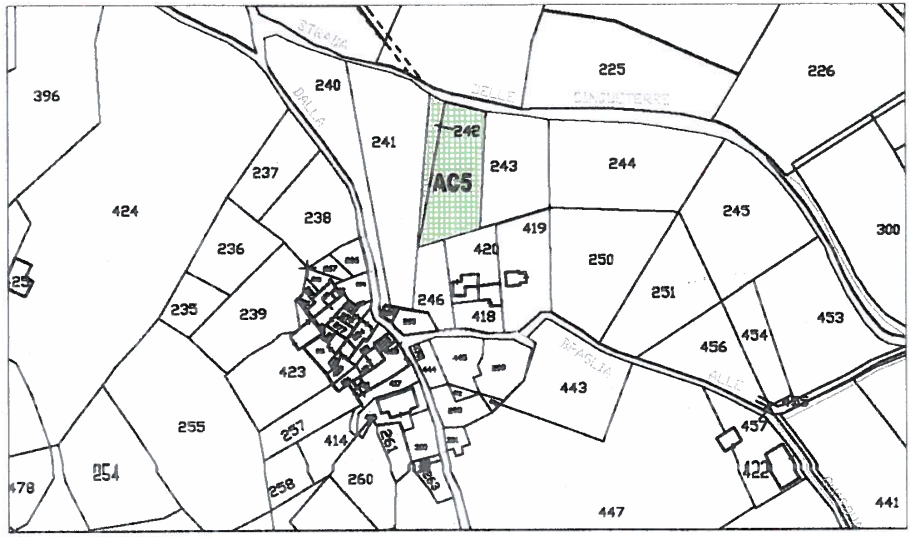


Estratto PSC - Tav. PSC P5.16 - scala 1:5000 con individuazione ambito inserito nel P.O.C.



Estratto RUE - Tav. RUE P5.16 - scala 1:5000 con individuazione ambito inserito nel P.O.C.

SCHEMA DI ASSETTO URBANISTICO DEL P.O.C.



scala 1:2000

SCHEDA P.O.C. N° 12

Scheda 9 ambito AC2 TR3

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale, 14 - 42038 Felina (RE)
Tel. - Fax. 0522/ 619267

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
08. APR. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT.... CLAS..... FASC...

RELAZIONE

Geologica e Geotecnica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo né Monti
Località:	Frascaro
Committente:	Cavalieri dott. Giovanni
Oggetto:	I° POC Comunale - proposta di inserimento di fabbricato residenziale
Data:	aprile 2006

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in ottemperanza alle vigenti leggi su incarico del Sig. Cavalieri dott. Giovanni, per l'area sita in Comune di Castelnuovo né Monti (RE) in località Frascaro e interessata da progetto per inserimento di fabbricato residenziale. Gli aspetti principali analizzati nel seguente lavoro sono:

1. Caratteristiche litostratigrafiche della zona;
2. Stabilità dell'area;
3. Caratteristiche geotecniche del terreno;
4. Caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche.

Allo scopo sono state eseguite sette penetrometrie dinamiche pesanti sull'area di intervento, ubicate come in allegato.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R.
scala 1: 5000
elemento n° 218131

Carta geologica
Scala 1: 10.000
Elemento 218130

Caratteri litologici.

Coperture. nella zona interessata sono costituite da depositi eluviali e colluviali con inclusi clasti eterometrici in prevalenza arenacei, i sondaggi eseguiti né hanno determinato lo spessore che risulta mediamente di circa 6 mt. si vedano stratigrafie in allegato.

Substrato. L'area fa parte del Complesso Indifferenziato (CIN) costituito da argille con inclusi litotipi eterometrici in prevalenza calcareo-marnosi.

Caratteri idrologici ed idrogeologici.

Il monte soprastante l'abitato di Frascaro (M. Castelletto) è sede di importanti captazioni di acqua essendo costituito da Arenarie molto permeabili per fratturazione. Tale percolazione sotterranea emerge a giorno per salto di permeabilità quando trova il substrato essenzialmente impermeabile, sono infatti numerose le sorgenti al contorno del rilievo.

Stabilità dell'area.

La zona in esame non presenta situazioni di instabilità né in atto né latenti, in particolare i lotti di terreno sono esenti da rischi di fenomeni gravitativi. È stata tuttavia eseguita una analisi di stabilità secondo il profilo indicato in allegato.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, per l'area interessata, non evidenzia situazioni a rischio. Vi sono due situazioni di instabilità sul lato est ed ovest ma che non riguardano i lotti in oggetto.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere:
Località: Frascaro

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	72,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1,5 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 4,20 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	5	0,847	32,54	38,42	1,63	1,92
0,90	4	0,842	23,91	28,41	1,20	1,42
1,20	5	0,836	29,70	35,52	1,49	1,78
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	6	0,826	35,22	42,62	1,76	2,13
2,10	7	0,822	40,85	49,72	2,04	2,49
2,40	8	0,817	43,17	52,83	2,16	2,64
2,70	9	0,813	48,31	59,43	2,42	2,97
3,00	10	0,809	53,40	66,03	2,67	3,30
3,30	15	0,755	74,75	99,05	3,74	4,95
3,60	15	0,751	74,37	99,05	3,72	4,95
3,90	10	0,797	49,18	61,69	2,46	3,08
4,20	20	0,744	91,76	123,39	4,59	6,17

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Skempton 1986	24,45
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Skempton 1986	44,97

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6,39	2,70	6,39	De Mello	25,95
Strato 2	16,1	4,20	16,1	De Mello	29,38

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Meyerhof ed altri	1,60
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Meyerhof ed altri	1,91

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6,39	2,70	6,39	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	16,1	4,20	16,1	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	388,21
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	682,78

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6,39	2,70	6,39	Ohta & Goto (1978)	99,914
Strato 2	16,1	4,20	16,1	Ohta & Goto (1978)	140,508

PROVA Nr.2

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 8,70 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	3	0,842	17,93	21,31	0,90	1,07
1,20	3	0,836	17,82	21,31	0,89	1,07
1,50	2	0,831	11,81	14,21	0,59	0,71
1,80	4	0,826	23,48	28,41	1,17	1,42
2,10	4	0,822	23,34	28,41	1,17	1,42
2,40	4	0,817	21,58	26,41	1,08	1,32
2,70	5	0,813	26,84	33,02	1,34	1,65
3,00	6	0,809	32,04	39,62	1,60	1,98
3,30	5	0,805	26,57	33,02	1,33	1,65
3,60	3	0,801	15,87	19,81	0,79	0,99
3,90	3	0,797	14,75	18,51	0,74	0,93
4,20	5	0,794	24,48	30,85	1,22	1,54
4,50	3	0,790	14,63	18,51	0,73	0,93
4,80	4	0,787	19,42	24,68	0,97	1,23
5,10	4	0,784	19,35	24,68	0,97	1,23
5,40	3	0,781	13,56	17,37	0,68	0,87
5,70	5	0,778	22,52	28,94	1,13	1,45
6,00	4	0,775	17,96	23,16	0,90	1,16
6,30	3	0,773	13,42	17,37	0,67	0,87
6,60	4	0,770	17,84	23,16	0,89	1,16
6,90	3	0,768	12,56	16,36	0,63	0,82
7,20	6	0,766	25,05	32,72	1,25	1,64
7,50	7	0,763	29,14	38,17	1,46	1,91
7,80	9	0,761	37,36	49,07	1,87	2,45
8,10	9	0,759	37,26	49,07	1,86	2,45
8,40	7	0,757	27,32	36,07	1,37	1,80
8,70	20	0,705	72,69	103,06	3,63	5,15

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Skempton 1986	19,27

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,42	7,50	4,42	De Mello	24,42

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Meyerhof ed altri	1,51

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,42	7,50	4,42	(A.G.I.)	0,34

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	309,93

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	4,42	7,50	4,42	Ohta & Goto (1978)	114,174

PROVA Nr.3

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 8,70 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	1	0,847	6,51	7,68	0,33	0,38
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	2	0,836	11,88	14,21	0,59	0,71
1,50	2	0,831	11,81	14,21	0,59	0,71
1,80	2	0,826	11,74	14,21	0,59	0,71
2,10	2	0,822	11,67	14,21	0,58	0,71
2,40	6	0,817	32,38	39,62	1,62	1,98
2,70	6	0,813	32,20	39,62	1,61	1,98
3,00	6	0,809	32,04	39,62	1,60	1,98

3,30	5	0,805	26,57	33,02	1,33	1,65
3,60	4	0,801	21,15	26,41	1,06	1,32
3,90	4	0,797	19,67	24,68	0,98	1,23
4,20	4	0,794	19,59	24,68	0,98	1,23
4,50	3	0,790	14,63	18,51	0,73	0,93
4,80	2	0,787	9,71	12,34	0,49	0,62
5,10	3	0,784	14,51	18,51	0,73	0,93
5,40	5	0,781	22,61	28,94	1,13	1,45
5,70	4	0,778	18,02	23,16	0,90	1,16
6,00	4	0,775	17,96	23,16	0,90	1,16
6,30	8	0,773	35,79	46,31	1,79	2,32
6,60	14	0,720	58,38	81,04	2,92	4,05
6,90	10	0,768	41,87	54,53	2,09	2,73
7,20	10	0,766	41,75	54,53	2,09	2,73
7,50	4	0,763	16,65	21,81	0,83	1,09
7,80	6	0,761	24,91	32,72	1,25	1,64
8,10	6	0,759	24,84	32,72	1,24	1,64
8,40	8	0,757	31,22	41,23	1,56	2,06
8,70	20	0,705	72,69	103,06	3,63	5,15

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Skempton 1986	17,87
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Skempton 1986	35,13

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,91	6,00	3,91	De Mello	24
Strato 2	10,99	8,70	10,99	De Mello	27,8

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Meyerhof ed altri	1,49
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Meyerhof ed altri	1,76

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,91	6,00	3,91	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	10,99	8,70	10,99	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	287,56
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	540,70

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,91	6,00	3,91	Ohta & Goto (1978)	107,066
Strato 2	10,99	8,70	10,99	Ohta & Goto (1978)	152,197

PROVA Nr.4

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 8,70 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	4	0,847	26,04	30,74	1,30	1,54
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	3	0,836	17,82	21,31	0,89	1,07
1,50	5	0,831	29,52	35,52	1,48	1,78
1,80	7	0,826	41,09	49,72	2,05	2,49
2,10	10	0,822	58,36	71,03	2,92	3,55
2,40	11	0,817	59,35	72,64	2,97	3,63
2,70	8	0,813	42,94	52,83	2,15	2,64
3,00	4	0,809	21,36	26,41	1,07	1,32
3,30	4	0,805	21,25	26,41	1,06	1,32
3,60	4	0,801	21,15	26,41	1,06	1,32
3,90	5	0,797	24,59	30,85	1,23	1,54
4,20	4	0,794	19,59	24,68	0,98	1,23
4,50	3	0,790	14,63	18,51	0,73	0,93
4,80	4	0,787	19,42	24,68	0,97	1,23
5,10	5	0,784	24,18	30,85	1,21	1,54
5,40	9	0,781	40,69	52,10	2,03	2,60
5,70	7	0,778	31,53	40,52	1,58	2,03
6,00	7	0,775	31,42	40,52	1,57	2,03

6,30	11	0,773	49,21	63,68	2,46	3,18
6,60	6	0,770	26,76	34,73	1,34	1,74
6,90	6	0,768	25,12	32,72	1,26	1,64
7,20	7	0,766	29,22	38,17	1,46	1,91
7,50	5	0,763	20,81	27,26	1,04	1,36
7,80	9	0,761	37,36	49,07	1,87	2,45
8,10	11	0,759	45,54	59,98	2,28	3,00
8,40	9	0,757	35,12	46,38	1,76	2,32
8,70	20	0,705	72,69	103,06	3,63	5,15

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Skempton 1986	25,18
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Skempton 1986	43,61

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6,68	7,80	6,68	De Mello	25,96
Strato 2	15,33	8,70	15,33	De Mello	29,04

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Meyerhof ed altri	1,61
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Meyerhof ed altri	1,89

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6,68	7,80	6,68	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,33	8,70	15,33	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Robertson e Campanella	398,89

				(1983) e Imai & Tonouchi (1982)	
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	662,64

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6,68	7,80	6,68	Ohta & Goto (1978)	123,561
Strato 2	15,33	8,70	15,33	Ohta & Goto (1978)	164,853

PROVA Nr.5

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 8,10 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	3	0,847	19,53	23,05	0,98	1,15
0,90	4	0,842	23,91	28,41	1,20	1,42
1,20	3	0,836	17,82	21,31	0,89	1,07
1,50	4	0,831	23,62	28,41	1,18	1,42
1,80	5	0,826	29,35	35,52	1,47	1,78
2,10	5	0,822	29,18	35,52	1,46	1,78
2,40	6	0,817	32,38	39,62	1,62	1,98
2,70	5	0,813	26,84	33,02	1,34	1,65
3,00	6	0,809	32,04	39,62	1,60	1,98
3,30	6	0,805	31,88	39,62	1,59	1,98
3,60	4	0,801	21,15	26,41	1,06	1,32
3,90	6	0,797	29,51	37,02	1,48	1,85
4,20	4	0,794	19,59	24,68	0,98	1,23
4,50	4	0,790	19,50	24,68	0,98	1,23
4,80	5	0,787	24,28	30,85	1,21	1,54
5,10	3	0,784	14,51	18,51	0,73	0,93
5,40	4	0,781	18,09	23,16	0,90	1,16
5,70	4	0,778	18,02	23,16	0,90	1,16
6,00	6	0,775	26,93	34,73	1,35	1,74
6,30	7	0,773	31,32	40,52	1,57	2,03
6,60	7	0,770	31,22	40,52	1,56	2,03
6,90	11	0,768	46,06	59,98	2,30	3,00
7,20	12	0,766	50,10	65,43	2,50	3,27
7,50	15	0,713	58,35	81,79	2,92	4,09
7,80	19	0,711	73,69	103,60	3,68	5,18
8,10	25	0,659	89,86	136,31	4,49	6,82

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5 TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Skempton 1986	21,73
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Skempton 1986	49,5

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	5,34	6,60	5,34	De Mello	25,16
Strato 2	18,86	8,10	18,86	De Mello	29,83

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Meyerhof ed altri	1,55
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Meyerhof ed altri	1,97

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,97

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	5,34	6,60	5,34	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	18,86	8,10	18,86	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	347,89
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	752,08

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	5,34	6,60	5,34	Ohta & Goto (1978)	115,096
Strato 2	18,86	8,10	18,86	Ohta & Goto (1978)	167,103

PROVA Nr.6

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 6,30 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	2	0,836	11,88	14,21	0,59	0,71
1,50	1	0,831	5,90	7,10	0,30	0,36
1,80	3	0,826	17,61	21,31	0,88	1,07
2,10	2	0,822	11,67	14,21	0,58	0,71
2,40	3	0,817	16,19	19,81	0,81	0,99
2,70	2	0,813	10,73	13,21	0,54	0,66
3,00	3	0,809	16,02	19,81	0,80	0,99
3,30	3	0,805	15,94	19,81	0,80	0,99
3,60	3	0,801	15,87	19,81	0,79	0,99
3,90	2	0,797	9,84	12,34	0,49	0,62
4,20	3	0,794	14,69	18,51	0,73	0,93
4,50	6	0,790	29,25	37,02	1,46	1,85
4,80	4	0,787	19,42	24,68	0,97	1,23
5,10	5	0,784	24,18	30,85	1,21	1,54
5,40	13	0,731	55,01	75,25	2,75	3,76
5,70	12	0,778	54,06	69,47	2,70	3,47
6,00	15	0,725	62,99	86,83	3,15	4,34
6,30	20	0,723	83,69	115,78	4,18	5,79

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6 TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Skempton 1986	15,79
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Skempton 1986	46,92

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	De Mello	23,23
Strato 2	17,25	6,30	17,25	De Mello	29,56

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Meyerhof ed altri	1,46
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Meyerhof ed altri	1,94

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,96

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,17	5,10	3,17	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	17,25	6,30	17,25	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	252,96
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	712,18

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Ohta & Goto (1978)	100,061
Strato 2	17,25	6,30	17,25	Ohta & Goto (1978)	156,664

PROVA Nr.7

Strumento utilizzato SCPT (Standard Cone Penetration Test)
Prova eseguita in data 06/04/2006
Profondità prova 5,70 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,30	1	0,853	6,55	7,68	0,33	0,38
0,60	2	0,847	13,02	15,37	0,65	0,77
0,90	2	0,842	11,95	14,21	0,60	0,71
1,20	2	0,836	11,88	14,21	0,59	0,71
1,50	1	0,831	5,90	7,10	0,30	0,36
1,80	3	0,826	17,61	21,31	0,88	1,07
2,10	2	0,822	11,67	14,21	0,58	0,71
2,40	3	0,817	16,19	19,81	0,81	0,99
2,70	2	0,813	10,73	13,21	0,54	0,66
3,00	3	0,809	16,02	19,81	0,80	0,99
3,30	3	0,805	15,94	19,81	0,80	0,99
3,60	3	0,801	15,87	19,81	0,79	0,99
3,90	2	0,797	9,84	12,34	0,49	0,62
4,20	3	0,794	14,69	18,51	0,73	0,93
4,50	6	0,790	29,25	37,02	1,46	1,85
4,80	4	0,787	19,42	24,68	0,97	1,23
5,10	5	0,784	24,18	30,85	1,21	1,54
5,40	13	0,731	55,01	75,25	2,75	3,76
5,70	12	0,778	54,06	69,47	2,70	3,47

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Skempton 1986	15,79
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Skempton 1986	41,88

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	De Mello	23,23
Strato 2	14,38	5,70	14,38	De Mello	28,91

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Classificazione A.G.I. 1977	SCIOLTO
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Meyerhof ed altri	1,46
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Meyerhof ed altri	1,86

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,88
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,95

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	3,17	5,10	3,17	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	14,38	5,70	14,38	(A.G.I.)	0,33

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	252,96
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	637,24

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	3,17	5,10	3,17	Ohta & Goto (1978) Limi	100,061
Strato 2	14,38	5,70	14,38	Ohta & Goto (1978) Limi	150,233

Considerazione sui sondaggi eseguiti.

Le penetrometrie eseguite hanno evidenziato terreni di copertura aventi uno spessore mediamente di 5-6 metri dal piano campagna, sono costituiti da depositi fini di versante, con alcuni livelli di materiale più grossolano, i rari clasti inclusi sono arenacei di piccola pezzatura, sottostante a questo primo livello è stato raggiunto il substrato costituito dal complesso indifferenziato (CIN).

Calcolo capacità portante.

Negli allegati viene riportata il grafico della capacità portante massima ammissibile del terreno ad ogni 30 cm. di quota a partire dal piano campagna, calcolata per i sondaggi più significativi, secondo le note elaborazioni proposte da Herminier.

Come si noterà per i terreni di superficie tali valori sono mediamente limitati, con alcuni livelli aventi valori di 0,50 Kg/cm^2 questi ultimi sono in modo particolare soggetti a cedimenti.

Mentre per il substrato pelitico sottostante abbiamo valori sempre superiori a 1,0 Kg/cm^2 e in progressivo aumento con la profondità.

Si indica pertanto come piano di fondazione ottimale il substrato (CIN), nonostante la difficoltà derivante dalle quote del medesimo, si veda stratigrafia in allegato con relative quote, si devono prevedere quindi fondazioni profonde tramite pali trivellati.

In ogni caso e per nessun motivo si potranno utilizzare entrambe le litologie come terreno di fondazione, (depositi di versante / substrato) a causa degli inevitabili elevati cedimenti differenziali.

Verifica stabilità versante.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento
Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Con particolare riferimento a:

a) Requisiti di sicurezza e criteri di verifica - Prescrizioni relative ai terreni di fondazione;
b) Azione sismica – Categorie di suolo di fondazione; Calcolo dell'azione sismica;
c) Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni – Requisiti del sito di costruzione e del terreno di fondazione; Localizzazione del sito di costruzione; Stabilità dei pendii; Terreni suscettibili di liquefazione.

Analisi di stabilita dei pendii con SPENCER

Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	7.56
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	40.75
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	178.04
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	71.96
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	10.0	10.0
3	15.0	10.0
4	40.0	1.0
5	60.0	1.0
6	105.0	25.0
7	110.0	25.0
8	125.0	15.0
9	150.0	15.0
10	180.0	30.0

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia
1	0.20	28.00	1800.00	2100.00	4.00	dep
2	0.25	32	1900	2200	4	CIN

Risultati analisi pendio

Fs minimo individuato		1.67
Ascissa centro superficie	(m)	67.23
Ordinata centro superficie	(m)	45.43
Raggio superficie	(m)	45.16

legenda

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali .

==========

Analisi dei conci; superficie...xc = 67.229 yc = 45.43 Rc = 45.16 Fs=1.6678

Lambda = 0.431

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)
1	4.84	-7.22	4.87	10494.99
2	4.84	-1.06	4.84	35986.05
3	4.84	5.1	4.86	56954.12
4	4.84	11.31	4.93	73347.03
5	4.84	17.66	5.08	84943.12
6	4.84	24.25	5.3	91306.45
7	4.84	31.2	5.65	91687.83
8	4.84	38.72	6.2	84800.59
9	4.84	47.18	7.11	68268.99
10	4.84	57.4	8.98	36499.6

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	5934.5	13767.5	0.0	0.0	2794.24	6736.51	0.0
2	15044.25	34901.32	5934.5	13767.5	26482.35	14243.35	0.0
3	23821.26	55263.19	15044.25	34901.32	49795.14	21697.92	0.0
4	30100.87	69831.34	23821.26	55263.19	68622.01	27792.04	0.0
5	32616.95	75668.42	30100.87	69831.34	80314.02	31691.64	0.0
6	30808.4	71472.73	32616.95	75668.42	83178.82	32879.25	0.0
7	24794.26	57520.47	30808.4	71472.73	76342.45	31119.34	0.0
8	15538.1	36047.01	24794.26	57520.47	59945.9	26545.35	0.0
9	5391.94	12508.82	15538.1	36047.01	36036.1	20020.83	0.0
10	0.0	-0.01	5391.94	12508.82	12032.56	14599.88	0.0

Per Legge (D.M.21.1.81) e per consuetudine pratica la stabilità può dirsi raggiunta solo nel caso in cui Fs sia maggiore di 1.3. Vanno quindi distinti tre casi:

a) Coefficiente di sicurezza inferiore a 1: il pendio si trova in condizioni di instabilità globale.

b) **Coefficiente di sicurezza compreso fra 1 e 1.3: il pendio si trova in condizioni prossime all'equilibrio limite; anche un piccolo incremento degli sforzi tangenziali sulla superficie potenziale di rottura può innescare il fenomeno franoso.**

c) Coefficiente di sicurezza superiore a 1.3: il pendio si trova in condizioni di stabilità globale.

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	5	1	1.303	1.000	5	110	h1/v1	0.045
h2	CIN	25	10	1.303	1.086	25	160	h2/v2	0.15
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.201

V_{S30} =	30/t	149	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s *
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Conclusioni e vincoli.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da terreni di copertura costituiti da depositi di versante ed un substrato sottostante (CIN) raggiunto su tutte le prove, inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato in precedenza descritto.

Il materiale ottenuto dagli scavi potrà essere utilizzato in sito per la definitiva sistemazione dell'area, ponendo attenzione alla sua movimentazione ed al suo costipamento che dovrà avvenire in strati successivi di circa 30 cm., le eccedenze dovranno essere trasportate in apposita discarica autorizzata.

Per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale, così come per eventuali acque percolanti rilevate durante gli scavi.

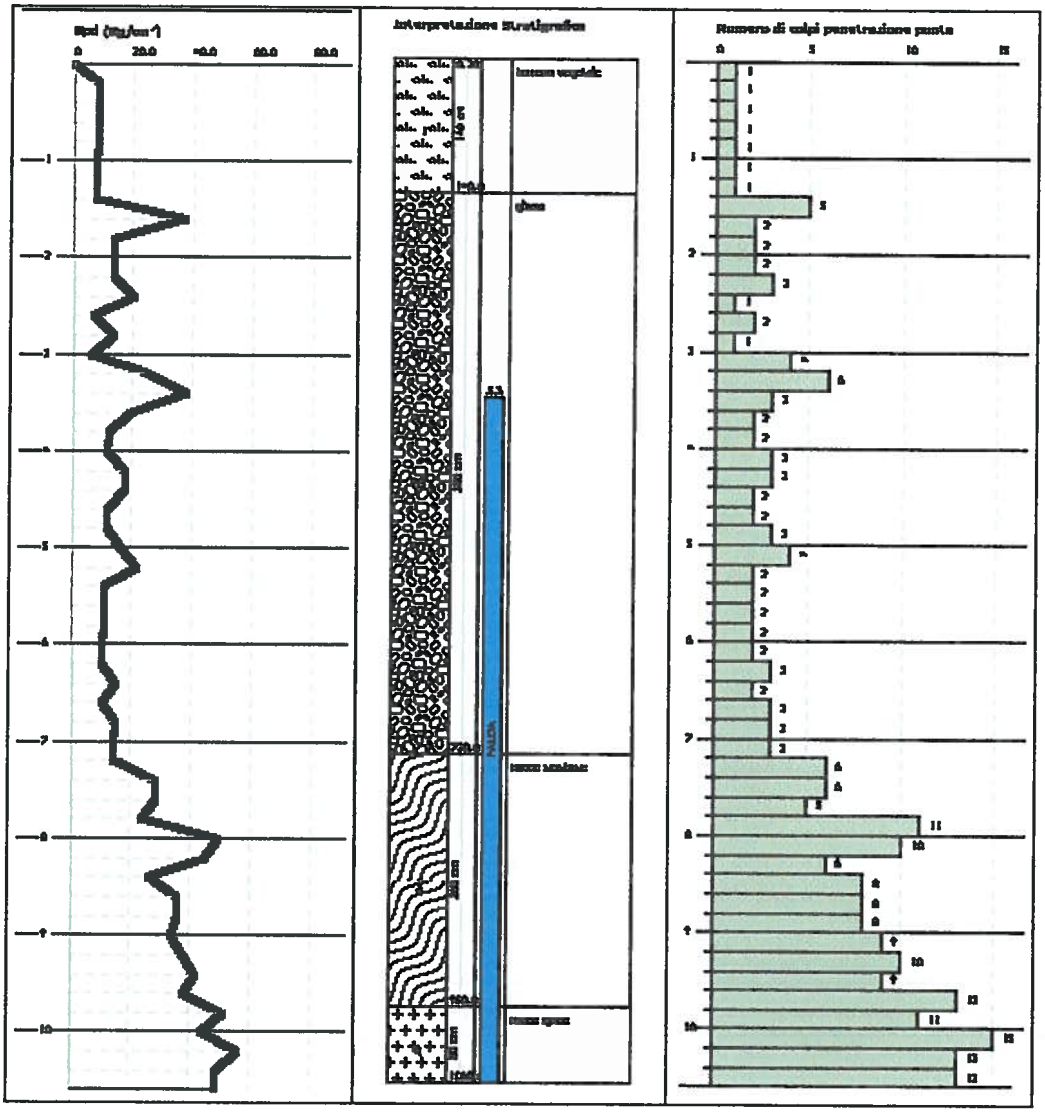
A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si rilascia parere favorevole di fattibilità geologica dell'opera.

07 Aprile 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14
42038 Felina (RE)

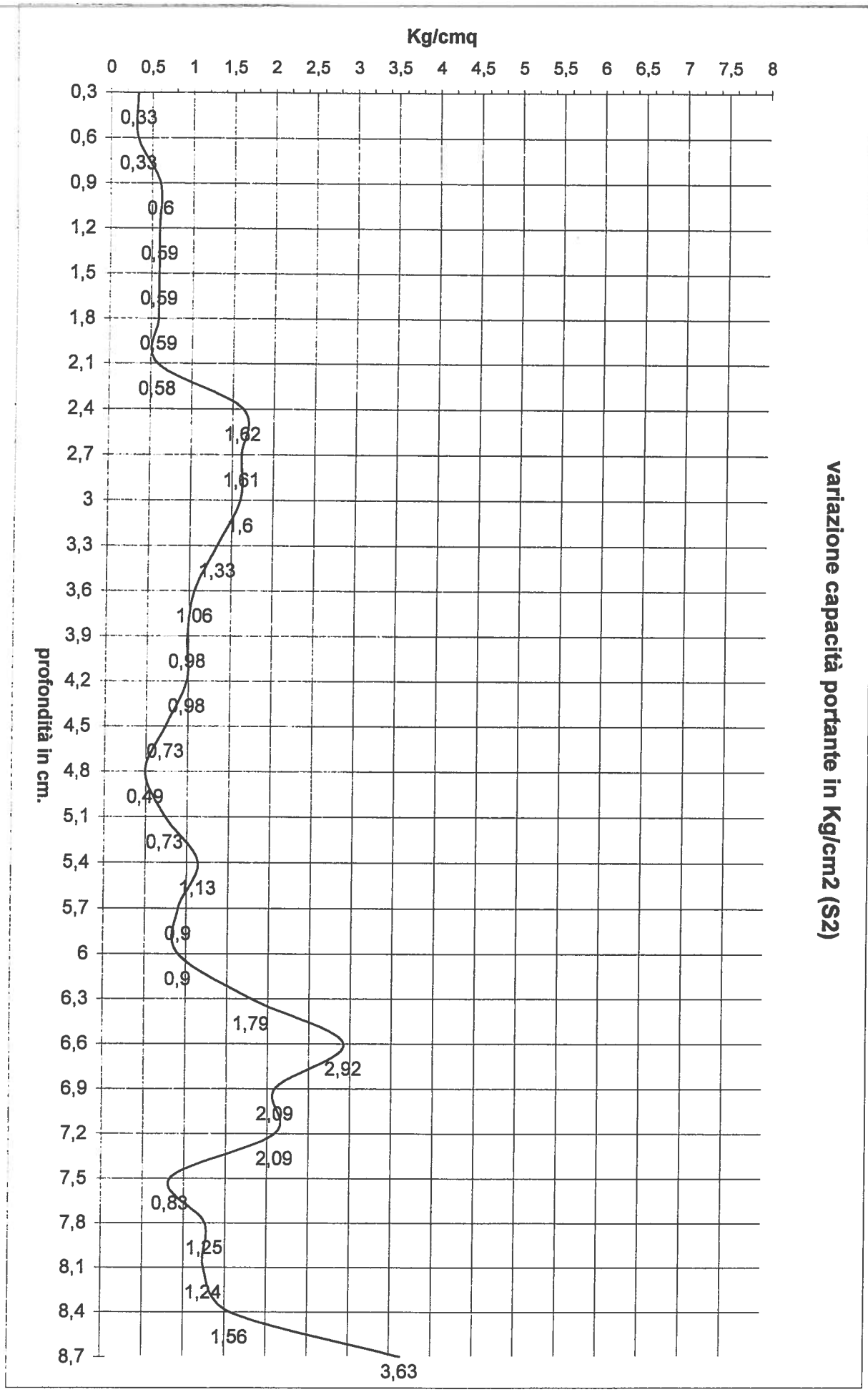
ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

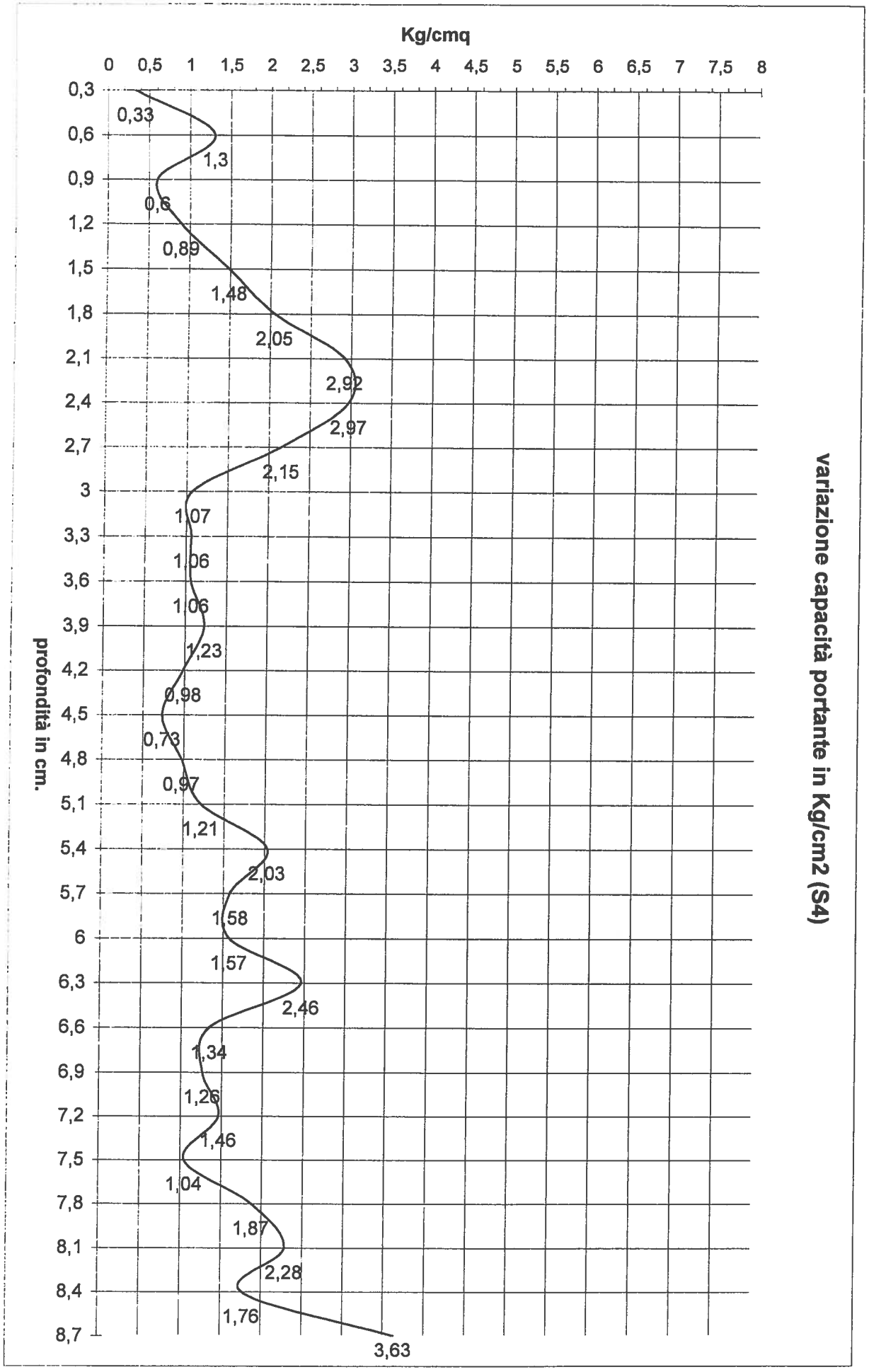
Elaborati sondaggi geognostici

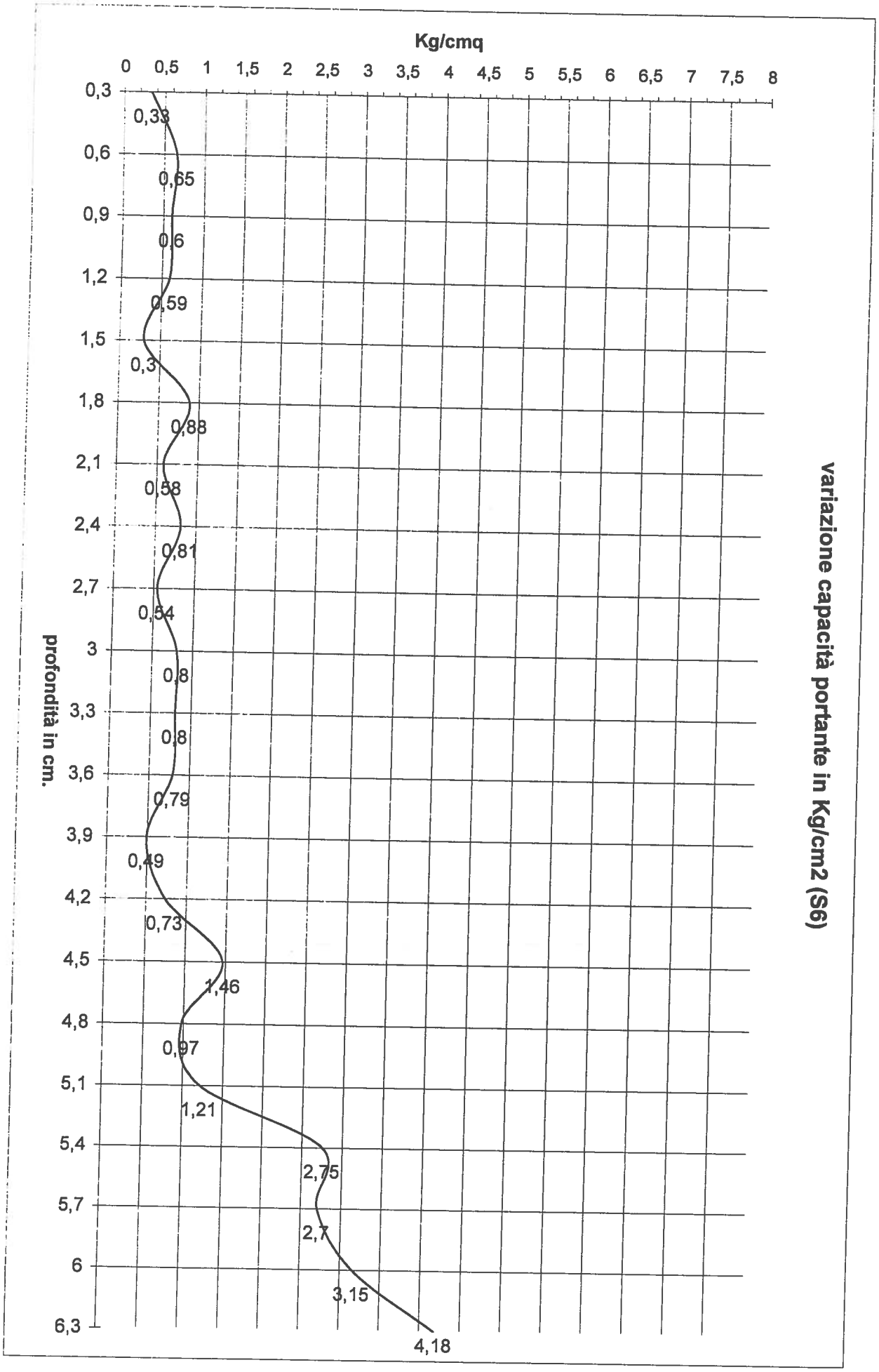


Grafici capacità portante Stratigrafie Resistenza




Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 1,8 2,1 2,4 2,7 3 3,3 3,6 3,9 4,2 4,5 4,8 5,1 5,4 5,7 6 6,3 6,6 6,9 7,2 7,5 7,8 8,1 8,4 8,7
0,33
0,33
0,6
0,59
0,59
0,59
0,58
1,62
1,61
1,6
1,33
1,06
0,98
0,98
0,73
0,49
0,73
1,13
0,9
0,9
1,79
2,92
2,09
2,09
0,83
1,25
1,24
1,56
3,63
profondità in cm.
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S2)


Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
profondità in cm.
0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 1,8 2,1 2,4 2,7 3 3,3 3,6 3,9 4,2 4,5 4,8 5,1 5,4 5,7 6 6,3 6,6 6,9 7,2 7,5 7,8 8,1 8,4 8,7
0,33
1,3
0,6
0,89
1,48
2,05
2,92
2,97
2,15
1,07
1,06
1,06
1,23
0,98
0,73
0,97
1,21
2,03
1,58
1,57
2,46
1,34
1,26
1,46
1,04
1,87
2,28
1,76
3,63
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S4)


Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
profondità in cm.
0,3 0,6 0,9 1,2 1,5 1,8 2,1 2,4 2,7 3 3,3 3,6 3,9 4,2 4,5 4,8 5,1 5,4 5,7 6 6,3
0,33
0,65
0,6
0,59
0,3
0,88
0,58
0,81
0,54
0,8
0,8
0,79
0,49
0,73
1,46
0,97
1,21
2,75
2,7
3,15
4,18
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S6)

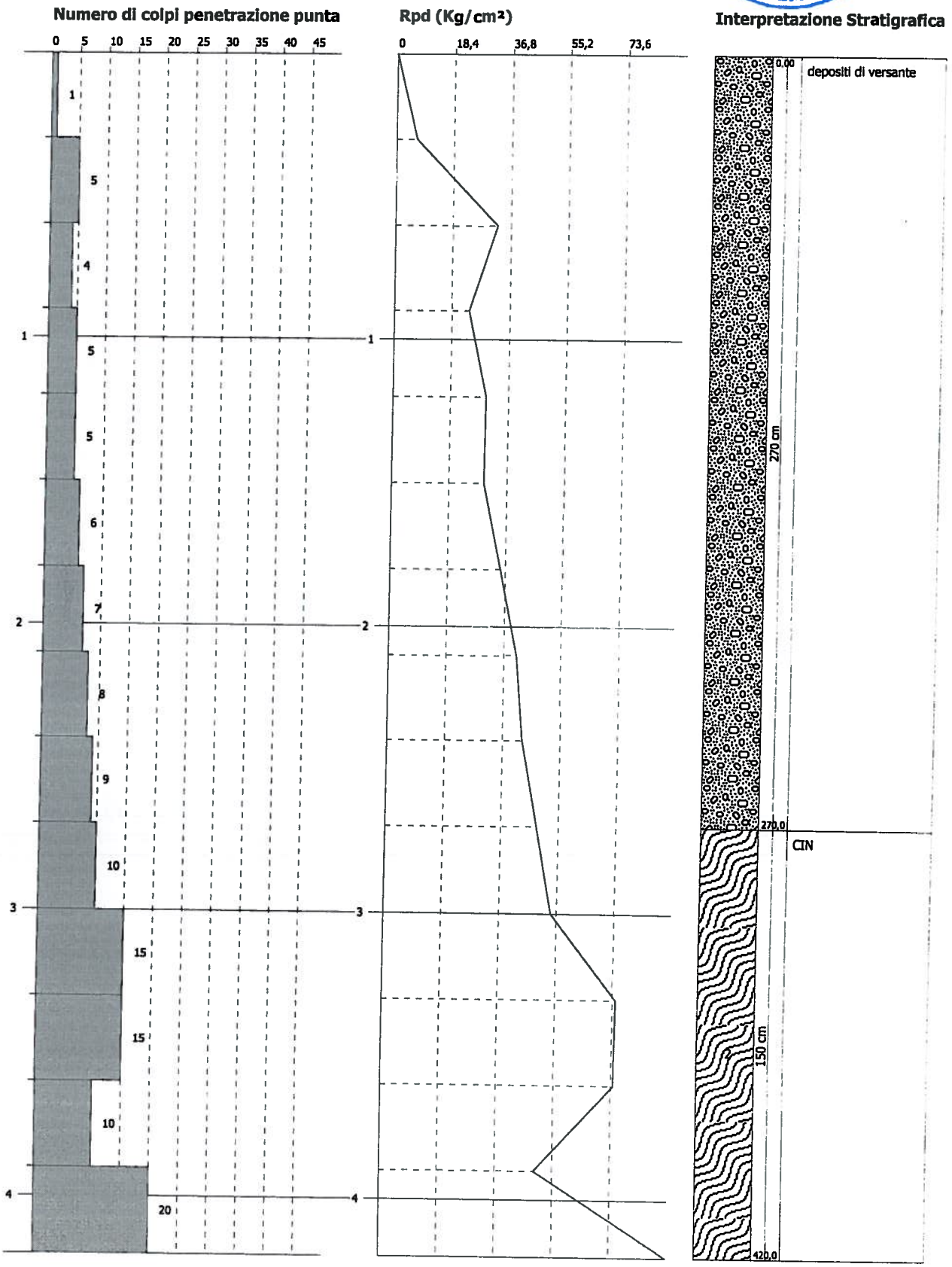
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. DUILIO BENEDOLI
Nr. 575

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data : 06/04/2006

Scala 1:20



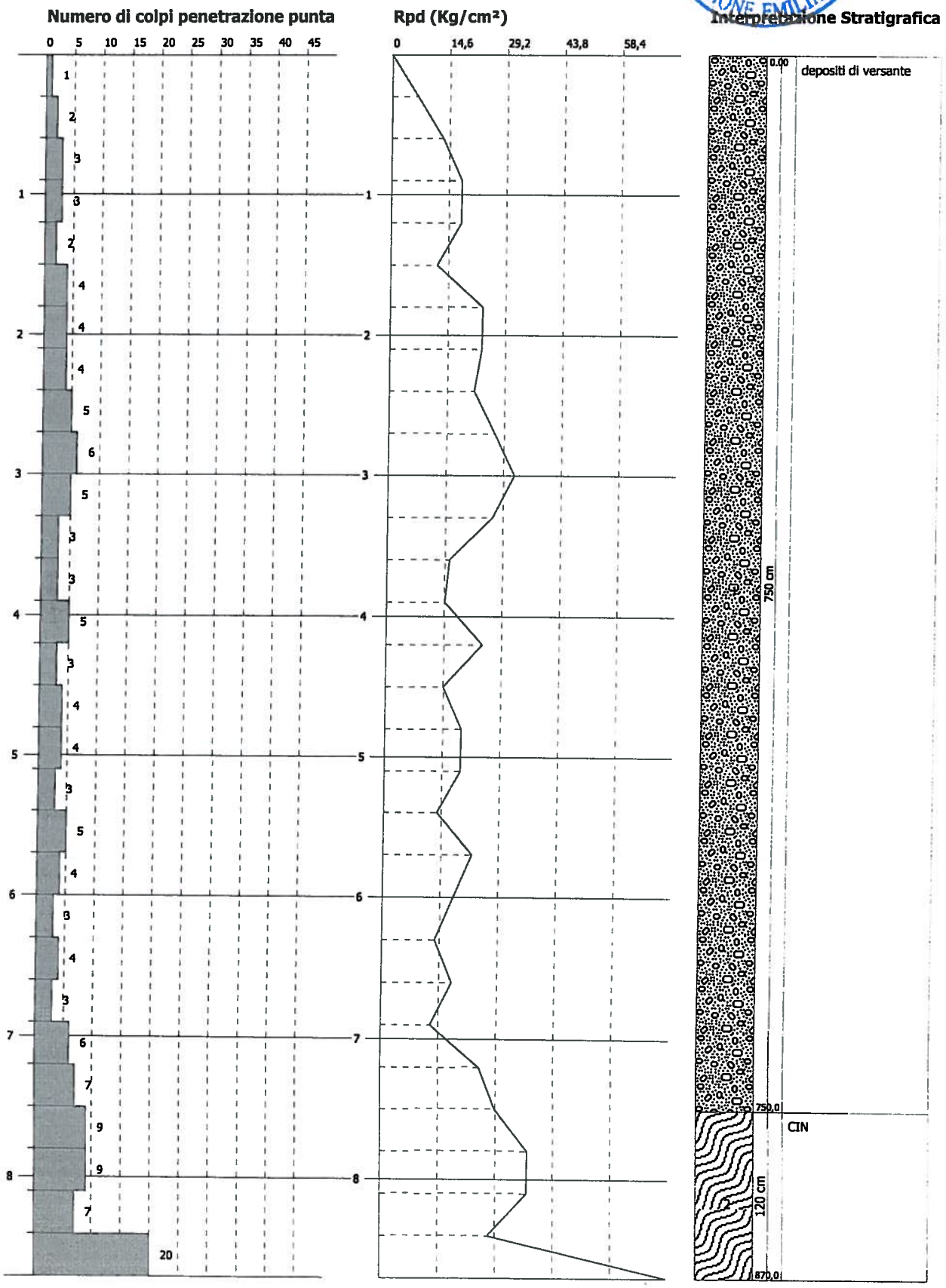
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
~~Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)~~
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data : 08/04/2006

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA Dott. Geol. EMILIO PIGNEDOLI Nr. 575

Scala 1:41



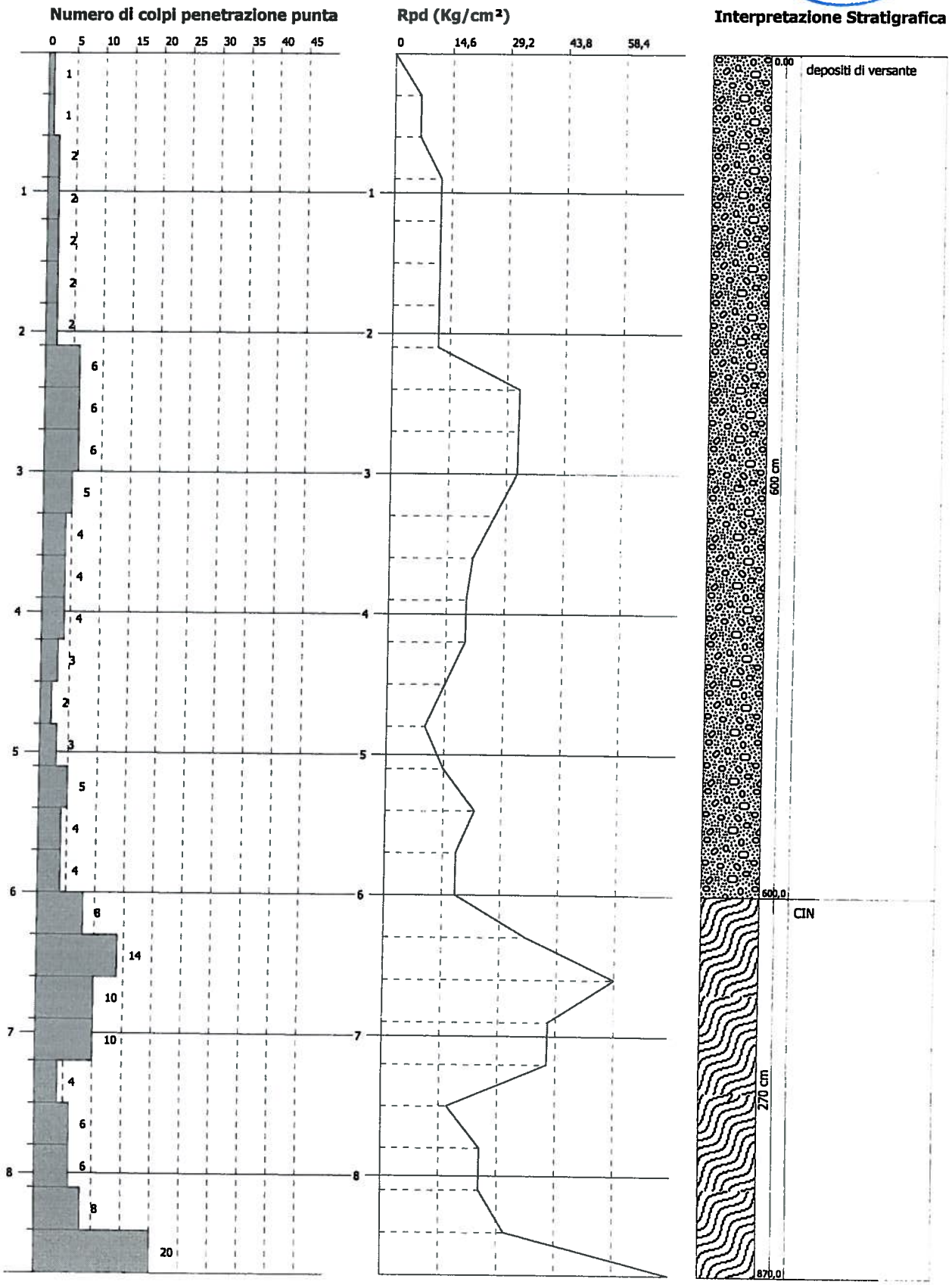
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
~~Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)~~
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data :06/04/2006

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI Nr. 575

Scala 1:41



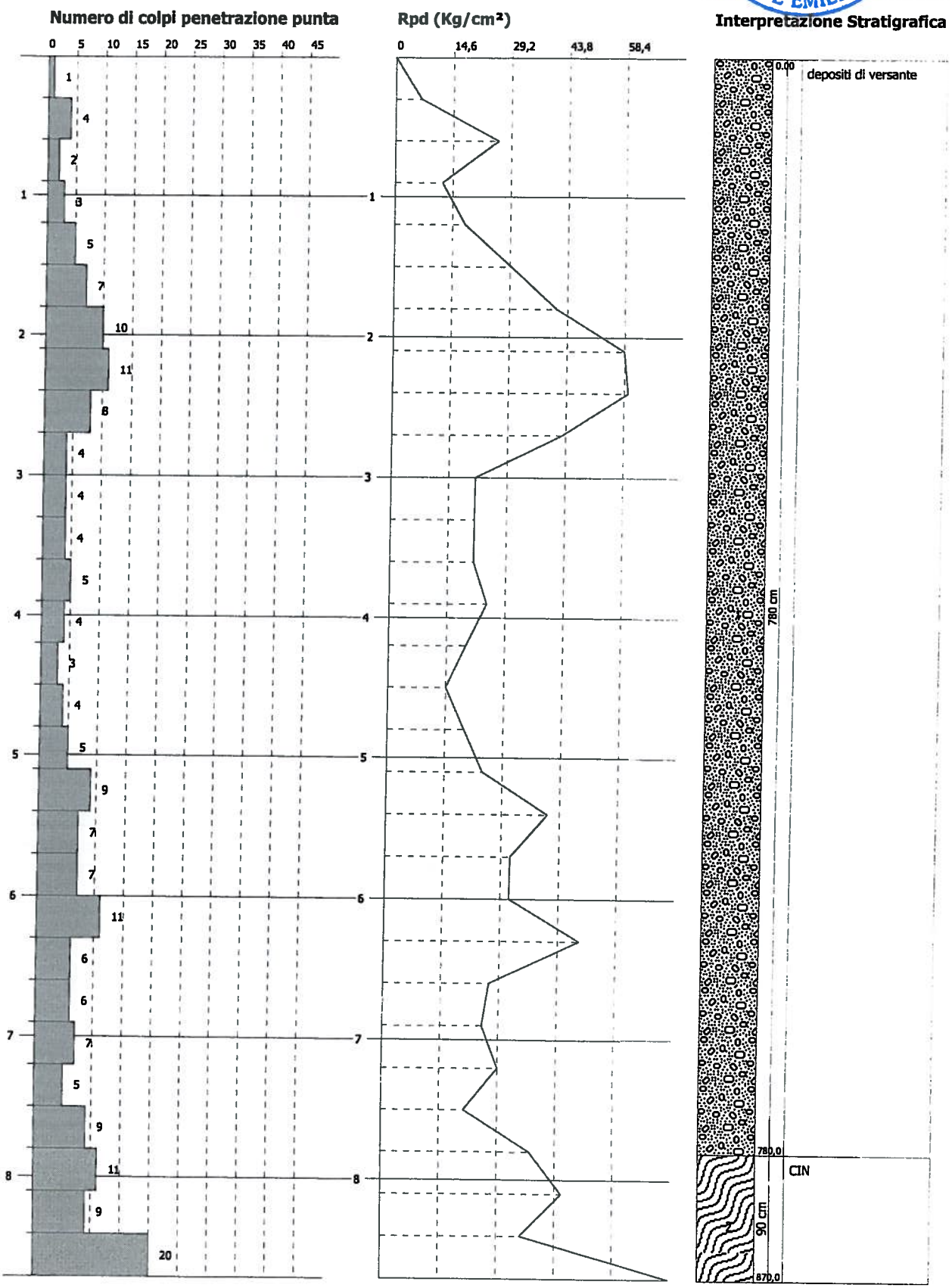
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. DUILIO PRIVEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data : 06/04/2006

Scala 1:41



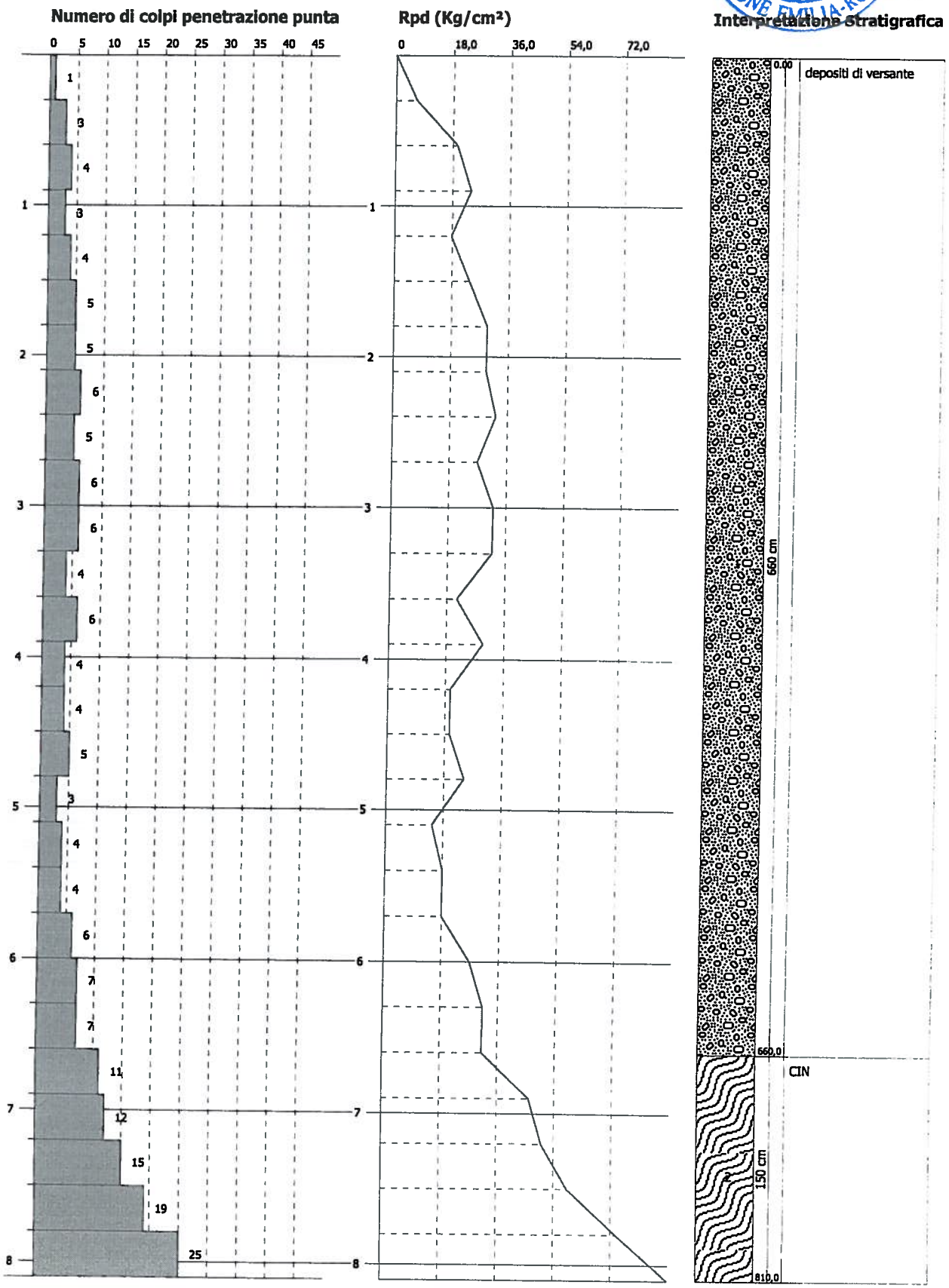
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data : 06/04/2006

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. PIGNATOLI
Nr. 575

Scala 1:38



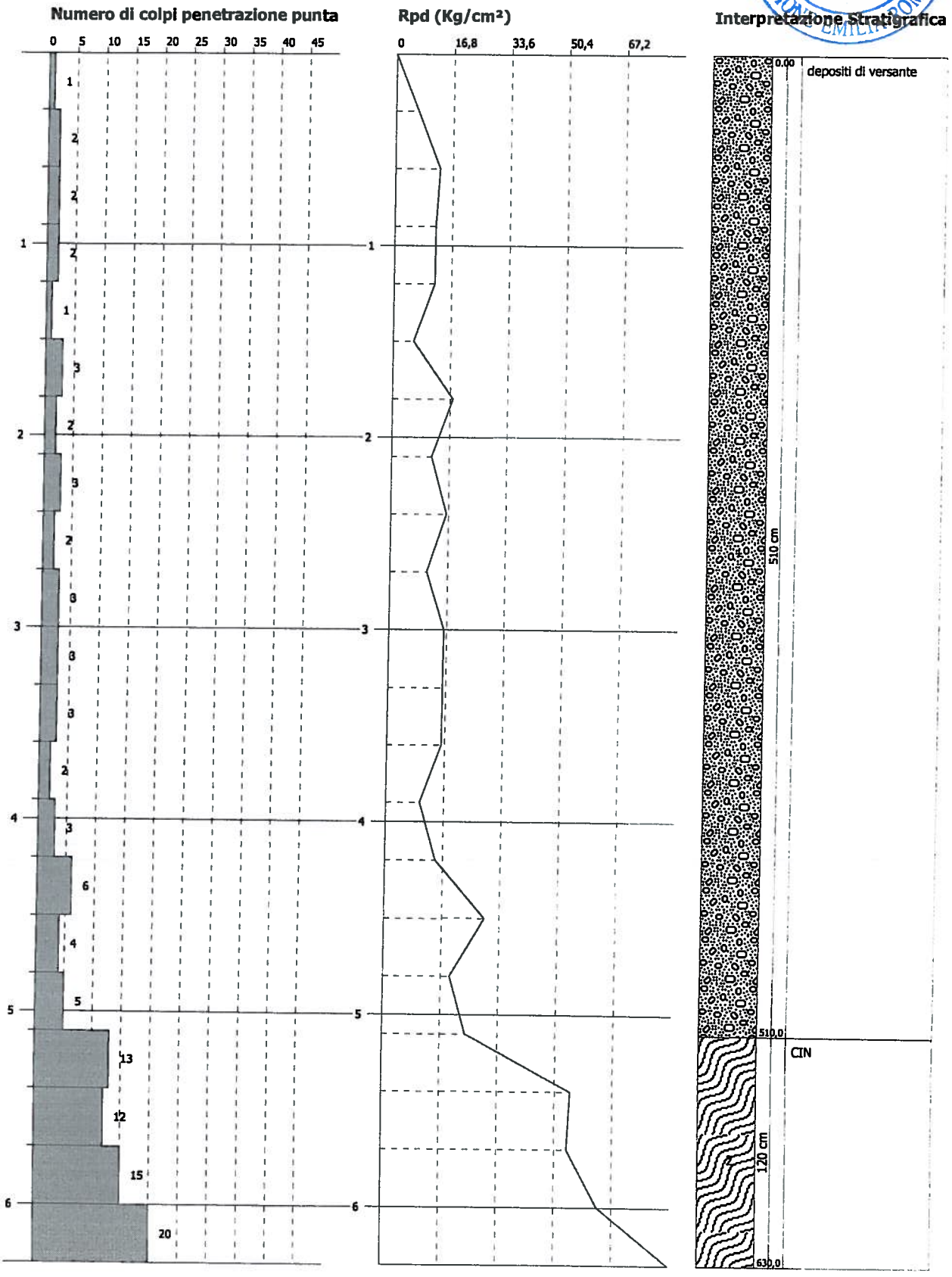
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

Data :06/07/2006

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 575

Scala 1:30



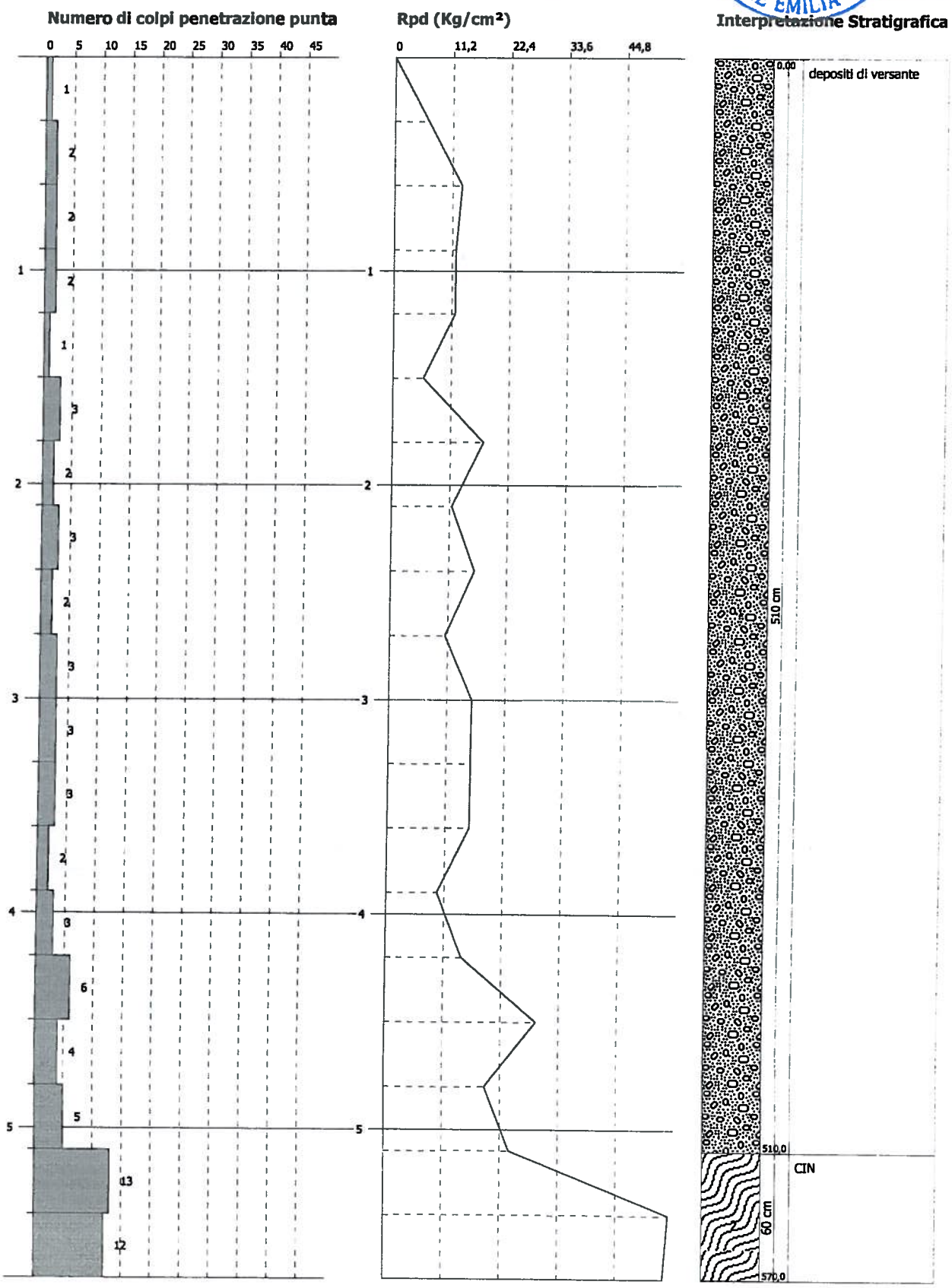
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. DUILIO PICCINOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Committente : Cavalieri dott. Giovanni
Cantiere :
Località : Frascaro

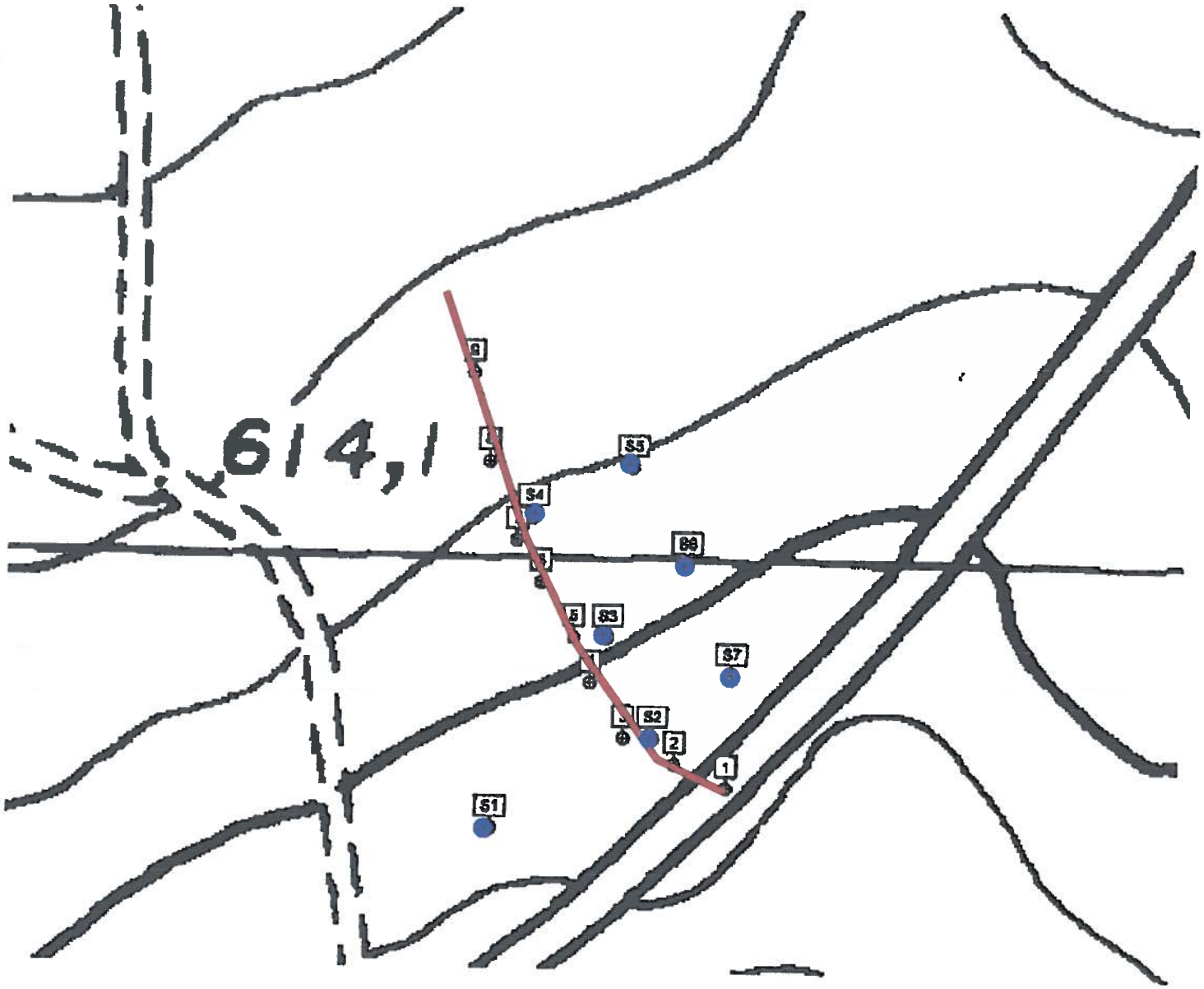
Data 06/04/2006

Scala 1:27



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 575

Ubicazione sondaggi tramite GPS S1- S7
Ubicazione punti per il profilo geologico 1 - 9

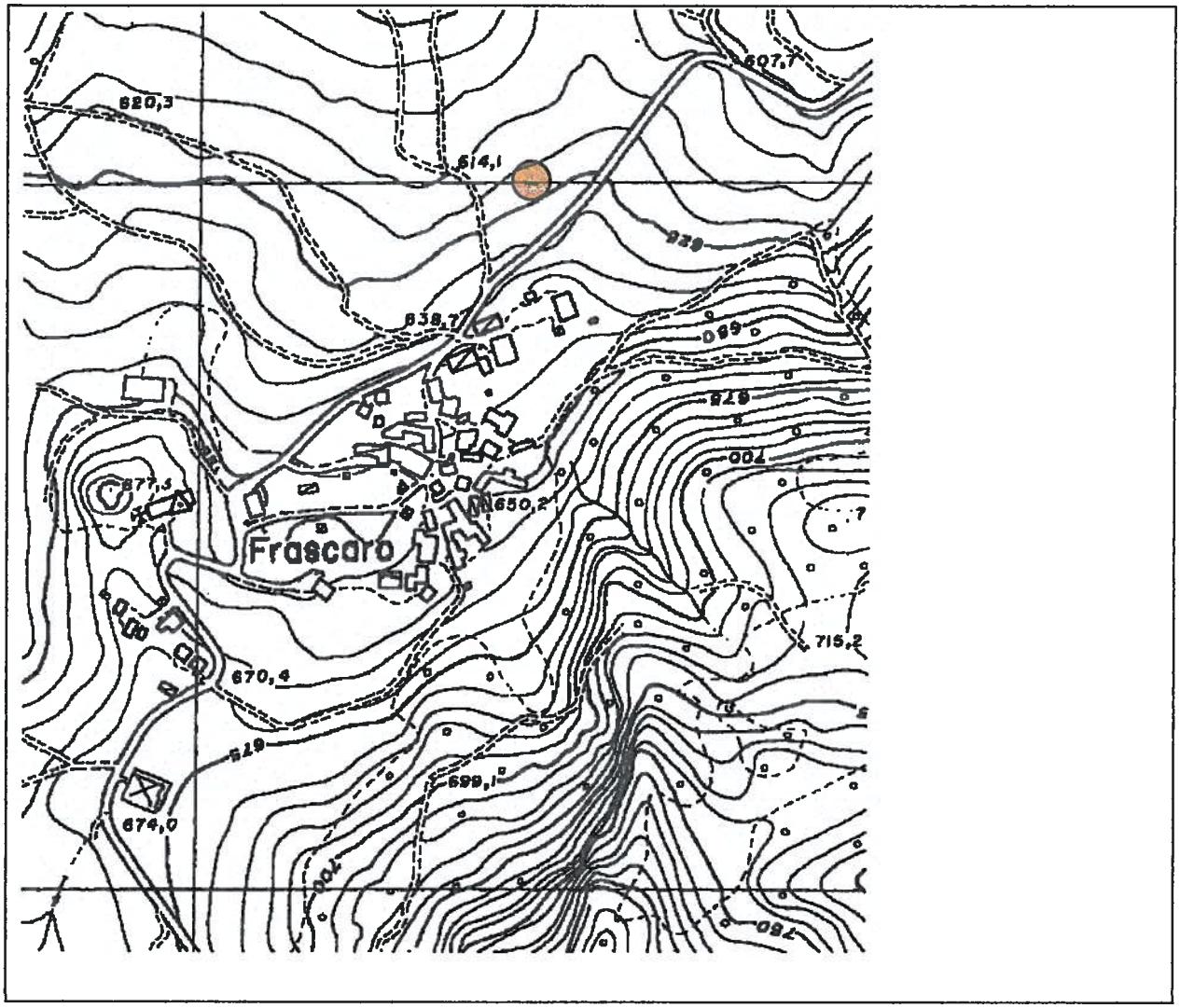


N

Estratto CTR – 218131

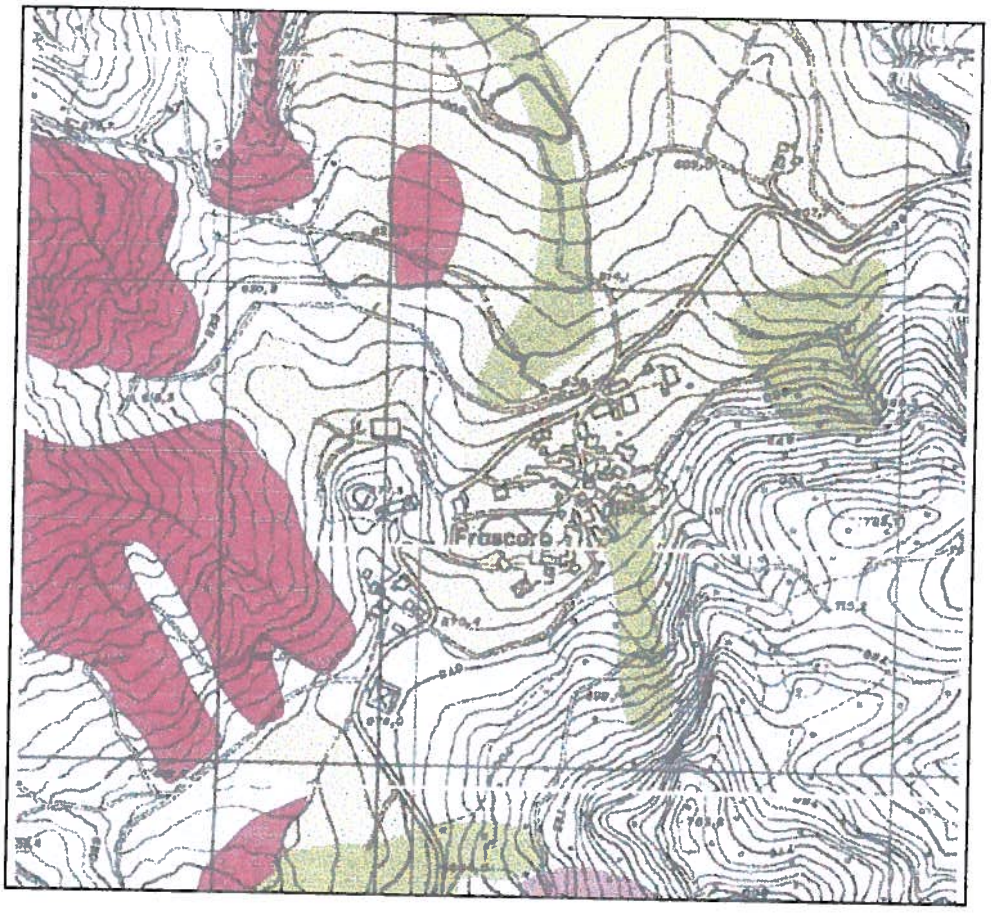
Scala 1:5000

ubicazione



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
EMILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004

10 Ambito AC2 TR3

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale, 14 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

AMBITO TR3

RELAZIONE

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
15. GIU. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT. .... CLAS..... FASC....

Geologica e Geotecnica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo né Monti
Località:	Frascaro
Committente:	Marciani Clelia - Severi Guerrino e Rosanna
Oggetto:	Concorso pubblico per la selezione degli ambiti territoriali per la formazione del primo piano operativo comunale (POC) del Comune di Castelnuovo Monti
Data:	maggio 2006

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in ottemperanza alle vigenti leggi, (D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003) per l'area sita in Comune di Castelnuovo né Monti (RE) in località Frascaro e interessata da progetto per inserimento al piano operativo comunale P.O.C. Gli aspetti principali analizzati nel seguente lavoro sono:

1. Caratteristiche litostratigrafiche della zona;
2. Stabilità dell'area;
3. Caratteristiche geotecniche del terreno;
4. Caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche.

Allo scopo è stata eseguita una indagine sismica a rifrazione sull'area di intervento, ubicata come in allegato.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R.
scala 1: 5000
elemento n° 218131

Carta geologica
Scala 1: 10.000
Elemento 218130

Caratteri litologici.

Coperture. nella zona interessata sono costituite da depositi eluviali e colluviali con inclusi clasti eterometrici in prevalenza arenacei, i sondaggi eseguiti né hanno determinato lo spessore che risulta mediamente di circa 2 mt. si veda sezione sismica in allegato.

Substrato. L'area fa parte del Complesso Indifferenziato (CIN) costituito da argille con inclusi litotipi eterometrici in prevalenza calcareo-marnosi.

Caratteri idrologici ed idrogeologici.

Il monte soprastante l'abitato di Frascaro (M. Castelletto) è sede di importanti captazioni di acqua essendo costituito da Arenarie molto permeabili per fratturazione. Tale percolazione sotterranea emerge a giorno per salto di permeabilità quando trova il substrato essenzialmente impermeabile, sono infatti numerose le sorgenti al contorno del rilievo.

Stabilità dell'area.

La zona in esame non presenta situazioni di instabilità né in atto né latenti, in particolare il lotto di terreno esaminato è esente da rischi di fenomeni gravitativi. È stata tuttavia eseguita una analisi di stabilità sul versante.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, per l'area interessata, non evidenzia situazioni a rischio. Si allega estratto carta del dissesto.

Indagine geofisica.

Sismica a rifrazione

È stato eseguito un profilo sismico a rifrazione, trasversalmente al lotto di terreno in esame – La battuta di andata è in lato nord mentre quella di ritorno è in lato sud, inoltre la lunghezza della stesa è di 36 metri, per una profondità di investigazione massima di 12 metri circa.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento da 5 millisec. a 10.000 millisec. in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer
.



Vantaggi e limitazioni della prospezione sismica.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.
L'analisi delle distribuzioni delle velocità Vp nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire la sezione geofisica riportata in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione Vp dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi.

La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni;

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;
2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrome - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.

Risultato sondaggio sismico.

Sondaggio Frascaro

La sezione sismica in allegato, riporta la presenza di due orizzonti sismici, il primo è evidenziato da una velocità di 243,5 m/sec ed è costituito da terreno sciolto superficiale (agrario) la potenza massima è di 2 mt.

Il secondo orizzonte sismico (sottostante al primo) è evidenziato da un incremento della velocità, che passa a 915,3 m/sec. ed è riferibile ad un terreno mediamente consistente, (substrato) costituito da argille con inclusi clasti eterometrici (Complesso Indifferenziato). Si veda sezione in allegato.

Calcolo impendenza sismica o rigidità sismica (R).

Parametro impedenza sismica o rigidità sismica del terreno di fondazione (cioè del pacco di strati di terreno compresi entro la profondità dove viene risentito il sovraccarico)

la rigidità sismica R dei terreni ed è data da:
$R = \gamma V_s$ (t/m^2 x sec)

dove:
γ = peso di volume del terreno (ton/m3)
V_s = velocità onde S nel terreno (m/sec)

Rigidità sismica strato 1 (t/m^2 x sec)	146.20
Rigidità sismica strato 2 (t/m^2 x sec)	336.60

Moduli dinamici e statici e calcolo del coefficiente di fondazione (ε) per sismica a rifrazione.

		Vp m/sec	Vs m/sec	Modulo di Poisson	Peso di Volume Kg/m^3	Porosità (%)	**Coefficiente sismico di Fondazione (ε)**
Strato 1	terreni agrari	243	86,0	0,25	1700	48,67	1,26
Strato 2	CIN	915	237,0	0,25	1800	44,49	1,13

Indicazioni sulla capacità portante dei terreni.

Per i terreni superficiali (primo strato fino a -2 mt dal piano campagna) tali valori sono limitati, mediamente 0,50 Kg/cm^2 .

Mentre per il substrato sottostante abbiamo valori minimi di 1,0 Kg/cm^2 e in progressivo aumento con la profondità.

Si indica pertanto come piano di fondazione ottimale il substrato (CIN).

In ogni caso in sede di progetto esecutivo dovranno essere eseguite opportune ed ulteriori indagini geognostiche, anche in funzione della tipologia del futuro edificio.

Verifica stabilità versante.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento
Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

Con particolare riferimento a:

a) Requisiti di sicurezza e criteri di verifica - Prescrizioni relative ai terreni di fondazione;
b) Azione sismica – Categorie di suolo di fondazione; Calcolo dell'azione sismica;
c) Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni – Requisiti del sito di costruzione e del terreno di fondazione; Localizzazione del sito di costruzione; Stabilità dei pendii; Terreni suscettibili di liquefazione.

Analisi di stabilita dei pendii con SPENCER

Numero di strati	1.0
Numero dei conci	10.0

Superficie di forma circolare

Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	(m)	7.56
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	(m)	40.75
Ascissa vertice destro superiore xs	(m)	178.04
Ordinata vertice destro superiore ys	(m)	71.96
Passo di ricerca	10.0	
Numero di celle lungo x	10.0	
Numero di celle lungo y	10.0	

Vertici profilo

N	X (m)	y (m)
1	0.0	0.0
2	10.0	10.0
3	15.0	10.0
4	40.0	1.0
5	60.0	1.0
6	105.0	25.0
7	110.0	25.0
8	125.0	15.0
9	150.0	15.0
10	180.0	30.0

Stratigrafia

==========

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Gs (Kg/m³)	K (Kg/cm³)	Litologia
1	0.20	28.00	1800.00	2100.00	4.00	dep
2	0.25	32	1900	2200	4	CIN

Risultati analisi pendio

==========

Fs minimo individuato		1.67
Ascissa centro superficie	(m)	67.23
Ordinata centro superficie	(m)	45.43
Raggio superficie	(m)	45.16

==========

legenda

==========

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Ei, Ei-1: Forze agenti normalmente alle facce del concio; Xi, Xi-1: Forze di tipo tagliante applicate sulle facce laterali .

==========

Analisi dei conci; superficie...xc = 67.229 yc = 45.43 Rc = 45.16 Fs=1.6678

Lambda = 0.431

Nr.	B (m)	Alfa (°)	Li (m)	Wi (Kg)
1	4.84	-7.22	4.87	10494.99
2	4.84	-1.06	4.84	35986.05
3	4.84	5.1	4.86	56954.12
4	4.84	11.31	4.93	73347.03
5	4.84	17.66	5.08	84943.12
6	4.84	24.25	5.3	91306.45
7	4.84	31.2	5.65	91687.83
8	4.84	38.72	6.2	84800.59
9	4.84	47.18	7.11	68268.99
10	4.84	57.4	8.98	36499.6

Sforzi sui conci

Nr.	Xi (Kg)	Ei (Kg)	Xi-1 (Kg)	Ei-1 (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)	Ui (Kg)
1	5934.5	13767.5	0.0	0.0	2794.24	6736.51	0.0
2	15044.25	34901.32	5934.5	13767.5	26482.35	14243.35	0.0
3	23821.26	55263.19	15044.25	34901.32	49795.14	21697.92	0.0
4	30100.87	69831.34	23821.26	55263.19	68622.01	27792.04	0.0
5	32616.95	75668.42	30100.87	69831.34	80314.02	31691.64	0.0
6	30808.4	71472.73	32616.95	75668.42	83178.82	32879.25	0.0
7	24794.26	57520.47	30808.4	71472.73	76342.45	31119.34	0.0
8	15538.1	36047.01	24794.26	57520.47	59945.9	26545.35	0.0
9	5391.94	12508.82	15538.1	36047.01	36036.1	20020.83	0.0
10	0.0	-0.01	5391.94	12508.82	12032.56	14599.88	0.0

Per Legge (D.M.21.1.81) e per consuetudine pratica la stabilità può dirsi raggiunta solo nel caso in cui Fs sia maggiore di 1.3. Vanno quindi distinti tre casi:

a) Coefficiente di sicurezza inferiore a 1: il pendio si trova in condizioni di instabilità globale.

b) **Coefficiente di sicurezza compreso fra 1 e 1.3: il pendio si trova in condizioni prossime all'equilibrio limite; anche un piccolo incremento degli sforzi tangenziali sulla superficie potenziale di rottura può innescare il fenomeno franoso.**

c) Coefficiente di sicurezza superiore a 1.3: il pendio si trova in condizioni di stabilità globale.

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	2	1	1.303	1.000	2	86	h1/v1	0.023
h2	CIN	27	10	1.303	1.086	27	237	h2/v2	0.113
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.136

V_{S30} =	30/t	220,5	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Conclusioni e vincoli.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da terreni di copertura costituiti da depositi di versante ed un substrato sottostante (CIN), inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato in precedenza descritto.

Per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale, così come per eventuali acque percolanti rilevate durante gli scavi.

Fatto salvo quanto previsto dalle normative vigenti a livello di opera esecutiva e a seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si esprime parere favorevole di edificabilità geologica dell'area.

31 maggio 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14
42038 Felina (RE)



Sondaggio
Sismico a rifrazione

elaborati

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale
da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento
da 5 millisec. a 10.000 millisec.
in variazione continua.

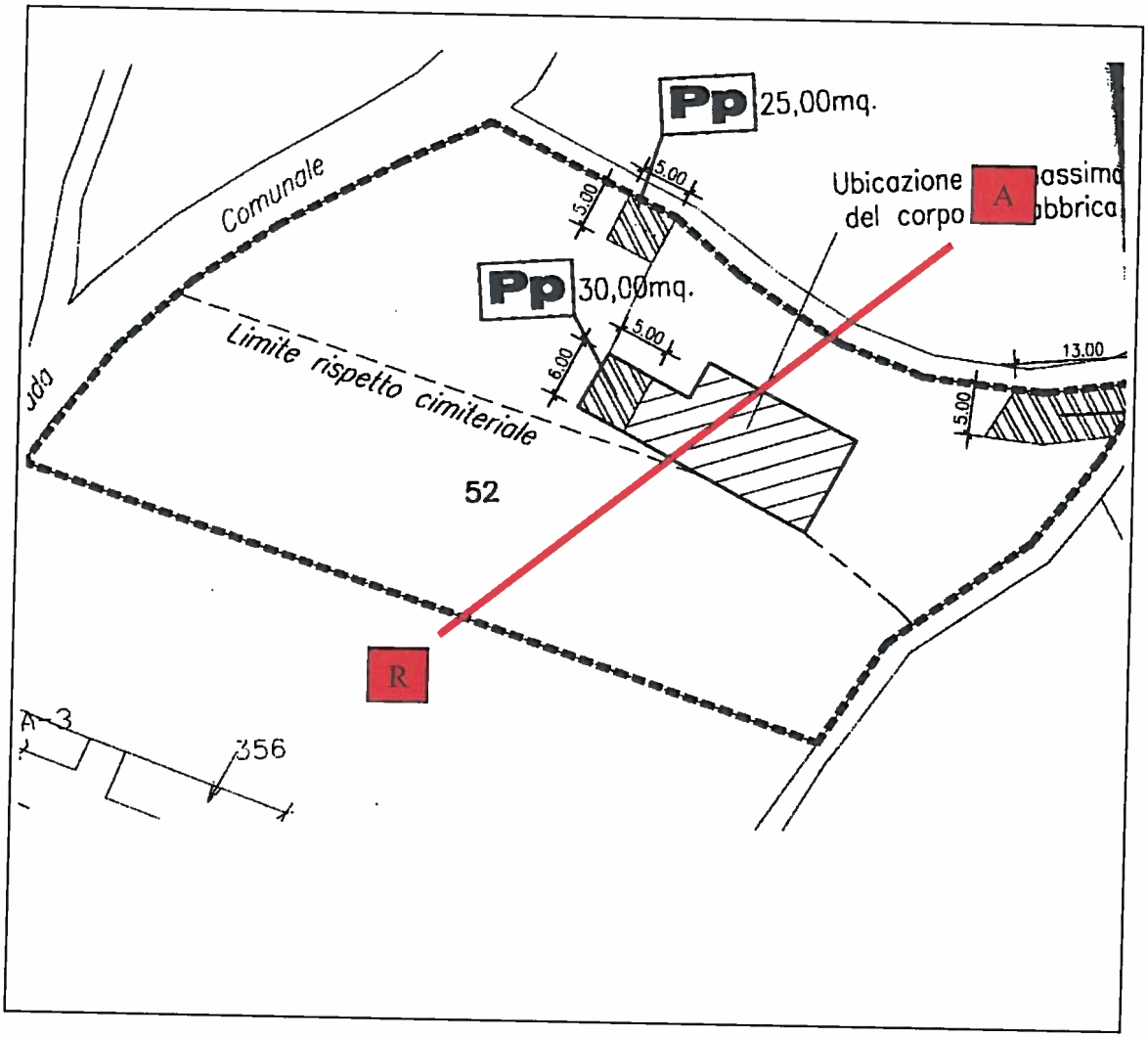
Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer.

Elaborazione dati tramite programma
INTERSISM della PASI



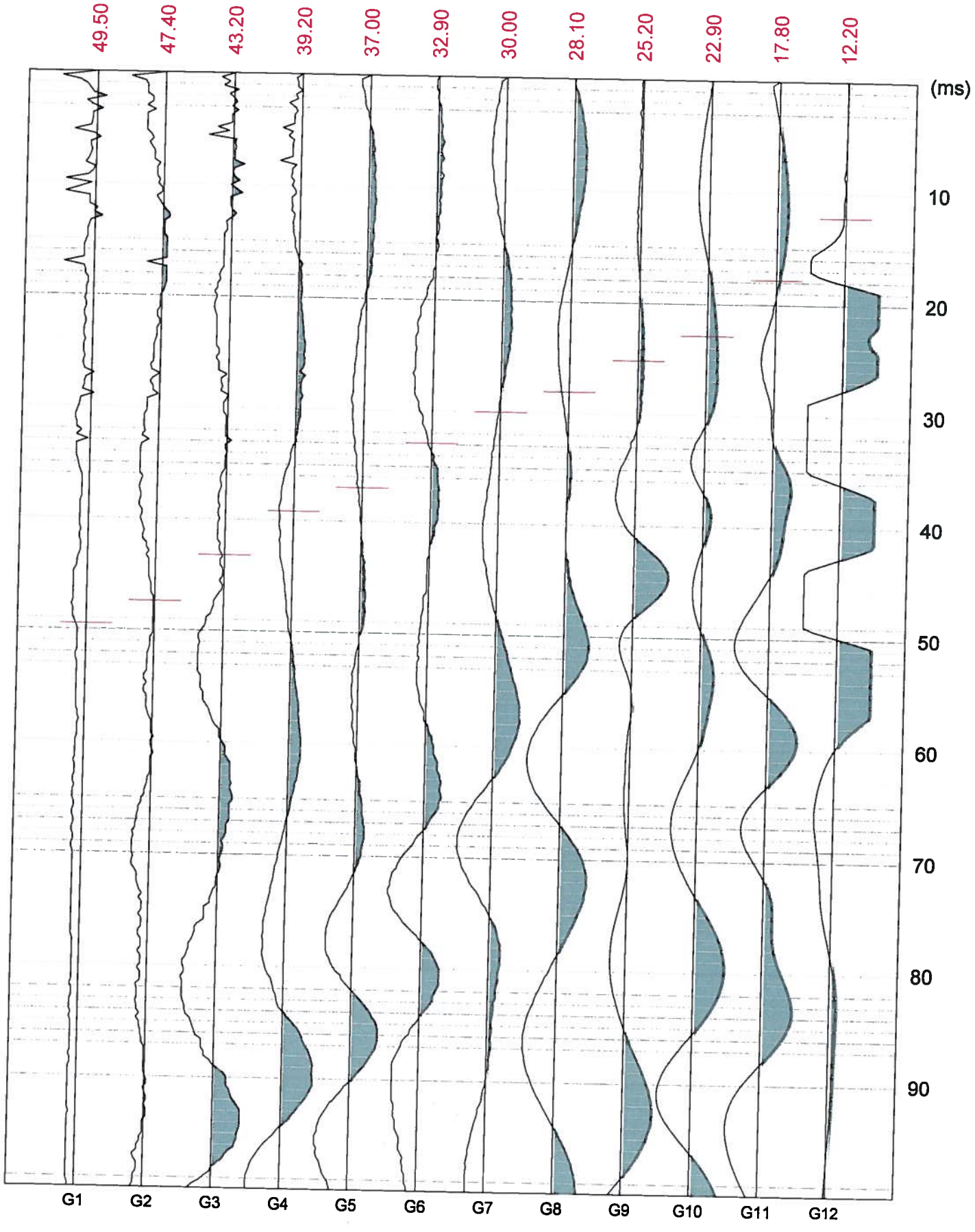
Ubicazione sondaggio sismico
Scala 1:2000

battuta di Andata	A
battuta di Ritorno	R



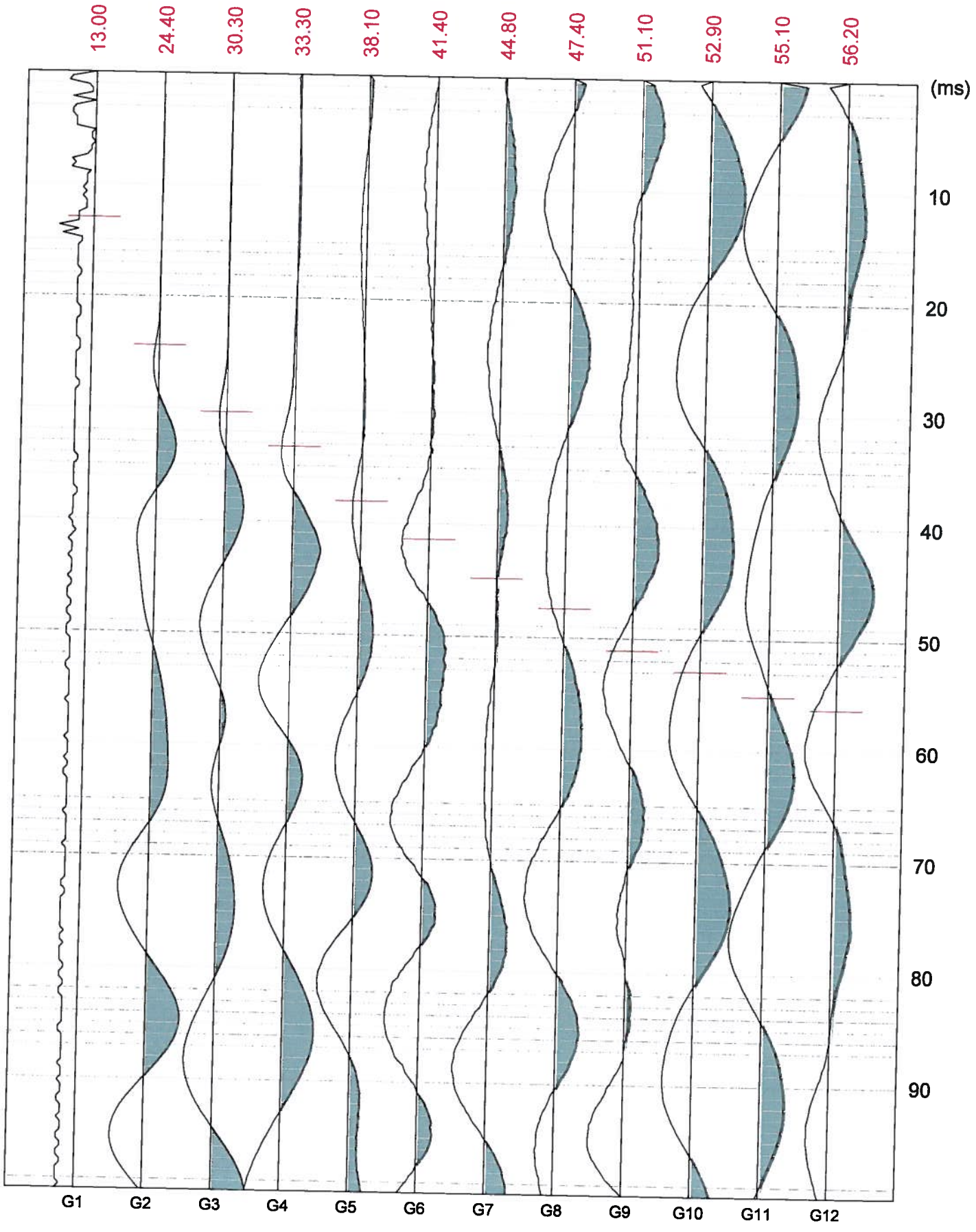
ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

sismica a rifrazione
località Frascaro



www.geoandsoft.com

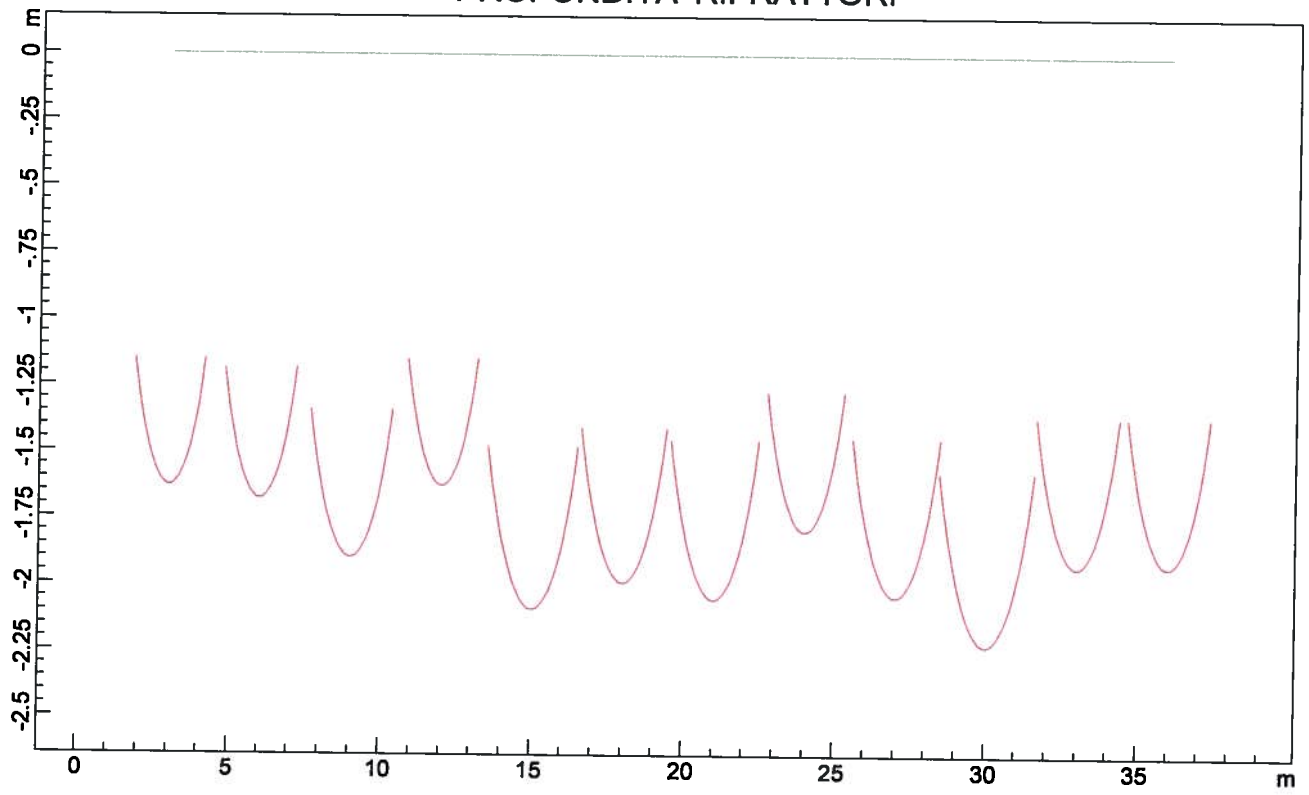
sismica a rifrazione
località Frascaro



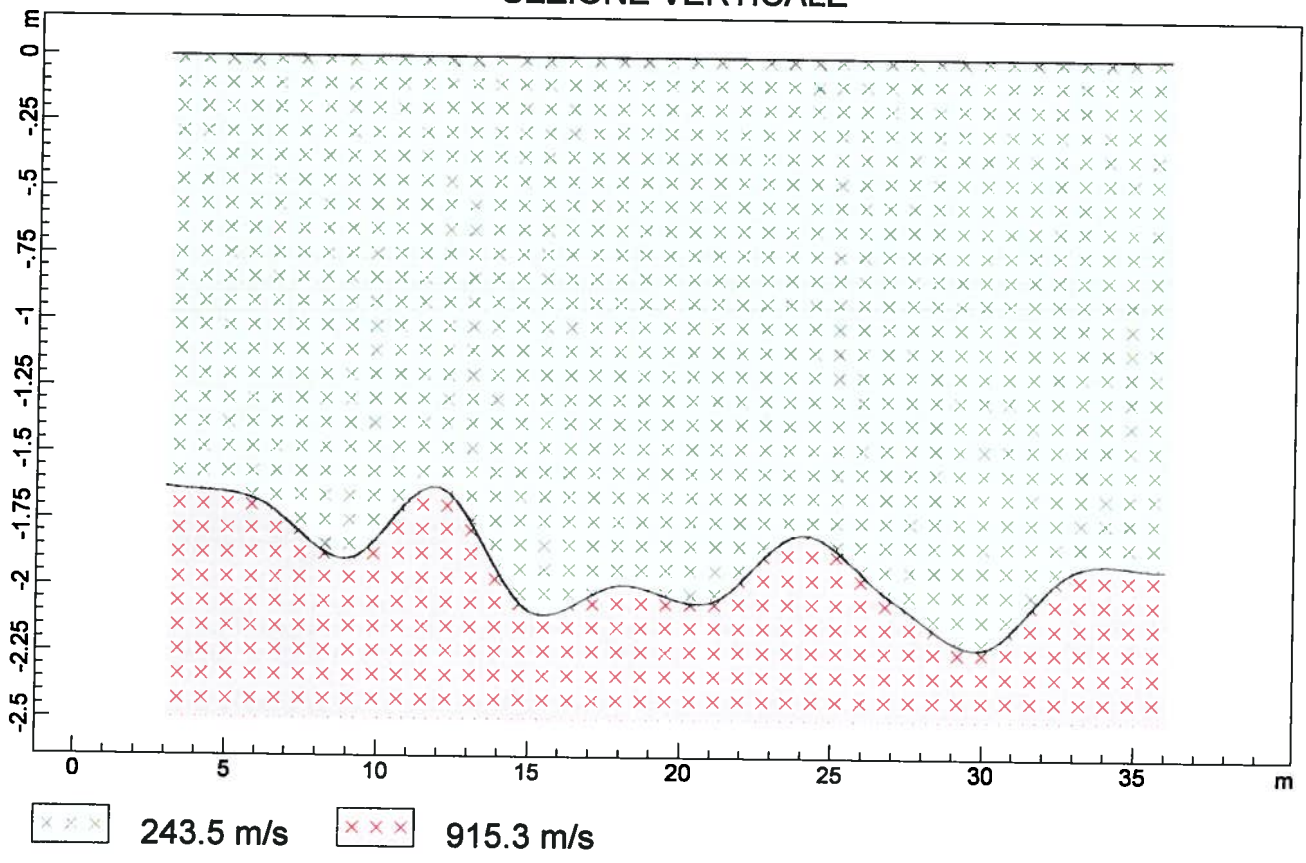
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
località Frascaro

PROFONDITA' RIFRATTORI

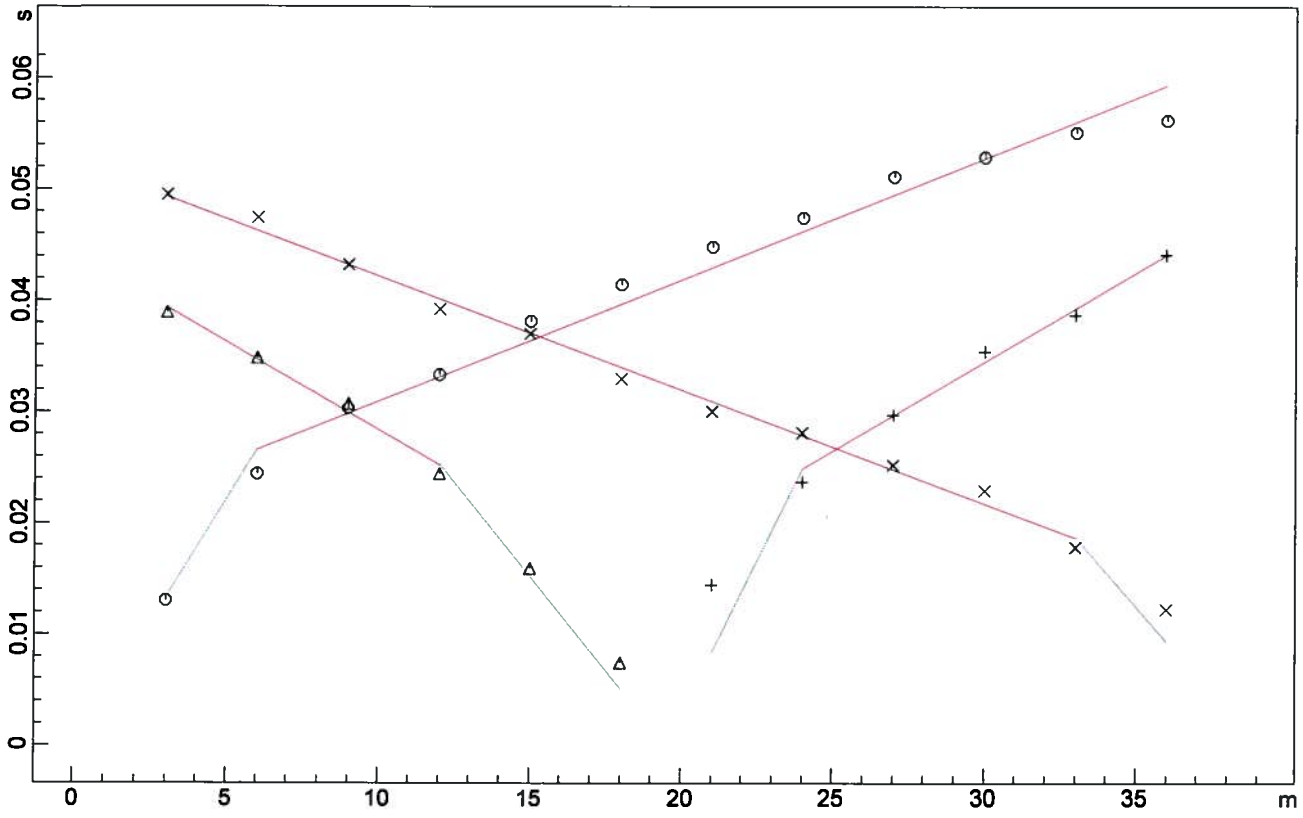


SEZIONE VERTICALE

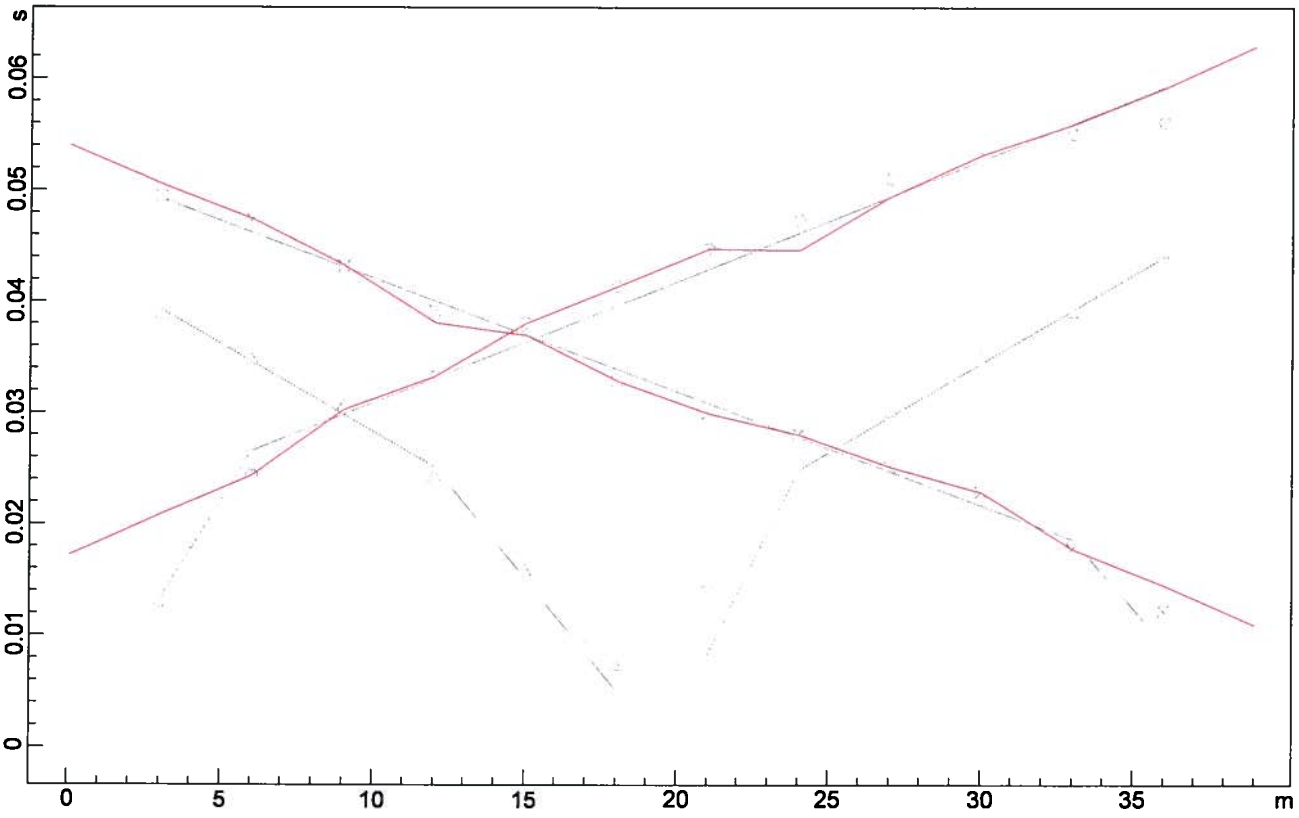


www.geoandsoft.com

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



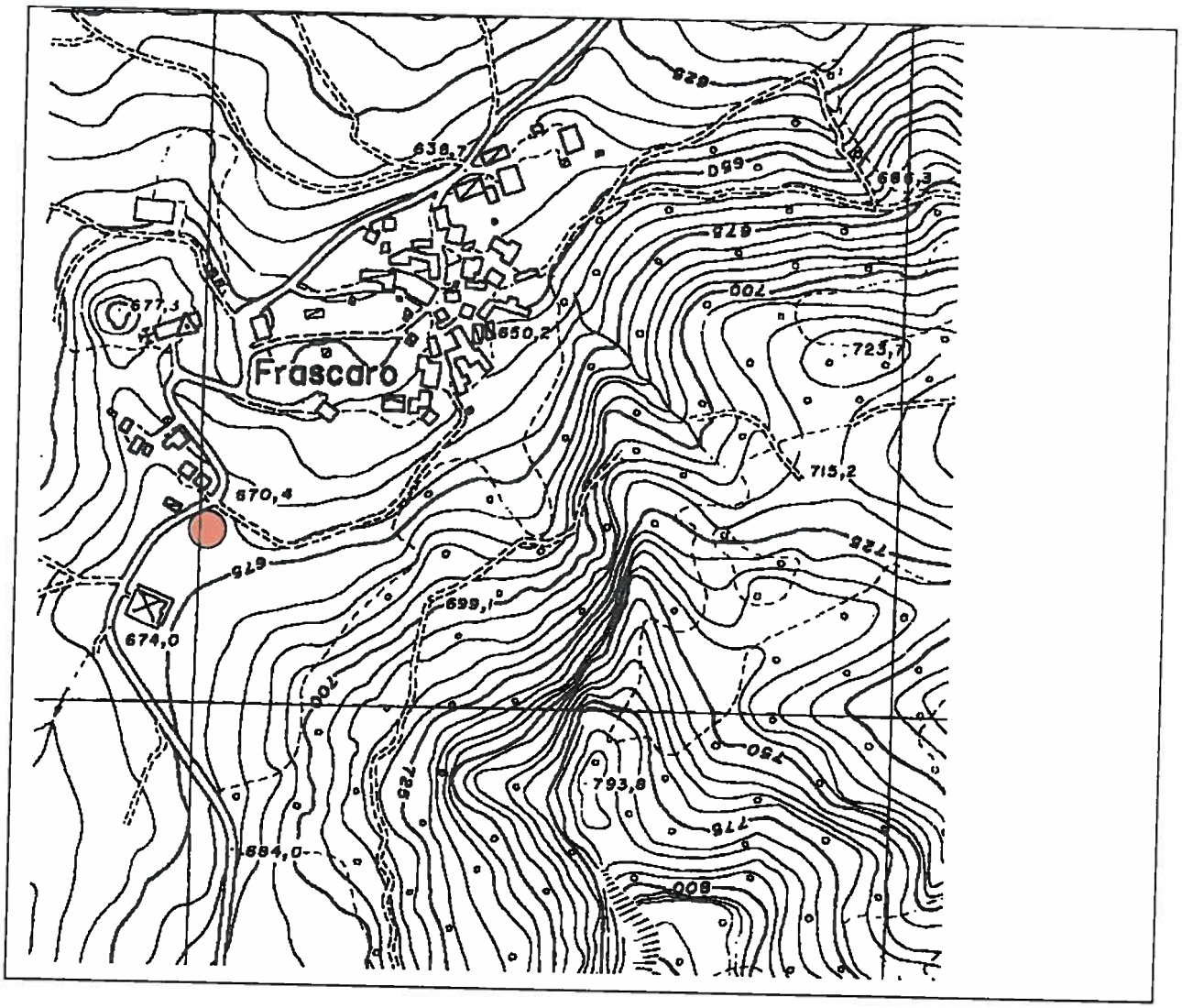
www.geoandsoft.com

N

Estratto CTR – 218131

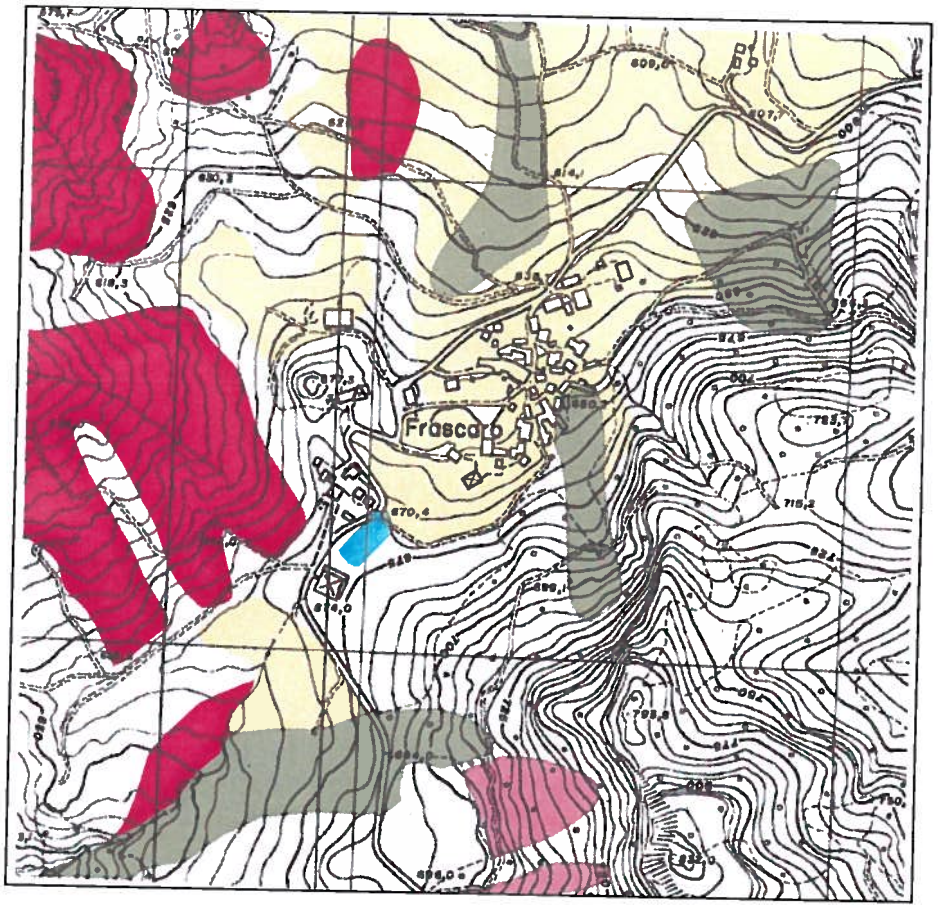
Scala 1:5000

ubicazione



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004

geoLOG

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
08 MAG 2007
PROTOCOLLO N° .....
CAT. .... CLAS..... FASC....

Comune di Castelnovo ne' Monti

Provincia di Reggio Emilia

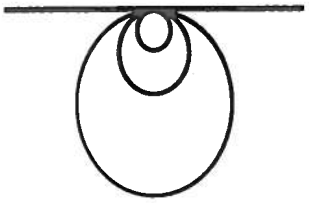
Studio geologico e sismico a supporto del Piano Operativo Comunale

Comparto APT.c

Maggio 2007

SOCIETÀ COOPERATIVA - 40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74 - TEL. 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14 - TEL. 0522.934730 - FAX 0522.387989.

geoLOG
SOCIETÀ COOPERATIVA
40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74
TEL: 051.331209 - FAX: 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TEL: 0522.934730 - FAX: 0522.387989
N. iscriz. Albo Coop. A152436 – R.E.A. di BO 232167 - PART.IVA 00896920378



Comune di Castelnovo ne' Monti

Provincia di Reggio Emilia

Studio geologico e sismico a supporto del Piano Operativo Comunale

Comparto APT.c

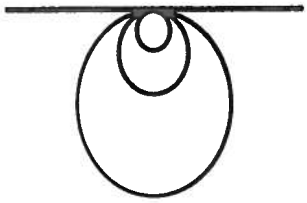
Maggio 2007

GEOLOGIA APPLICATA
GEOFISICA
GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA
MODELLI MATEMATICI

Indice

1 PREMESSA 1
2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA' 1
2.1 Geologia 1
2.2 Morfologia e interventi antropici 1
2.3 Idrografia 2
2.4 Stabilità generale 2
3 INDAGINI GEOGNOSTICHE 2
3.1 Sondaggio carotato (S1) 3
3.2 Prove penetrometriche statiche (CPT) 4
4 QUESTIONI SISMICHE 5
5 ASSETTO STRATIGRAFICO 7
6 VALUTAZIONI INERENTI LA GEOLOGIA APPLICATA 8
6.1 Stabilità 8
6.2 Tipologie di fondazione 8
7 NOTE CONCLUSIVE 9

geoLOG
SOCIETÀ COOPERATIVA
40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74
TEL: 051.331209 - FAX: 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TEL: 0522.934730 - FAX: 0522.387989
N. iscriz. Albo Coop. A152436 – R.E.A. di BO 232167 - PART.IVA 00896920378



GEOLOGIA APPLICATA

GEOFISICA

GEOTECNICA

IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA

MODELLI MATEMATICI

Tavole

1. Corografia generale
2. Geologia
3. Ubicazione sondaggi
4. Sondaggio a rotazione
5. Caratteristiche del penetrometro statico-dinamico "DINASTAR"

6/12. Diagrammi penetrometrici

13/19. Interpretazione dei CPT

20. Sezioni stratigrafiche interpretative

Allegato

Estratto da: prova Down Hole

1 PREMESSA

Nell'ambito degli studi di supporto al Piano Operativo Comunale di Castelnovo ne' Monti (RE), GeoLog S.C. cura le indagini per il comparto da trasformare denominato

APT.c

relativamente ai temi geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici.

Nel presente rapporto, ad un sintetico inquadramento ambientale seguono i risultati degli studi condotti sino ad ora sull'area ed una prima serie di valutazioni specialistiche.

Il lavoro è propedeutico all'approfondimento previsto per il Piano Urbanistico Attuativo, nel quale si svilupperanno le questioni sismiche secondo le più recenti disposizioni in materia e si produrranno le verifiche geotecniche utili ad orientare la progettazione di massima delle strutture.

2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA'

L'area in esame comprende buona parte del piazzale in cui ha sede l'ex Consorzio Agrario e la scarpata sottostante (tav. 1).

I rilievi effettuati dallo Studio Tecnico Associato Geoprogetti di Castelnovo né Monti, indicano quote intorno a 713 e 701 m s.l.m. rispettivamente per la sommità del ripiano e la base del pendio.

2.1 Geologia

Come mostra l'estratto di tav. 2, il settore è ritagliato nella Formazione di Antognola.

Il substrato, costituito da marne grigio verdastre a stratificazione in genere maldistinguibile, affiora sulla collina posta a settentrione, laddove manca la copertura eluvio colluviale.

Nel comparto in esame, le terre naturali risultano sepolte da riporti antropici, dunque non resta che delegare alla geognostica il riconoscimento delle varie successioni litologiche.

2.2 Morfologia e interventi antropici

Il settore si colloca nella zona di raccordo tra il dosso sovrastante Via Alighieri, ed il vasto ripiano morfologico che caratterizza la parte meridionale di Castelnovo né Monti.

In termini di pendenza, si passa da valori di circa 35° sui fianchi del rilievo, a pochi gradi al piede.

Riguardo al sito in esame, l'ampio piazzale e la scarpata sottostante non possono che essere opera dell'uomo; quanto alle forme originarie, si possono supporre pendii più o meno regolari, con acclività intorno alla media del range sopra indicato, forse più basse ad occidente, visto che in quella direzione ci si approssima ad una zona di sella.

Dai racconti degli anziani è emerso che il settore era la discarica del paese[1].

A partire dagli anni '20 - '30, il rilevato fu costruito con terreni di risulta ed i pochi rifiuti prodotti a quei tempi; l'attività si protrasse per decenni.

Sembra che nell'accumulo si orientassero le terre nel settore ad Ovest dell'attuale sede del C.A.I. (ubicazione in tav. 3) ed i rifiuti domestici ad Est.

Quando si costruì l'ex Consorzio, il rilevato doveva essere praticamente quello che si osserva ora. Qualcuno ricorda infatti che le fondazioni a monte furono poste sulla marna, mentre quelle a valle richiesero scavi di parecchi metri[2].

2.3 Idrografia

L'urbanizzazione del settore ha cancellato le originarie linee di deflusso naturale.

Le acque di pioggia sono ora convogliate in pozzetti e immesse nella rete fognaria.

2.4 Stabilità generale

Il settore non risulta interessato da movimenti gravitativi.

A monte del comparto, le acclivi pareti prodotte per la realizzazione degli edifici sono contraffortate da opportune opere; a valle, la debole pendenza porta ad escludere che possano innescarsi frane.

Il manto di asfalto che ricopre quasi ovunque il piazzale non mostra lesioni riconducibili a smottamenti, dunque si deve dedurre che il riporto abbia riserve sufficienti a garantire l'equilibrio della scarpata ancorché ritagliata secondo pendenze prossime a 30°.

E' tuttavia presente un soliflusso generalizzato sulla ripa, reso palese dalla curvatura di numerosi alberi cresciuti lungo il pendio.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel comparto si effettuò in passato una prova penetrometrica dinamica (siglata 23/03) con strumento leggero. Il risultato della prova è nel fascicolo "Indagini

---

1 "il materiale veniva portato da un carretto trainato da una somarella".

2 "le profonde trincee prodotte per alloggiare gli appoggi tendevano a franare e solo per un caso fortuito un operaio addetto allo scasso ebbe salva la vita".

geognostiche e prospezioni geofisiche" prodotto a corredo del P.S.C., al quale si rimanda per la consultazione[3].

Riguardo alle indagini attuali, la campagna geognostica prevedeva l'esecuzione di un sondaggio a rotazione a -20 m dal p.c. con 4 prove in foro (SPT) ed una serie di 7 prove penetrometriche.

Durante le fasi di carotaggio, vista la potenza del riporto, si ritenne di ridurre le prove SPT e di incrementare l'estensione in profondità del carotaggio.

Quanto alle prove penetrometriche si optò per l'utilizzo dello strumento in configurazione statica in tutte le verticali, così da disporre di dati meglio interpretabili.

L'ubicazione dei sondaggi è in tav. 3.

3.1 Sondaggio carotato (S1)

L'incarico per questa prospezione è stato affidato ad un Laboratorio autorizzato dal Ministero per le infrastrutture ed i trasporti (nella fattispecie Geoprogetti s.a.s., titolare dell'autorizzazione n. 54420), così da conferire alla prova carattere ufficiale.

Si è utilizzata una sonda Atlas Copco Mustang A 65, gli avanzamenti sono stati protratti a secco entro i depositi di copertura, quindi con carotiere doppio T6 una volta intercettato il substrato.

Il materiale argilloso-limoso è stato saggiato in via speditiva con pocket penetrometer, gli spezzoni di carota relativi alla formazione in posto sono stati misurati per definire l'indice RQD. L'esecuzione delle prove standard SPT ha seguito le raccomandazioni A.G.I.

La stratigrafia è riportata nella tav. 4 secondo la nostra modulistica. I certificati emessi dal Laboratorio sono comunque a disposizione.

Oltre alle descrizioni litologiche, la tavola contiene i risultati delle prove in campo e specifica eventuali problematiche insorte durante la perforazione

Il livello statico della falda segnalato in grafico è stato misurato dopo una interruzione del cantiere di un paio di giorni.

Al termine della prova, il foro è stato attrezzato per indagine sismica Down-Hole fissando con boiacca di cemento-bentonite una batteria di tubi in PVC.

---

3 con il test si rileva il numero di colpi N necessario per produrre determinati approfondimenti di una punta posta all'estremità della batteria di sondaggio; come è noto, la prova consente di discriminare il materiale duro da quello tenero senza però definirne la natura; nelle zone montane si attribuiscono generalmente i valori bassi di N alla copertura ed i valori più elevati al substrato; per il test in questione l'interpretazione citata è tuttavia fuorviante: l'incremento finale è dovuto ad un ammasso consistente immerso nel riporto e non al substrato, che le prove statiche recenti identificheranno qualche metro più sotto.

3.2 Prove penetrometriche statiche (CPT)

Per questi sondaggi si è ricorsi al penetrometro Dinastar (Tecnotest – MO), le cui caratteristiche sono descritte in tav. 5.

L'avanzamento è stato protratto fino al limite strumentale.

Ad esclusione delle prove condotte nel settore orientale, nei fori si è inserito un piezometro semplice per consentire di rilevare nel tempo la misura del livello freatico.

I valori della resistenza alla punta (q_c), al manicotto di frizione (f_s) e del rapporto q_c/f_s sono diagrammati nelle tav. 6 ÷ 12.

Sul grafico della resistenza statica è segnalato il livello della tavola d'acqua misurato a 3 giorni dal termine della campagna geognostica.

I dati CPT sono stati processati mediante uno specifico programma di nostra redazione che restituisce in forma grafica la litologia ed una serie di parametri geomeccanici (tav. 13 ÷ 19).

Per non appesantire l'esposizione, si evita la disamina degli algoritmi utilizzati; sul modulo sono comunque citati gli Autori di riferimento.

Nella classificazione litologica (secondo Schmertmann, 1978) compaiono i termini indicati dall'Autore per i suoli della Florida; nel caso specifico e relativamente allo spessore dei materiali di riporto, la litologia risultante è quanto meno dubbia, considerate le modalità di stesa e la natura del materiale.

Solo le frazioni argillose più profonde possono essere rappresentative del vecchio suolo eluvio-colluviale che ricopriva il substrato. Le ultime misure sono infine imputabili al letto roccioso.

Nella derivazione dei parametri meccanici e della storia tensionale si sono divisi in modo drastico i materiali incoerenti da quelli coesivi, con riferimento ad un valore discriminante del rapporto di frizione; la validità dei risultati è pertanto limitata alle particolari condizioni che si instaurano durante la prova penetrometrica.

Come si vede, il calcolo riguarda:

- il probabile andamento della tensione litostatica effettiva σ'_{vo};
- l'angolo di resistenza al taglio in termini efficaci φ per i suoli giudicati incoerenti;
- la resistenza al taglio in termini totali (ovvero la coesione non drenata cu per $\varphi = 0$) relativa alle terre giudicate coesive:
- il rapporto di sovraconsolidazione OCR, laddove si dispone della c_u.

Il termine OCR, per le argille ed i limi, esprime lo scostamento tra la consistenza misurata e quella che occorrerebbe attendersi nel medesimo terreno qualora la consolidazione fosse avvenuta per effetto del solo carico litostatico.

La relazione utilizzata per la stima di tale parametro è la seguente:

$c_u / \sigma'_{v0} = (0.23 \pm 0.04)\ OCR^{0.8}$ (Ladd e Foot, 1974)

La storia tensionale del suolo presenta risvolti pratici rilevanti: è noto, infatti, che la terra manifesta compressibilità più o meno marcata qualora la sollecitazione imposta giochi rispettivamente all'esterno o all'interno della gamma di tensioni che, per qualche vicissitudine, essa ha avuto modo di sperimentare in precedenza.

Nel caso del riporto, le interpretazioni geomeccaniche risultanti dal trattamento dei dati penetrometrici hanno valore puntuale e pertanto non possono essere correlate arealmente; esse sono tuttalpiù indicative della consistenza complessiva.

4 QUESTIONI SISMICHE

Il Comune di Castelnovo ne' Monti risulta compreso tra le zone 2 secondo D.G.R. n. 1677 del 24/10/2005.

Con riferimento all'ultimo secolo, il Catalogo parametrico dei terremoti italiani riporta per la particolare zona sismogenetica (N. 29) gli eventi elencati nella tabella che segue.

Anno	Località	Mag.	Anno	Località	Mag.
1892	Carpineti	4.83	1930	Fiumalbo	5.22
1895	Fanano	4.83	1940	Corniglio	4.93
1896	Fanano	4.89	1957	Monchio	4.63
1898	Calestano	5.07	1957	Zocca	5.06
1904	Frignano	5.08	1965	V. Secchia	5.01
1908	Frignano	4.69	1974	Pione	4.64
1913	Val di Taro	4.85	1985	Ap.Parmense	4.69
1925	Frassinoro	4.65	1999	Frignano	4.73
1927	Cervarezza	4.66			

Secondo Frassineti et al., 1997, l'accelerazione di picco attesa per l'area è di 280 gal (vedi Figura 1).

La Provincia di Reggio Emilia pubblicherà a breve la carta delle aree suscettibili ad effetti locali, a cui si rimanda per una visione generale della pericolosità sismica del comparto.

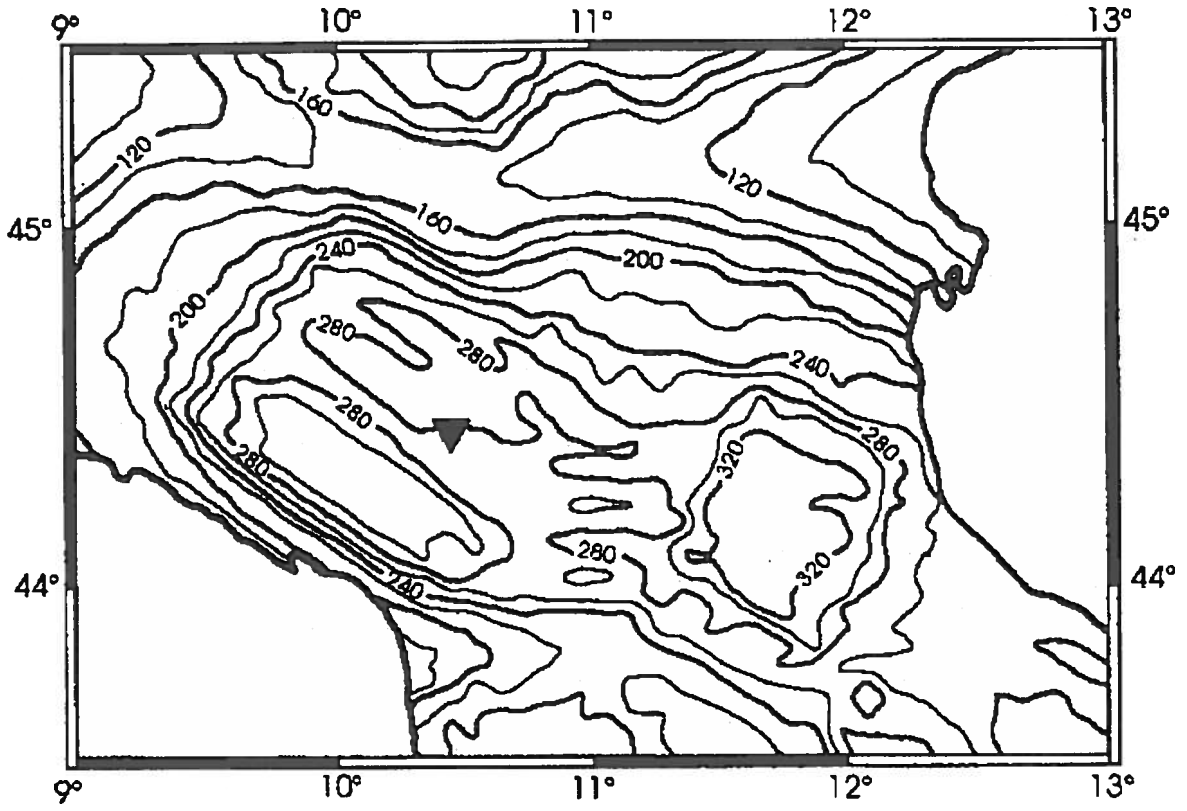


Figura 1

Per quanto attiene la microzonazione, lo studio "Castelnovo ne' Monti: analisi di pericolosità sismica" (M. Pagani e A. Marcellini, 2003), evidenzia due classi in cui sono raggruppati i risultati dell'analisi di pericolosità in termini di spettri di risposta:

Classe Ac *Classe caratterizzata da amplificazioni concentrate nei bassi periodi (T minore di 0.2s). I fattori di amplificazione raggiungono valori pari a tre. In questa classe vengono raccolte situazioni in cui un deposito composto da terreni di diversa origine (eluviale, colluviale, depositi di geliflusso), con spessore inferiore a 15-20m e caratteristiche meccaniche intermedie (V_S compresa tra 200 e 600 m/s) poggia su un substrato più competente con velocità delle onde di taglio superiore a 900m/s.*

Classe Bc *Classe con amplificazioni comprese in un ampio intervallo di periodi e con fattori di amplificazione che dall'ordinata di picco (per T pari a circa 0.2-0.3s) decrescono all'aumentare del periodo. Il profilo litologico campione comprende, per questa classe, un primo intervallo superficiale con caratteristiche equivalenti a quelle indicate per i depositi superficiali inclusi in classe Ac ed un secondo intervallo, più profondo e con uno spessore che può raggiungere i 50m, composto da materiali con velocità di propagazione delle onde di taglio attorno a 500-700m.*

La prova Down Hole effettuata in occasione del presente studio, offre lo spunto per verificare in quale delle classi identificate dagli Autori ricade il comparto.

Il test, si rammenta, permette di determinare la velocità delle onde sismiche di taglio e di risalire da questa al parametro V_{s30} mediante media armonica ponderata sui 30 m più superficiali[4].

L'output fornito dagli specialisti incaricati per le prove è in allegato.

Date le velocità registrate, il suolo è inquadrabile nella seconda delle classi sopra citate.

Il termine V_{s30} è intorno a 350 m/s, dunque il suolo di fondazione si inquadra nella categoria C.

Cosa ciò comporti in termini di accelerazioni e di spettri di risposta elastici è indicato dalla Normativa.

Con l'interpretazione secondo il metodo delle dromocrone è stato possibile mediare i valori delle velocità delle onde sismiche. Il risultato, ottenuto tramite una regressione lineare dei valori appartenenti ai singoli intervalli, riflette a pieno la situazione stratigrafica evidenziata dal carotaggio: alle coltri superficiali corrispondono velocità delle onde di taglio intorno a 200 m/s, che passano a quasi 700 m/s proprio dove si è intercettata la marna.

5 ASSETTO STRATIGRAFICO

Per rappresentare la stratigrafia del luogo si sono tracciati tre profili topografici sovrapponendo ad essi i diagrammi penetrometrici, la successione litologica desunta dal carotaggio e disegnando quanto si può trarre dai dati disponibili.

Il risultato dell'elaborazione è in tavola 20.

I valori del test dinamico 23/03 sono rappresentati per semplicità secondo due campiture: il tono chiaro segnala terre relativamente soffici, il tono scuro indica livelli particolarmente resistenti.

La ricostruzione evidenzia che al bordo del piazzale gli spessori di riporto sono decisamente importanti (6 ÷ 7 m), e che il tetto del substrato marnoso soggiace alla superficie topografica 8 ÷ 11 m.

E' interessante osservare che gli accumuli di maggior potenza, sia del riporto, sia del vecchio suolo, si ritrovano nel settore centrale del comparto, probabilmente perché un tempo era conformato a leggero impluvio.

---

[4] nel caso la prova non raggiunga il bedrock sismico (livello litico con $V_{s30} \geq$ a 800 m/s) ovvero abbia estensione limitata, a titolo cautelativo si trascura il progressivo aumento della densità con la profondità e si estende l'ultimo livello individuato sino ai 30 metri previsti dalle leggi vigenti (Delibera della Giunta Regionale Prot. n. geo/0671053692).

6 VALUTAZIONI INERENTI LA GEOLOGIA APPLICATA

I progetti di massima forniti dallo Studio FOA di Milano, a cui si rimanda per la visione, mostrano edifici con sagome incassate 6 m circa nel piazzale e spiccati che si elevano 3 – 4 piani dalla superficie topografica. L'impronta di tali opere grava tra via Alighieri ed il ciglio di piazzale Matteotti.

Vediamo di esporre in sintesi le tematiche geotecniche di precipuo interesse.

6.1 Stabilità

Sbancamenti importanti a ridosso di via Alighieri impongono attente valutazioni sull'equilibrio delle terre a tergo dei fronti.

Nelle condizioni stratigrafiche rilevate, è prevedibile che le marne saranno raggiunte solo nel settore più occidentale, mentre in quelli centrale ed orientale lo scavo interesserà i riporti e l'antica copertura argillosa.

Riguardo al substrato, l'esperienza acquisita in numerosi lavori condotti nelle vicinanze indica che il materiale offre buone prestazioni portanti e minima compressibilità, ma può presentare risvolti problematici laddove gli si richieda di autosostenersi su scarpate alte ed acclivi. La stabilità dei riporti e dei depositi naturali argillosi in genere, ancorché consistenti, è garantita solo con angoli di scarpa moderatamente inclinati.

Peraltro le terre argillose naturali sono sede di una falda freatica, di cui si dovrà tener conto nel dimensionare le opere di sostegno.

Conviene dunque adeguare le soluzioni progettuali al particolare assetto individuato ed adottare le soluzioni che salvaguardino la stabilità dei fronti e la funzionalità di tutto ciò che circonda il cantiere.

6.2 Tipologie di fondazione

Le fondazioni dell'edificio, a meno che non si prevedano improbabili appoggi "a gradoni" in modo da seguire il substrato sepolto, finiranno per gravare parte sulla roccia, parte sulla vecchia copertura, parte sul riporto.

E' facile immaginare la complessità del problema se si considera che il substrato è praticamente indeformabile, che le argille naturali mostrano compressibilità variabili da zona a zona, e che il riporto è difficilmente classificabile dal punto di vista geomeccanico.

Volendo mantenere le sezioni del progetto e nella prospettiva più logica di delegare i carichi strutturali al substrato marnoso, occorrerà prevedere berlinesi per il sostegno dei fronti di scavo e fondazioni su pali.

7 NOTE CONCLUSIVE

Il fatto che l'attuale piazzale Matteotti ricopra l'antica discarica del paese non sposta la fattibilità geologica del progetto, piuttosto complica in qualche misura quella geotecnica.

Visto il singolare assetto, per il prosieguo degli studi in tale campo si rendono necessarie specifiche indagini ed attente analisi sull'equilibrio dei settori che bordano l'area d'imposta.

In realtà del genere, è comunque consigliabile modellare la distribuzione planivolumetrica dei vani interrati al fine di ridurre l'incidenza degli oneri economici per la loro realizzazione.

Nella logica prospettiva di ricorrere a berlinesi e fondazioni profonde, il lavoro a supporto del Piano Urbanistico Attuativo sarà improntato alle valutazioni di massima relative a tali tipologie.

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. ROBERTO FARIOLI
Nr. 392
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. MARIO MAMBRINI
Nr 181
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

geoLOG

COMMITTENTE:	COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)
CANTIERE:	APT.c
LOCALITA':	CASTELNOVO NE' MONTI

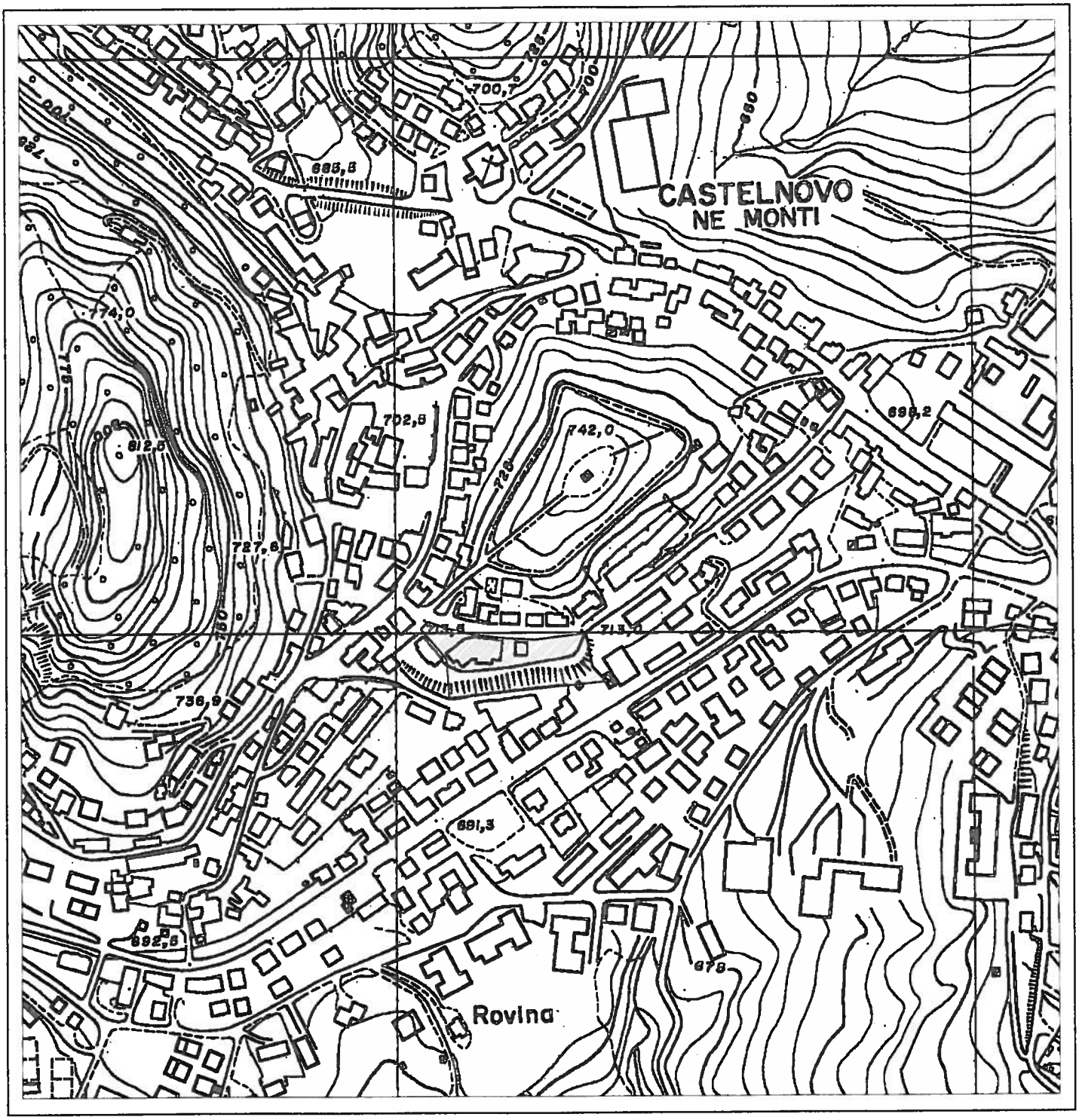


TAVOLA 1

COROGRAFIA GENERALE

ESTR. DA C.T.R.
ELEMENTO N. 218130

SCALA 1:5000

NORD

LEGENDA

Area di progetto

geoLOG

COMMITTENTE:	COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)
CANTIERE:	APT.c
LOCALITA':	CASTELNOVO NE' MONTI



TAVOLA 2

GEOLOGIA

ESTR. DA CARTA GEOLOGICA DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO ELEMENTO N. 218130

SCALA 1:5000

NORD

LEGENDA

Area di progetto

Faglia certa / presunta

30 Pendenza strati

FORMAZIONE DI ANTOGNOLA (ANT).

ANT_1 Membro delle marne selciose. Aquitaniano - Burdigaliano inf.

ANT_{1b} Unità delle arenarie di Villaprara.

ANT_7 Membro marnoso. Oligocene superiore.

FORMAZIONE DI RANZANO (RAN).

RAN_3 Litozona arenaceo-pelitica. Eocene sup. - Oligocene inf.

geoLOG

COMMITTENTE: COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)

CANTIERE: APT.c

LOCALITA': CASTELNOVO NE' MONTI

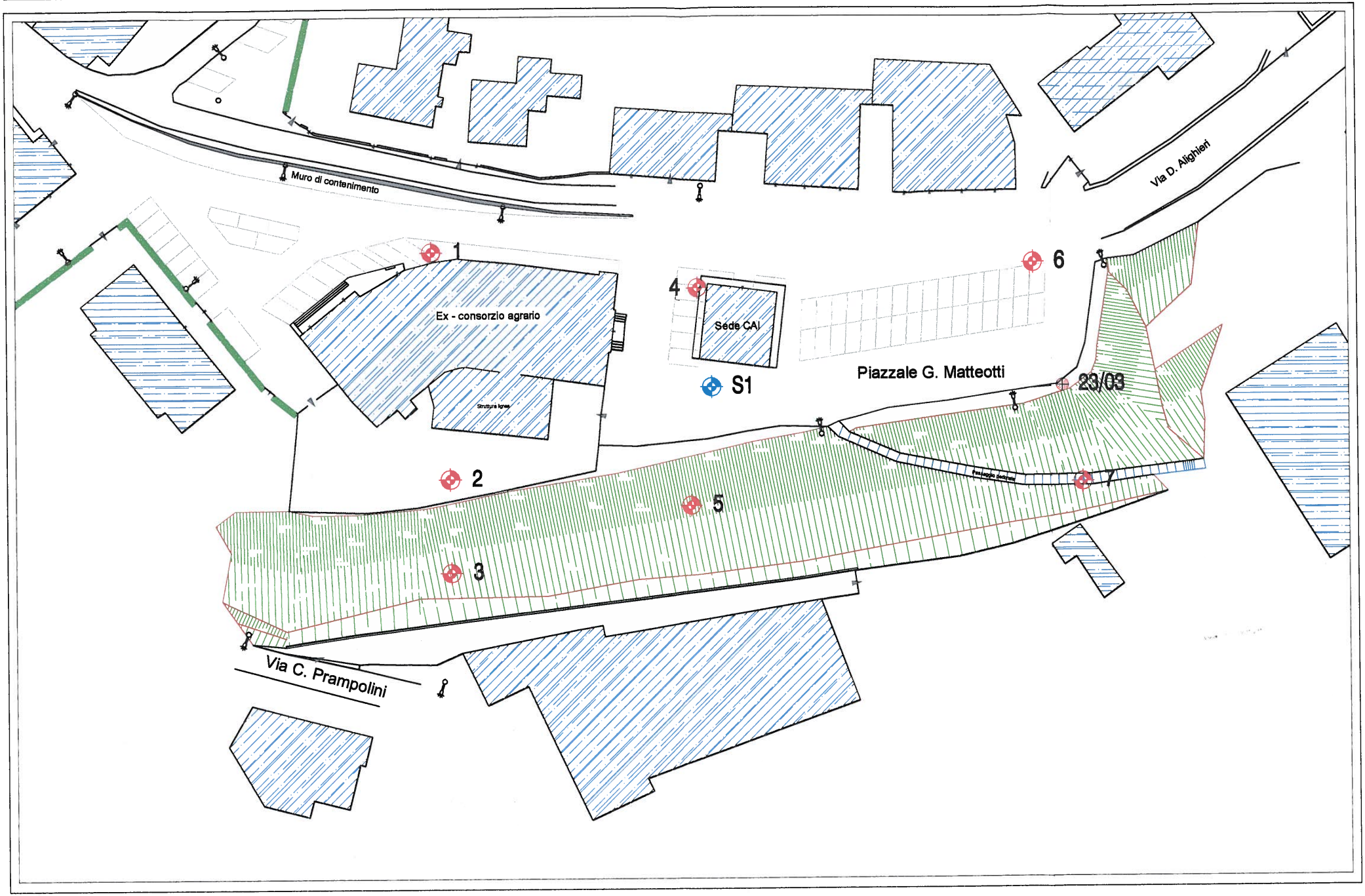
TAVOLA 3

UBICAZIONE SONDAGGI SCALA 1:500

NORD

LEGENDA

- sondaggio a rotazione
- prova penetrometrica statica
- prova penetrometrica dinamica



COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
Località: Capoluogo
Ambito da trasformare APT.c

SONDAGGIO A ROTAZIONE N. 1 (S1)

DITTA ESECUTRICE
GEOPROGETTI S.A.S.

MODALITA ESECUTIVE: carotaggio continuo verticale
SONDA: MUSTANG 65
CAROTIERE: ☒ semplice ☒ doppio Φ 116 e 101 mm
CASING: Φ 128 mm

DATA INIZIO: 09.02.2007
DATA FINE: 14.02.2007
CAPO SONDA: Sig. Antonio Montanari
DIREZIONE DI CANTIERE: Dr. Roberto Farioli
Ordine Geologi - Regione E. Romagna - n° 282

COORDINATE GEOGRAFICHE:
RIF. TAV. 3
QUOTA S.L.M. DEL PIANO CAMPAGNA: ~ 713.5 m
TAV. 4

NOTE: Carotiere semplice fino a −12.10 m, quindi carotiere doppio T6 fino al termine del sondaggio. Nel tratto compreso tra il tetto del substrato e −13.3 m, abbondanti perdite dei fluidi di circolazione indicano una marca fessurazione. Il livello della falda si è collocato a −7.2 m dopo 2 giorni di inattività e con foro non rivestito. Gli ultimi 10 cm sono stati campionati con carotiere doppio T6 diam. 116, questo per alesare la parete del foro e installare correttamente la batteria di tubi in PVC per la prospezione sismica Down Hole

GEOLOG S.C.R.L.
BOLOGNA, via D'Azeglio 74 − tel. 051/331209
REGGIO E., via E. all'Angelo 14 − tel. 0522/934730

PROF. DAL PIANO CAMPAGNA (m)	PERCENTUALE DI CAROTAGGIO	INDICE RQD	CAMPIONI: Q2−Q3 SPEZZONI DI CAROTA	CAMPIONI: Q4−Q5 □ OSTERBERG Φ Φ □ SHELBY	POCKET PENETROMETER (kPa)	VANE TEST (picco) (kPa)	VANE TEST (residuo) (kPa)	SPT: TRATTO IN PROVA	SPT: POSIZIONE CASING	SPT: PUNTA CHIUSA	SPT: SCARPETTA	SPT: COLPI I TRATTO	SPT: COLPI II TRATTO	SPT: COLPI III TRATTO	SPT: DEFINIZIONE PER 50 COLPI	SPT: N SPT	SPT: LUNGHEZZA CAMPIONE	STRATIGRAFIA
1					210													
2																		
3					450													
4					330													
5					170													
6					f.s.							5	8	10		18		
7					150													
8					270													
9					170													
10					200													
11					90													
12		94			120													
13		90			230													
14					220													
15		92			230													
16					280													
17		94			340													
18		65			320													
19		80			140													
20					100													
21		70			20													
22		nd			220							f.s.				6		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		

DESCRIZIONE LITOLOGICA

Riporto eterogeneo costituito in prevalenza da limo argilloso con scaglie marnose, pezzetti di arenaria, frammenti di laterizi, e qualche elemento carbonioso. A − 7.3 m è stato rinvenuto un frammento di vetro. Il colore della compagine, generalmente marrone e marrone chiaro nei tre metri superficiali, diviene spesso grigio verde, marrone scuro e grigio scuro nella parte inferiore.

Limo argilloso grigio verde con patine marroni subordinate e qualche elemento rugginoso. A − 9.7 m si è rinvenuto un minuscolo frammento di laterizio dalle forme rondeggianti che si sbriciola al tatto.

Marne di Antognola. Marne e calcari marnosi di colore grigio verde a stratificazione suborizzontale, interessate da rari piani di taglio secondo angoli di 70° rispetto all'orizzontale. In corrispondenza delle frazioni marnose il materiale risulta talora finemente fratturato in scaglie con forme concave o concoidi. Le superfici sono prive di ossidazioni. Le parti calcareo marnose (intorno a − 14 m, da −16.20 a −16.80 m e da −18.90 a −19.9 m) risultano di consistenza quasi lapidea.

ACQUA
PIEZOMETRO A TUBO APERTO
PIEZOMETRO CASAGRANDE
LIVELLO PIEZOMETRICO

geoLOG

CARATTERISTICHE DEL PENETROMETRO STATICO-DINAMICO "DINASTAR" TAVOLA 5

ASSETTO DINAMICO

- peso della massa battente (M) ..... 30 kg
- corsa in caduta libera (H) ..... 20 cm
- diametro delle aste di perforazione ..... 28 mm
- peso di ogni singola asta (P) ..... 3.6 kg
- sezione trasversale punta a perdere (A) ..... 10 cm^2
- peso della testata d'infissione (m) ..... 26 kg

- Nel corso della prova penetrometrica dinamica si registra il numero di colpi (N) necessario per produrre avanzamenti di 10 cm (h) della punta.
- Esiste la possibilità di ridurre gli attriti parassiti lungo le aste di sondaggio mediante iniezioni di liquidi tixotropici in prossimità della punta.

ASSETTO STATICO

- Il contrasto necessario all'avanzamento della punta statica ("dutch mantle cone" standard) è dato dall'attrito che si sviluppa tra i terreni ed il particolare manicotto Dinastar.
- Nel corso della prova, tra una lettura statica e la successiva, l'infissione della batteria di sondaggio si effettua in modo dinamico.
- Vengono registrati due valori: il primo è relativo al numero di colpi (Nm) per un approfondimento di 10 cm del manicotto; il secondo indica la resistenza statica alla punta (qc). Quest'ultimo è misurato da una cella di carico estensimetrica ad alta precisione da 2500 kg di portata ed è visualizzato sul display di una centralina elettronica.
- Il valore della resistenza di attrito laterale locale (fs) si misura a partire dal dato dinamico (Nm) mediante la formula:

$$fs = ((M^2 \times H \times Nm) / S \times 10 \times (M + m + T + \Sigma P)) \times 0.5$$

dove S e T sono rispettivamente la superficie del manicotto di ancoraggio e il peso del puntale soggetto ad azione dinamica.

- La superficie usuale del manicotto di ancoraggio, pari a 500 cm^2, può essere aumentata di 200 o 400 cm^2 mediante apposite giunzioni. A lato si riportano i relativi pesi.

S = 500 cm^2	T = 6.7 kg
S = 700 cm^2	T = 7.1 kg
S = 900 cm^2	T = 7.5 kg

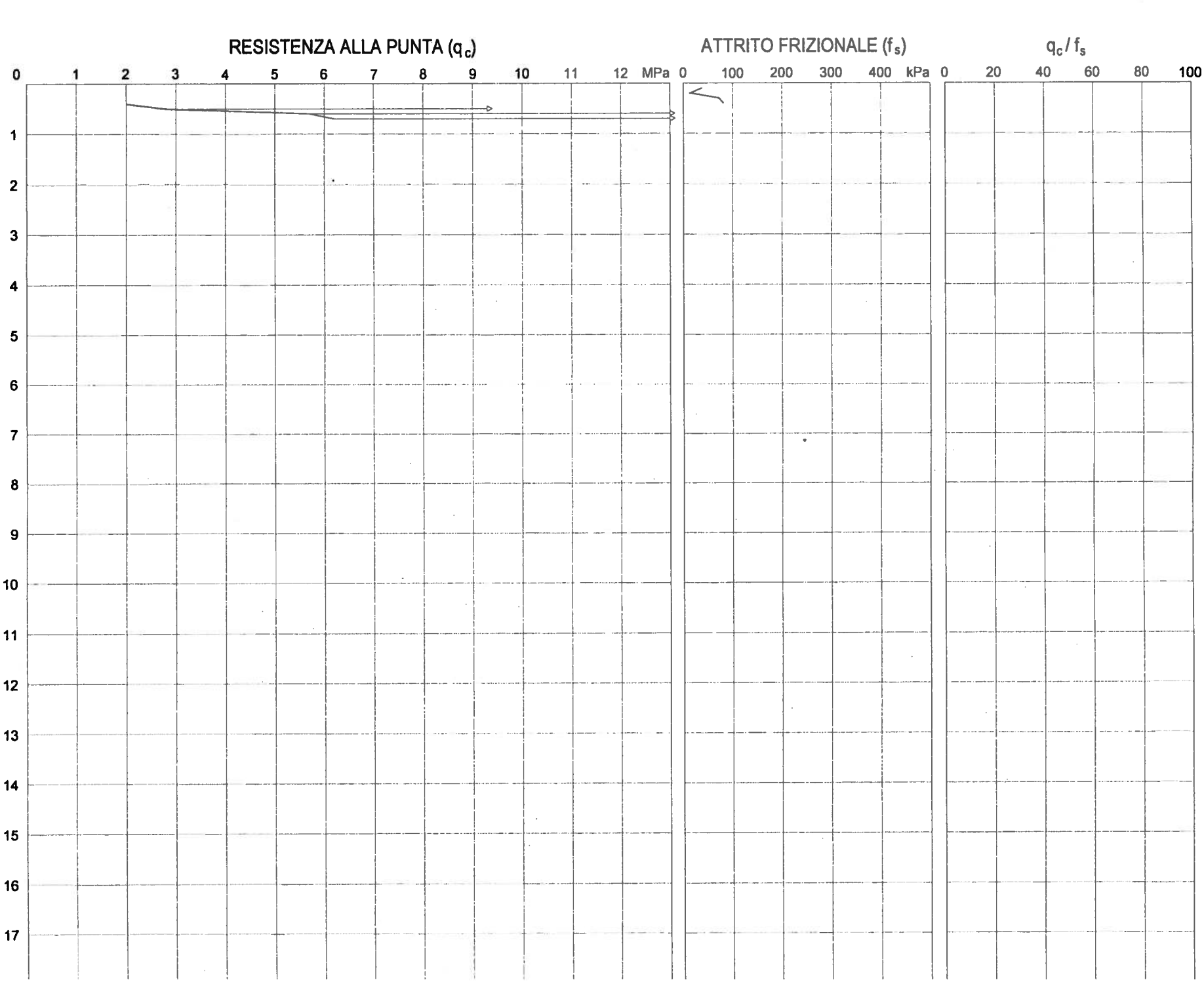
- Può accadere che l'attrito sviluppato sul manicotto sia insufficiente a contrastare la discesa della punta per cui il manicotto si disancora e risale nel foro. Il valore del parametro fs è allora quello che si legge sul display, mentre la resistenza alla punta è ovviamente maggiore di fs. In questi casi si procede a due letture dinamiche, misurando prima i colpi necessari per "richiudere" il puntale e poi quelli che occorrono per far avanzare il puntale "chiuso" di altri 10 cm. Particolari elaborazioni consentono di ottenere la resistenza dinamica (rd) dei terreni che hanno precluso l'avanzamento statico e di ottenere quindi qc in modo indiretto mediante il rapporto:

$$qc = rd / \beta$$

con β generalmente compreso tra 1.8 e 2.2

- Il fenomeno del disancoraggio è segnalato in corso di restituzione grafica con una freccia la cui lunghezza indica il valore di qc presunto.

Note relative ai sondaggi svolti: è stato utilizzato il manicotto da 500 cm^2; i dati di campo sono stati elaborati ponendo $\Sigma P = 0$.

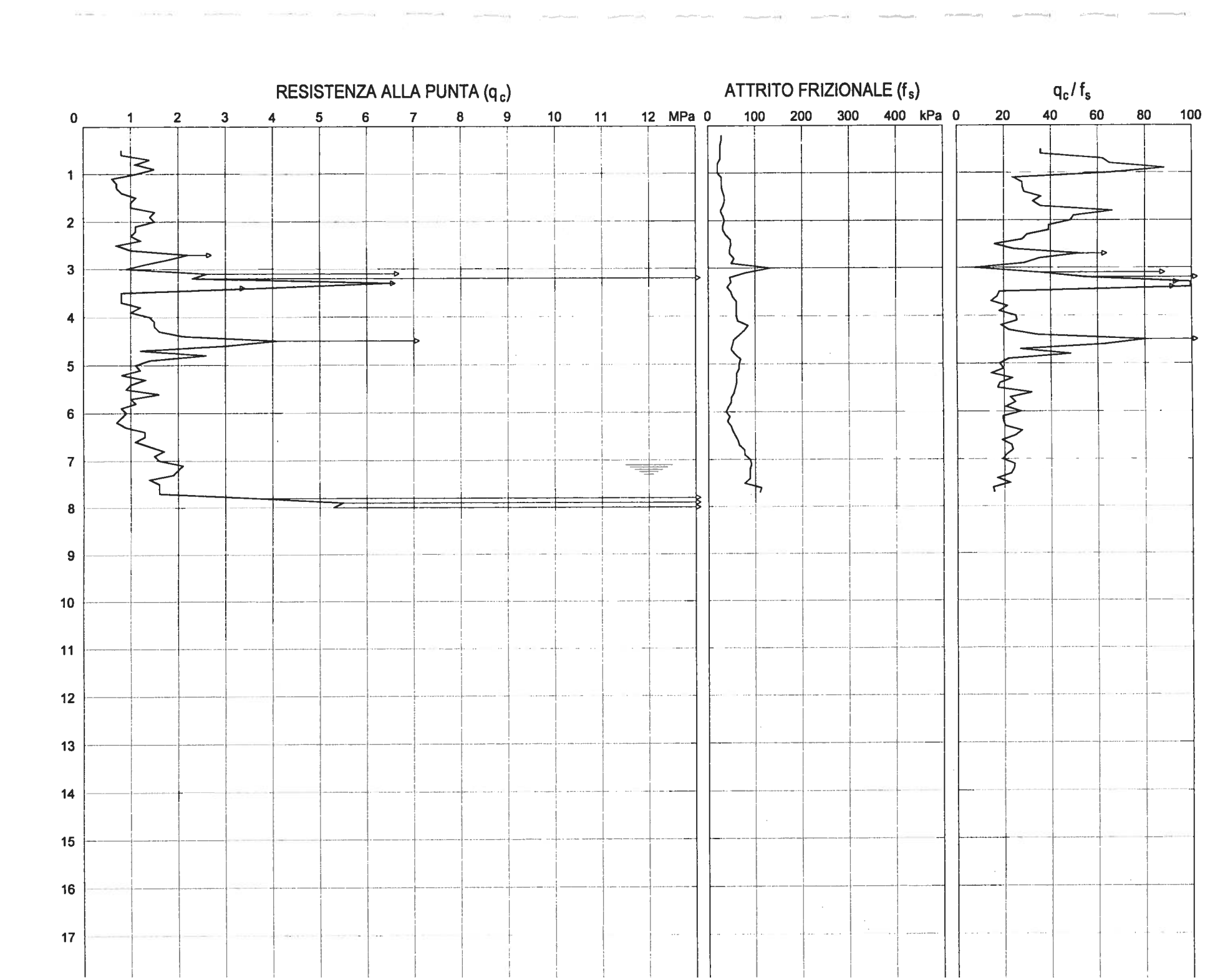


GEOLOG

CPT N. 1 ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA DATA 04.04.07

COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI LOCALITA' CASTELNOVO MONTI

CANTIERE APT.c D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 6

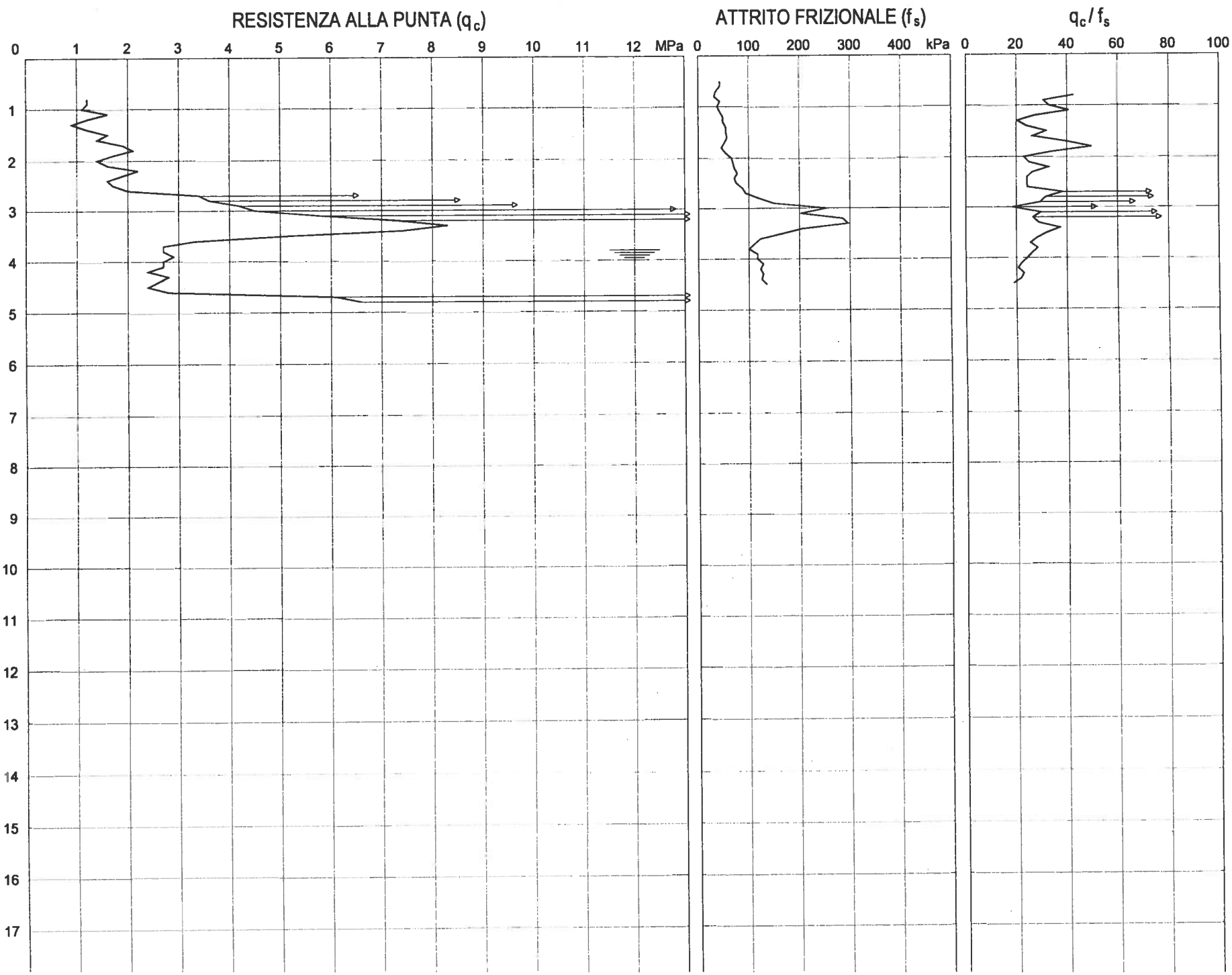


GeoLog

CPT N. 2 **ESECUTORE** GEOLOC SOCIETA' COOPERATIVA **DATA** 04.04.07

COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI **LOCALITA'** CASTELNOVO MONTI

CANTIERE APT.c **D.L.** DR.R.FARIOLI **TAV.** 7



geoLOG

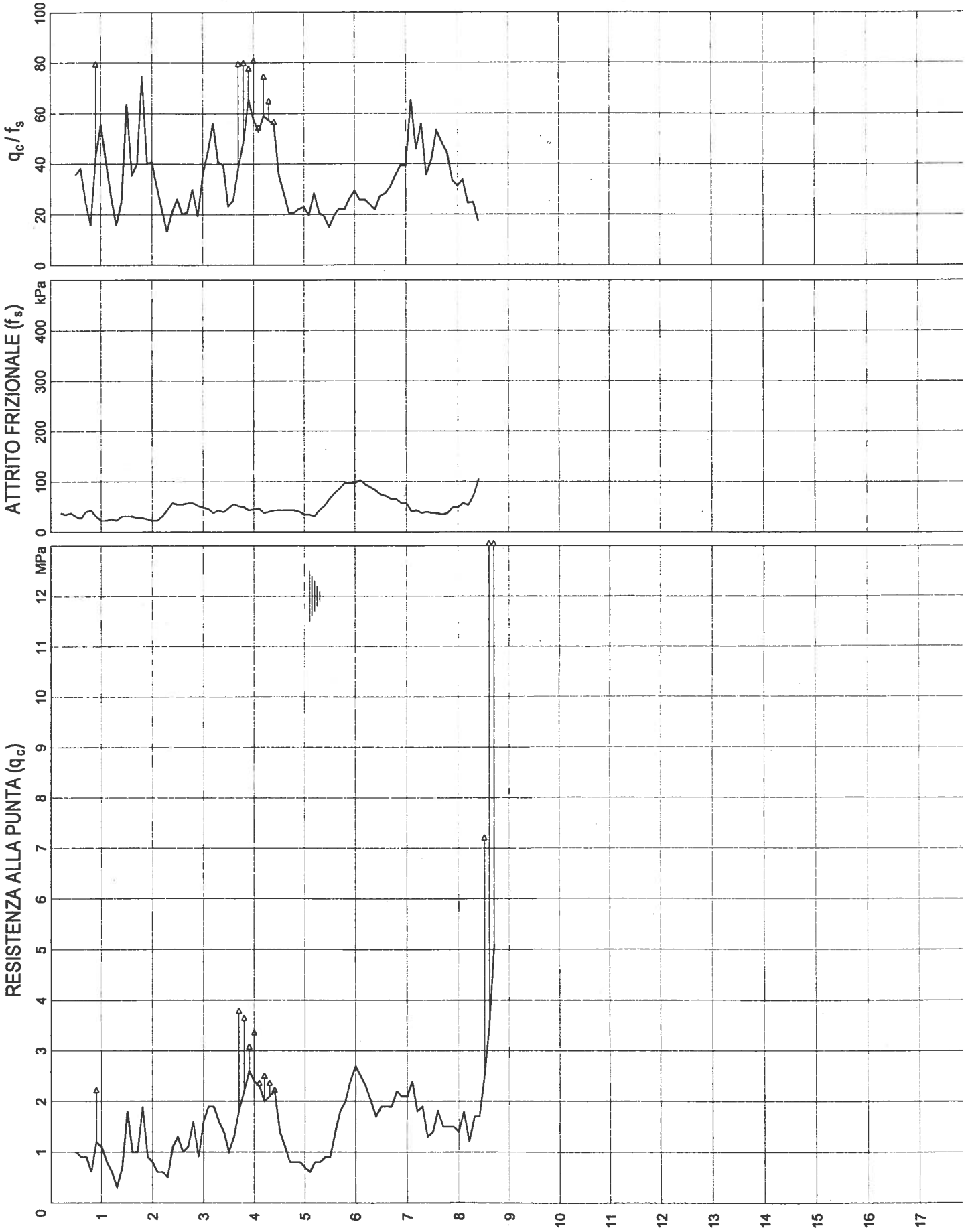
CPT N. 3 ESECUTORE GEOLOC SOCIETA' COOPERATIVA DATA 04.04.07

COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI LOCALITA' CASTELNOVO MONTI

CANTIERE APT.c D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 8

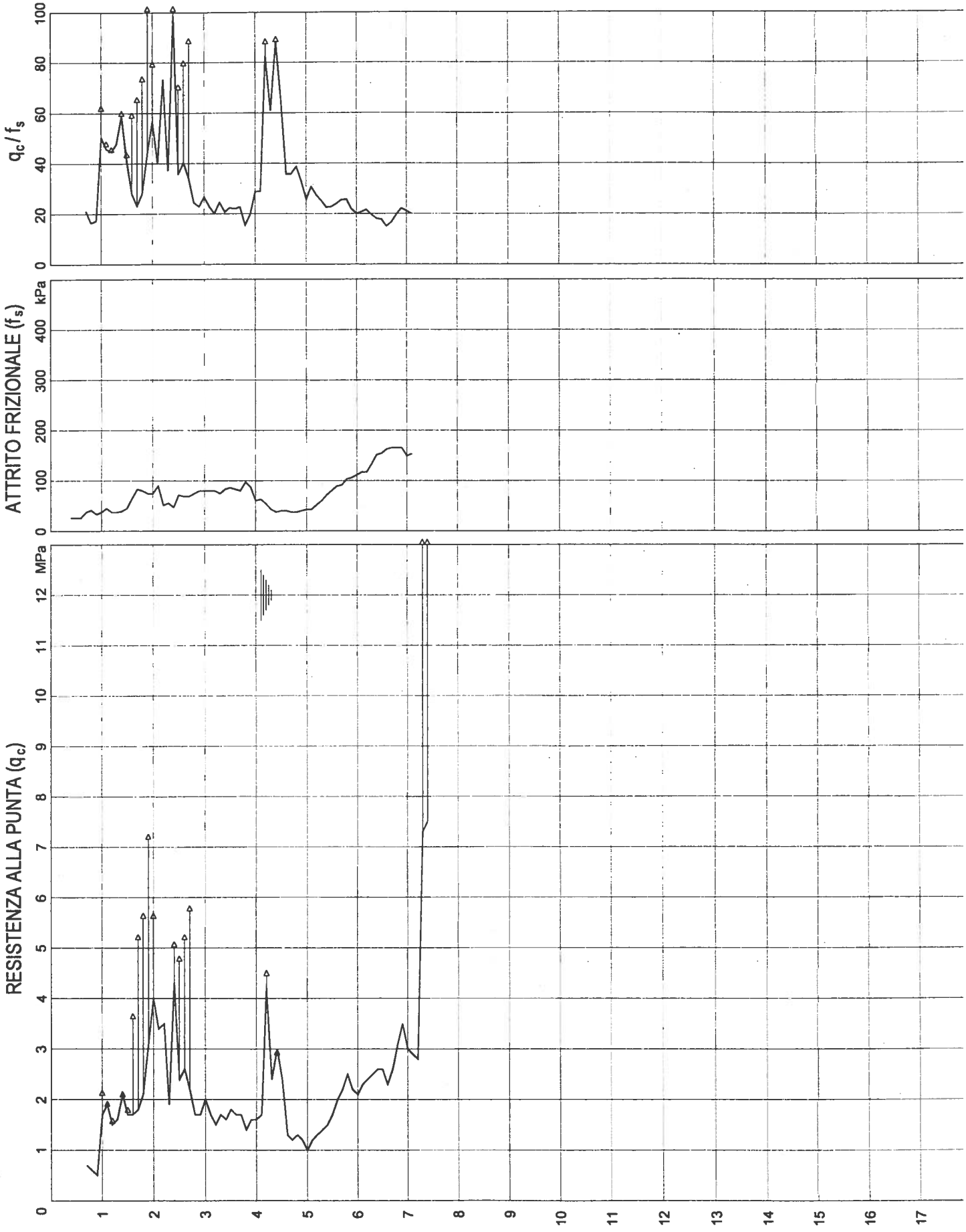
geoLOG

CPT N. 4	ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA	DATA 04.04.07
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI	LOCALITA' CASTELNOVO MONTI	
CANTIERE APT.c	D.L. DR.R.FARIOLI	TAV. 9



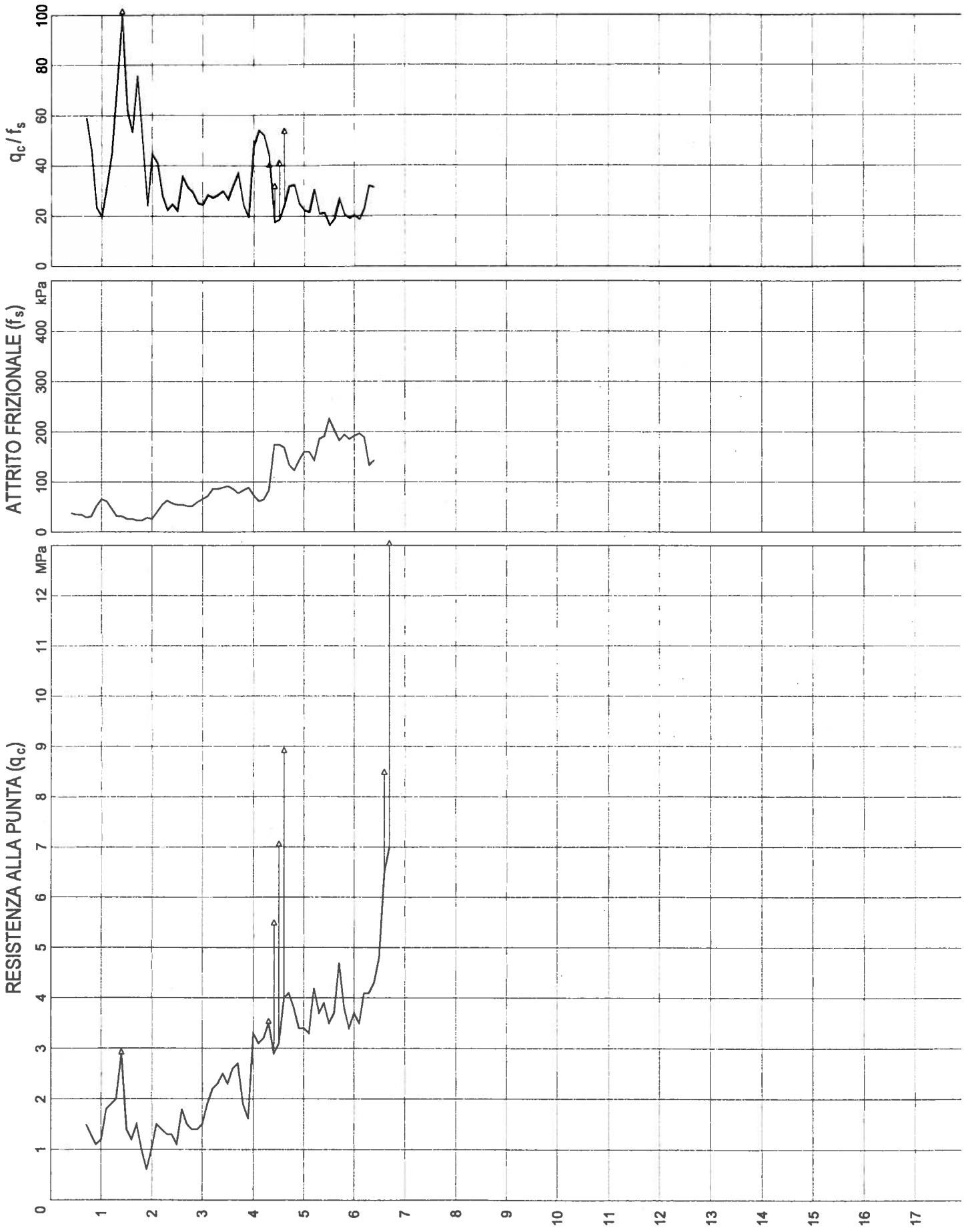
geoLOG

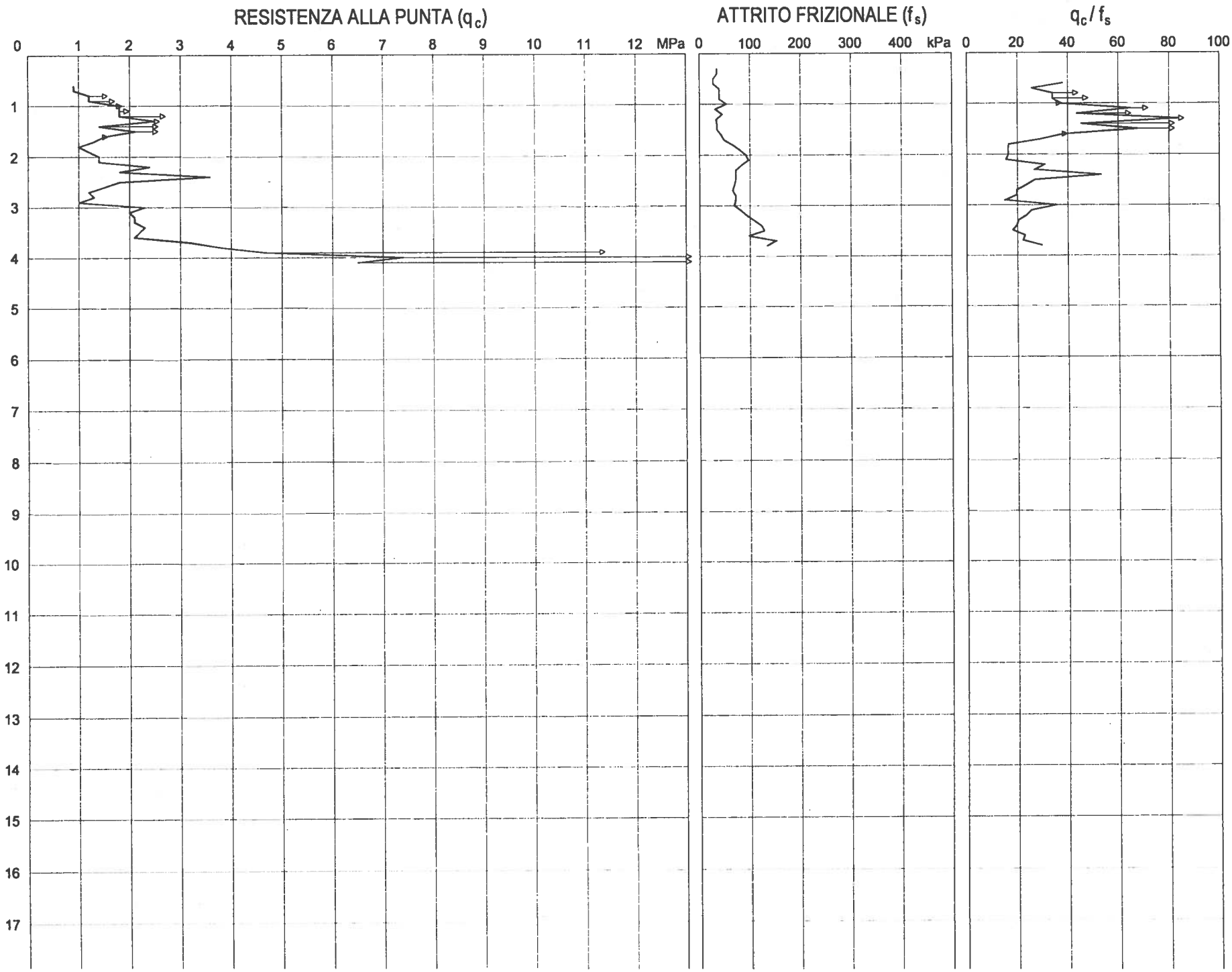
CPT N. 5	ESECUTORE *GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA*	DATA *04.04.07*
COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI*	LOCALITA' *CASTELNOVO MONTI*	
CANTIERE *APT.c*	D.L. *DR.R.FARIOLI*	TAV. *10*



geoLOG

CPT N. 6	ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA	DATA 04.04.07
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI	LOCALITA' CASTELNOVO MONTI	
CANTIERE APT.c	D.L. DR.R.FARIOLI	TAV. 11



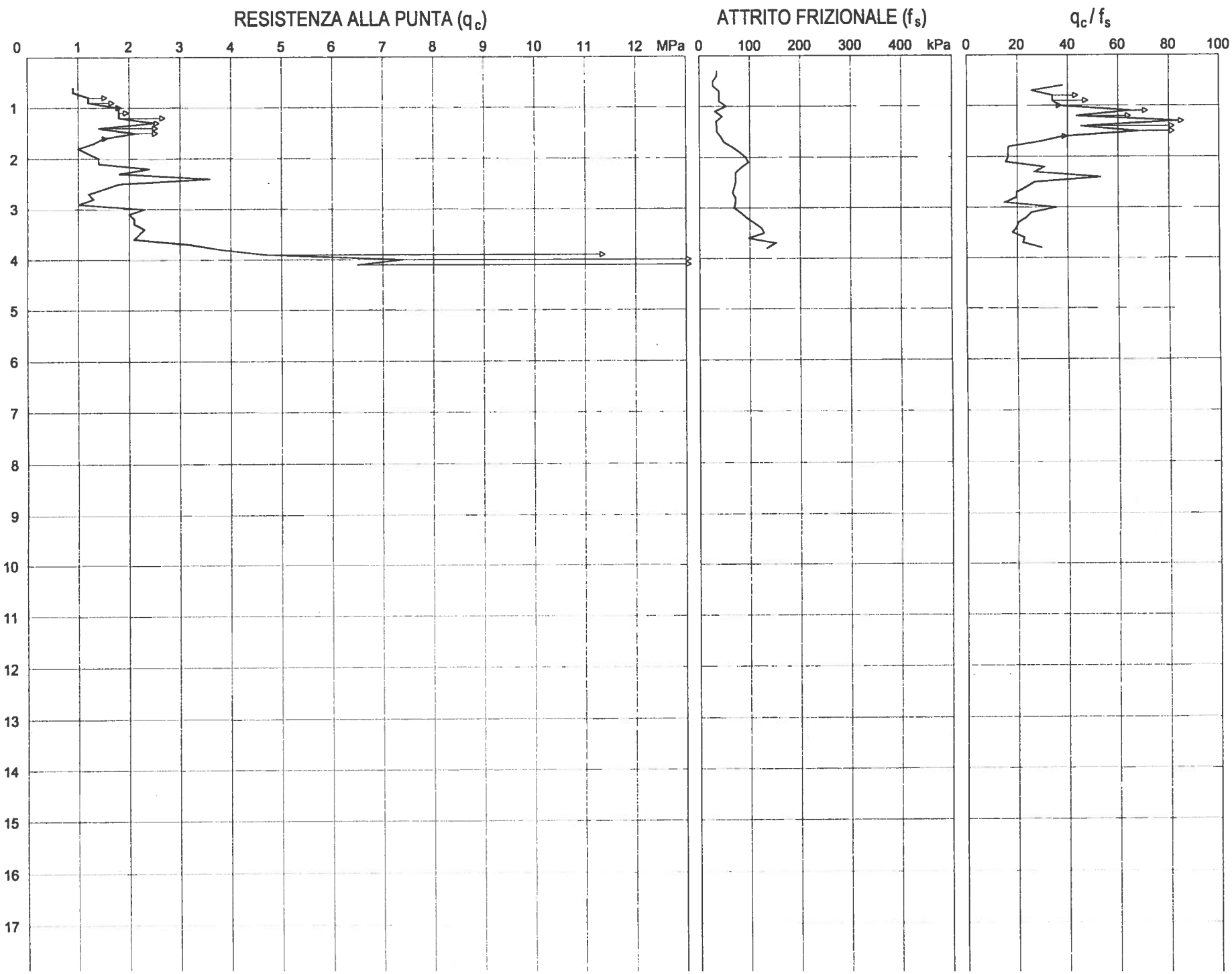


GEOLOG

CPT N. 7 **ESECUTORE** *GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA* **DATA** *04.04.07*

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* **LOCALITA'** *CASTELNOVO MONTI*

CANTIERE *APT.c* **D.L.** *DR.R.FARIOLI* **TAV.** *12*



GEOLOG

CPT N. 7 ESECUTORE GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA DATA 04.04.07

COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI LOCALITA' CASTELNOVO MONTI

CANTIERE APT.c D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 12

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967. SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 m

GEOLOG

CPT N. 1
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI LOCALITA' CASTELNOVO MONTI
CANTIERE APT.c D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 13

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967. SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

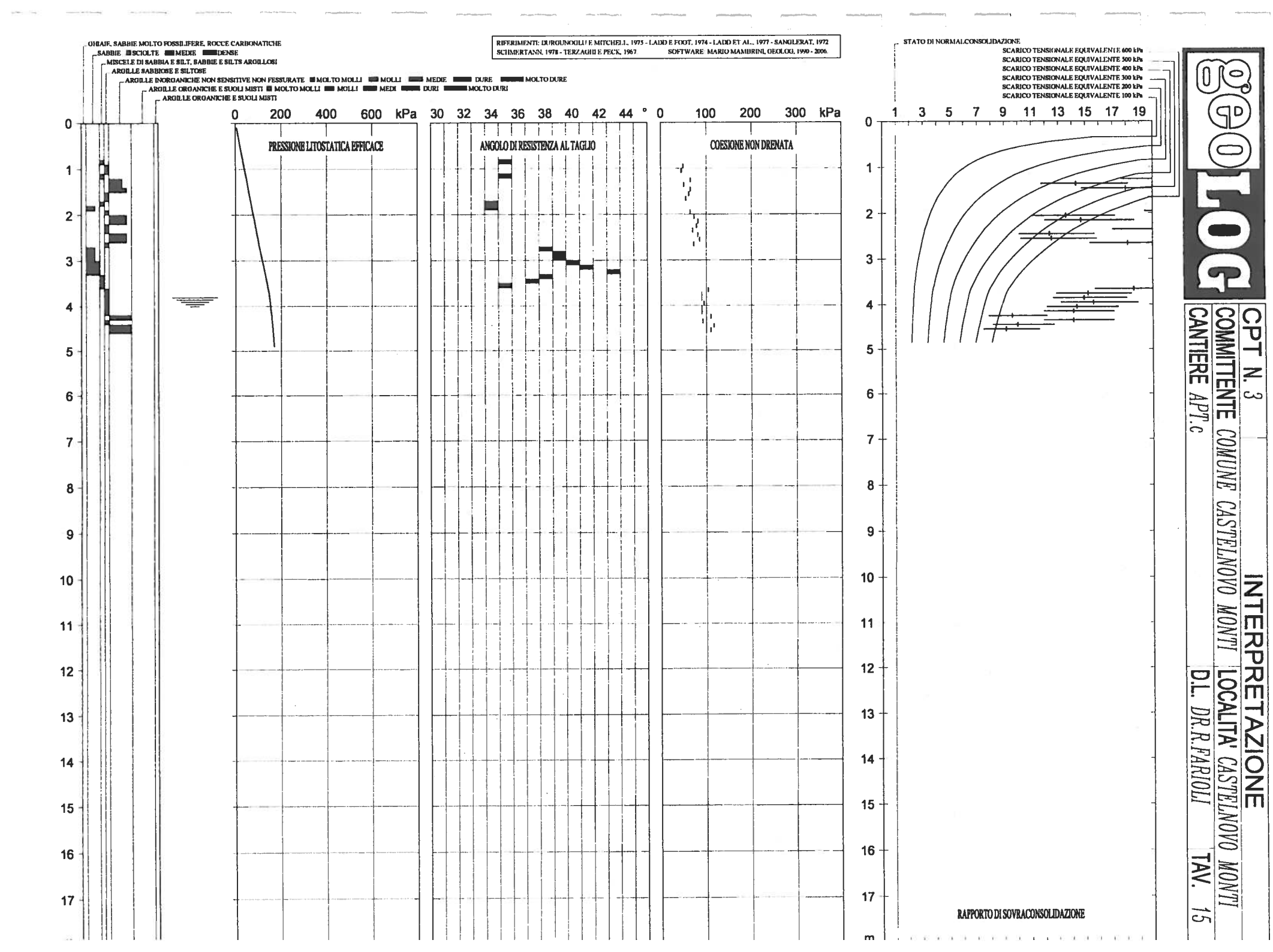
0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

GEOLOG

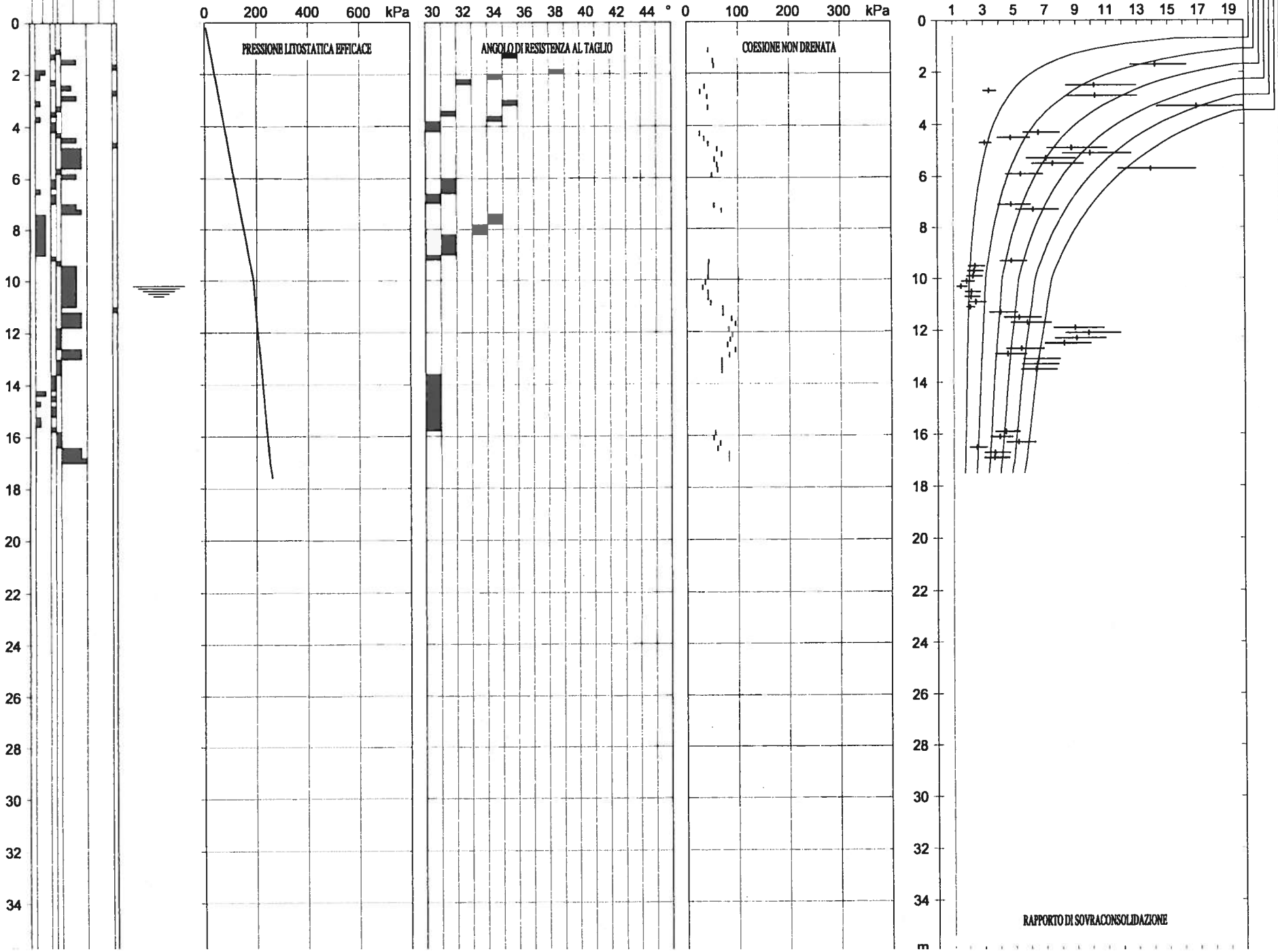
CPT N. 2
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* LOCALITA' *CASTELNOVO MONTI*
CANTIERE *APT.c* D.L. *DR.R.FARIOLI* TAV. 14


GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI
RIFERIMENTI: BURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967
SOFTWARE MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO
COESIONE NON DRENATA
STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE
GEOLOG
CPT N. 3
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI
LOCALITA' CASTELNOVO MONTI
CANTIERE APT.c
D.L. DR.R.FARIOLI
TAV. 15

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE ■SCIOLTE ■MEDIE ■DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE ■MOLTO MOLLI ■MOLLI ■MEDIE ■DURE ■MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI ■MOLTO MOLLI ■MOLLI ■MEDI ■DURI ■MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL. 1975 - LADD E FOOT. 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT. 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK. 1967. SOFTWARE MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa



GEOLOG

CPT N. 4

INTERPRETAZIONE

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI*

LOCALITA' *CASTELNOVO MONTI*

CANTIERE *APT.c*

D.L. *DR.R.FARIOLI*

TAV. 16

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967. SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

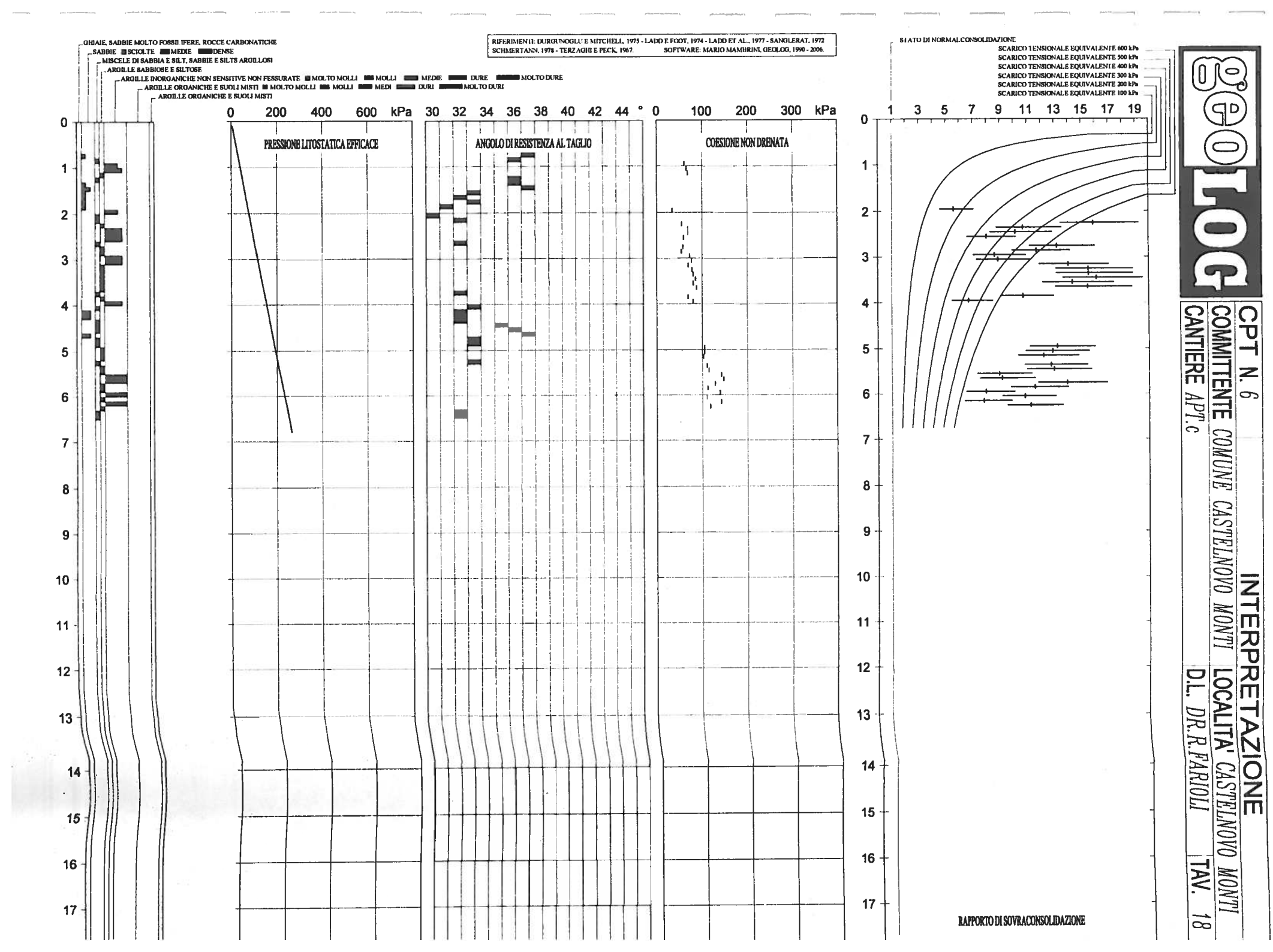
0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

GEOLOG

CPT N. 5
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI*
LOCALITA' *CASTELNOVO MONTI*
CANTIERE *APT.c*
D.L. *DR.R.FARIOLI*
TAV. 17


GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI
RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967.
SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO
COESIONE NON DRENATA
STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE
GEOLOG
CPT N. 6
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI
LOCALITA' CASTELNOVO MONTI
CANTIERE APT.c
D.L. DR.R.FARIOLI
TAV. 18

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967 SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

COESIONE NON DRENATA

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

GEOLOG

CPT N. 7

INTERPRETAZIONE

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* LOCALITA' *CASTELNOVO MONTI*

CANTIERE *APT.c* D.L. *DR.R.FARIOLI* TAV. *19*

geoLOG

COMMITTENTE: COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)

CANTIERE: APT.c

LOCALITA': CASTELNOVO NE' MONTI

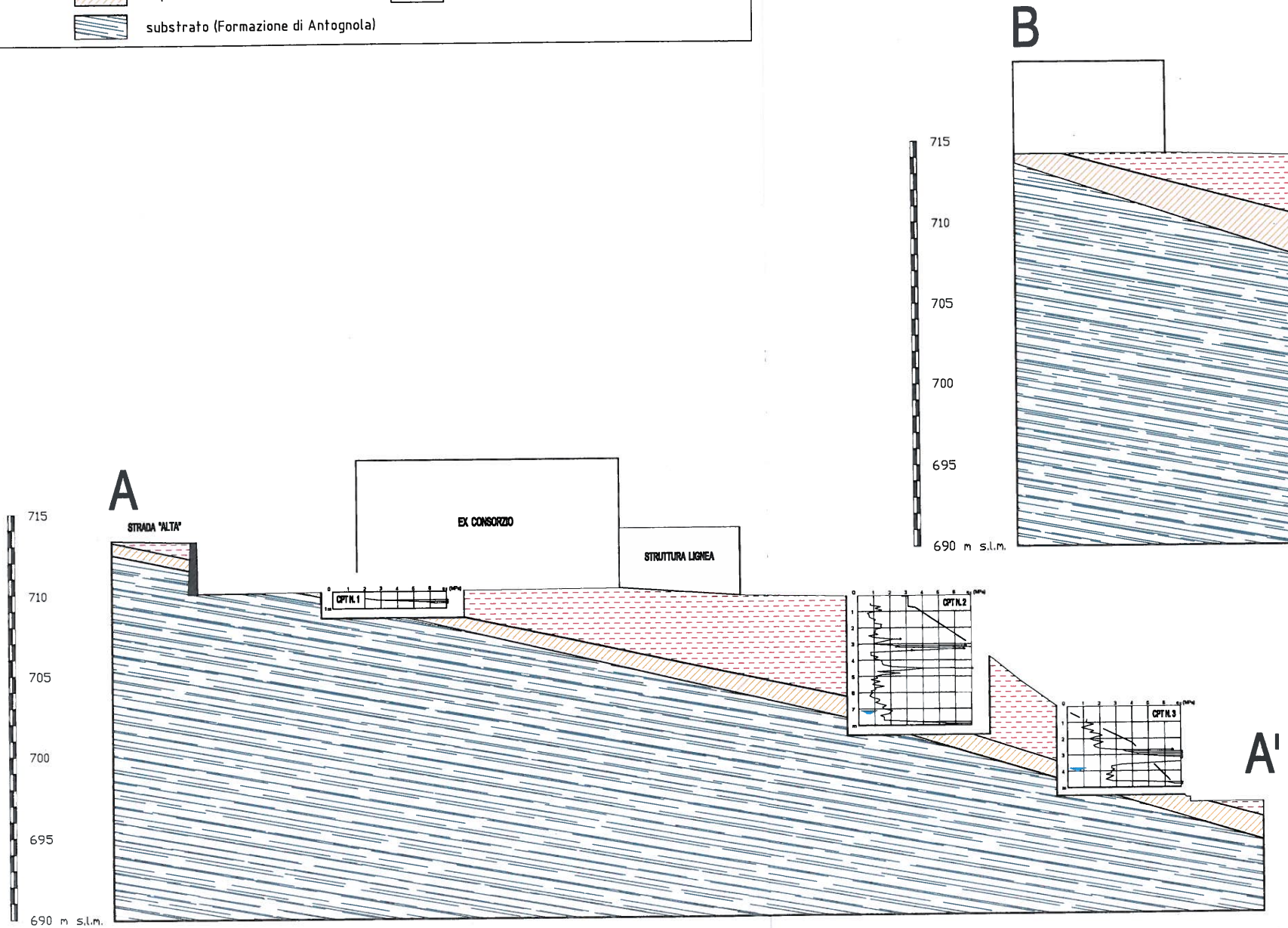
TAVOLA 20

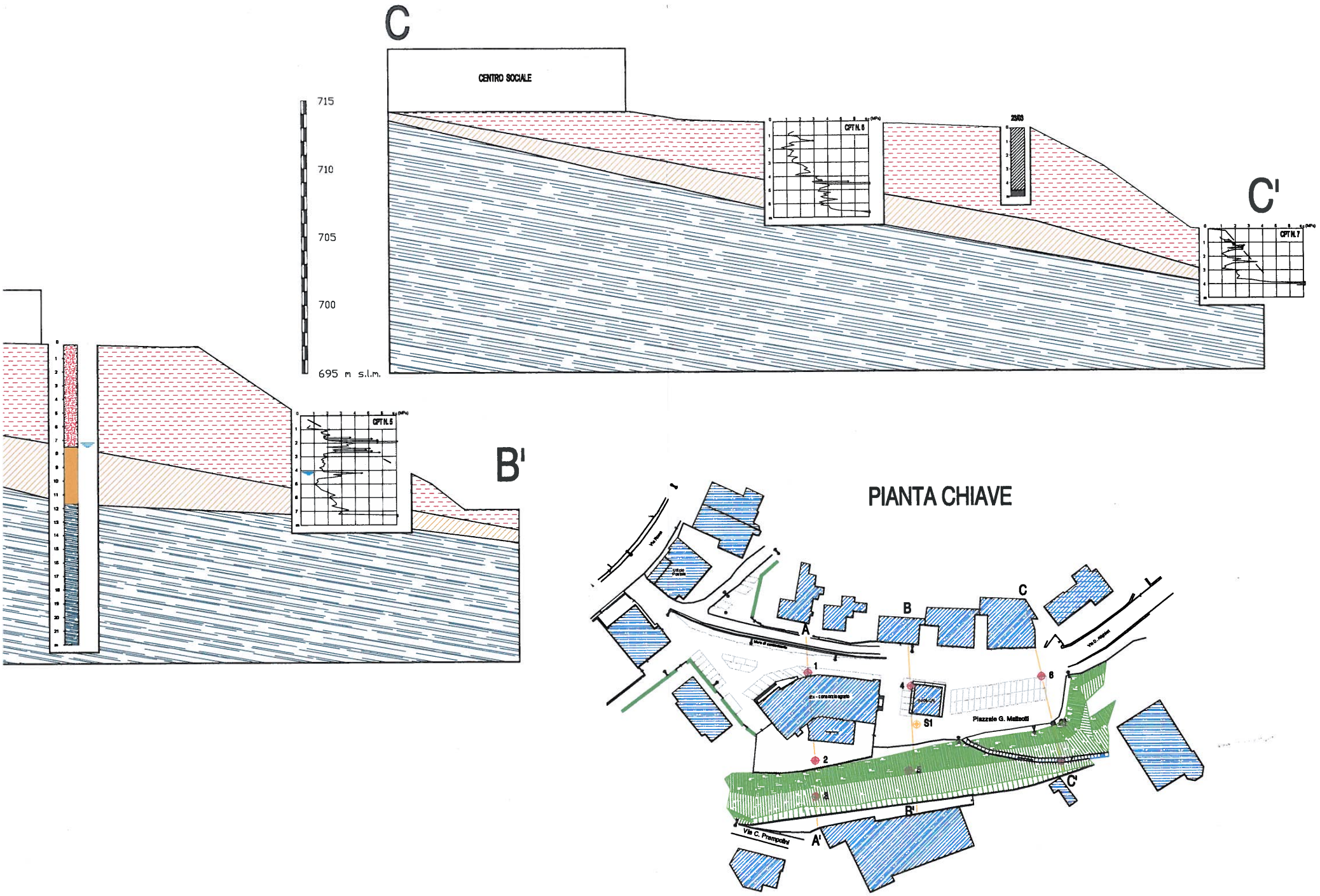
SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE

SCALA 1:250

LEGENDA

- riporto
- depositi eluvio-colluviali
- substrato (Formazione di Antognola)
- N<10 / N>30 (test dinamico 23/03 - Dr. Mazzetti)
- livello freatico (misura riferita al 6 Aprile 2007)




C
CENTRO SOCIALE
715
710
705
700
695 m s.l.m.
CPT N. 6
CPT N. 7
C'
B'
CPT N. 5
PIANTA CHIAVE
A
B
C
A'
B'
C'
1
2
3
4
5
6
S1
Piazzale G. Matteotti
Via C. Prampolini

geoLOG

ALLEGATO

Estratto da: Prova Down Hole

Studio Tecnico Associato
Consulenze di Geologia e Ambiente
del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

METODOLOGIA DI INDAGINE

INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA DOWN HOLE

Il metodo down-hole rappresenta una delle più accurate misure sismiche per la determinazione delle proprietà fisico-meccaniche dinamiche dei terreni (Gasperini & Signanini, 1983).

Lo scopo della prova consiste nel determinare la velocità di propagazione delle onde di volume, di compressione (onde P) e di taglio (onde S), calcolando il tempo ad esse necessario per spostarsi dalla sorgente ai ricevitori, di cui è nota la distanza.

Si suppone che il volume di terreno, interessato dalle indagini sia stratificato orizzontalmente e che all'interno di ogni strato il comportamento del terreno si possa considerare elastico, omogeneo ed isotropo.

Schema esecutivo della prova

La prova consiste nel produrre, sulla superficie del terreno, sollecitazioni verticali (per la generazione di onde di compressione P) ed orizzontali (per onde di taglio polarizzate orizzontalmente SH) mediante una sorgente meccanica, e nel registrare l'istante di primo arrivo del treno d'onde ad un sistema composto da un sensore tridimensionali, alloggiato a profondità note nel foro di sondaggio appositamente strumentato.

Conosciuta la distanza tra sorgente e ricevitori e determinato il tempo di propagazione, è possibile stimare in maniera accurata la distribuzione delle velocità sismiche (P ed SH) in corrispondenza della verticale di misura.

L'apparecchiatura utilizzata per questo tipo di prove si compone delle seguenti parti:

- sistema energizzante;
- sistema di ricezione;
- trigger;
- sistema di acquisizione dati.

I sistemi energizzanti (sia per la generazione delle onde P sia delle onde SH) devono essere in grado di generare onde elastiche ad alta frequenza ricche di energia, con forme d'onda ripetibili e

direzionali, ovvero con la possibilità di ottenere prevalentemente onde di compressione e/o di taglio polarizzate su piani orizzontali (ed eventualmente anche verticali).

Per generare le onde di compressione P, è stato utilizzato l'impatto di una massa battente (martello) su un piatto di alluminio alloggiato sul suolo.

Per generare le onde SH è stato utilizzato un parallelepipedo di legno armato alle estremità di piastre in alluminio.

Il parallelepipedo è stato gravato di un carico statico addizionale in modo da rimanere aderente al terreno sia al momento in cui viene colpito sia successivamente, affinché l'energia prodotta non venga in parte dispersa. Con questo dispositivo è stato possibile generare essenzialmente delle onde elastiche di taglio polarizzate orizzontalmente, con uniformità nella polarizzazione e con una generazione di onde P anch'esso trascurabile. Inoltre, data l'entità di energia generalmente prodotta, le deformazioni indotte nel terreno in prossimità della superficie sono da considerarsi trascurabili.

Il sistema di ricezione è composto da tre componenti, ciascuno dei quali è costituito da un trasduttore di velocità orientato secondo gli assi di una terna cartesiana ortogonale e collocati all'interno di un unico contenitore.

E' stato adottato un sistema di ancoraggio pneumatico per garantire un buon accoppiamento in foro tra i ricevitori e le pareti di rivestimento.

Il trigger è costituito da un circuito elettrico che viene chiuso nell'istante in cui la sorgente viene attivata, consentendo a un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e di produrre un impulso che viene inviato ad un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

Il sistema di acquisizione dati è di tipo multicanale in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica minima a 24 bit. Esso è collegato a ciascuno dei geofoni in foro ed al sensore del trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger.

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

Specifiche Geofoni

GS-11D Specifications				
Natural Frequency	4.5 ± .75 Hz	8 ± .75 Hz	10 ± .75 Hz	14 ± .75 Hz
Coil Resistance @ 25°C ± 5%	——380 Ohms ——			
Intrinsic Voltage Sensitivity with 380 Ohm Coil ± 10%	——.81 V/in/sec (.32 V/cm/sec) ——			
Normalized Transduction Constant (V/in/sec)	——042 (sq.root of Rc) ——			
Open Circuit Damping	34 ± 20%	39 ± 10%	.32 ± 10%	.23 ± 10%
Damping Constant with 380 Ohm Coil	762	602	482	344
Optional Coil Resistances ± 5%	——56,160 Ohms ——			
Moving Mass ± 5%	23.6 g	16.8 g	16.8 g	16.8 g
Typical Case to Coil Motion P-P	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)
Harmonic Distortion with Driving Velocity of 0.7 in/sec (1.8 cm/sec) P-P	N/S	——0.2% or less —— @ 12 Hz	@ 12 Hz	@ 12 Hz
Dimensions				
Height (less terminals*)	——1.32 in (3.35 cm) ——			
Diameter	——1.25 in (3.18 cm) ——			
Weight	——3.9 oz (111 g) ——			

Specifiche sismografo

Sismografo M.A.E. - A6000S
CPU NS Geode GXLV 233MHz
Memoria RAM 128 Mb PC100 Mhz
Hard Disk 512 Mb on Compact Flash Disk Udma/33
Batteria di riserva al Litio
Monitoraggio Hardware Winbond W83781D
Display LCD 10,5" Tft Transflective a colori, touch screen
Controller Fast Ethernet Intel 82559ER 10/100 Base-T
Alimentazione con alimentatore Switching 12 Volt 2Ah
Valigia in copolimeri di polypropylene antischiacciamento
Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C
Dimensioni e peso L280 X H220 X P170 mm, 3 Kg

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687 11 13 Fax 051 - 687 43 28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

ELABORAZIONE DEI DATI

PICKING

La valutazione dei tempi dei primi arrivi, sia nel campo delle onde P che delle onde SH, viene effettuato utilizzando il software di picking TOM TIME, prodotto dalla Rimrock Geophisic Inc. in collaborazione con la Geo Tom LLC. Tale software permette sia di effettuare analisi di segnali così come rilevati in campagna, sia di procedere a filtrazioni, amplificazioni e sovrapposizioni dei segnali stessi.

È importante sottolineare come nel caso delle onde SH, si sia utilizzato il software per sovrapporre i segnali in opposizione di fase così da rendere più evidenti gli arrivi del primo impulso polarizzato orizzontalmente.

INTERPRETAZIONE

Poiché le onde sismiche prodotte dalla sorgente non si propagano esattamente in direzione verticale rispetto ai ricevitori, data la posizione della sorgente, è necessario correggere i tempi di arrivo stimati per tenere conto dell'inclinazione del percorso effettivo.

Indicata con z la profondità del ricevitore, con d la distanza effettiva tra sorgente e ricevitore e con R la distanza superficiale tra sorgente e centro del foro con t il tempo determinato dalle tracce di registrazione, il tempo corretto risulta:

$$t_v = \frac{z}{d} t = \frac{z}{\sqrt{z^2 + R^2}} t$$

Dividendo la profondità a cui viene collocato il ricevitore per il tempo corretto si ricavano i valori di velocità per ciascuno dei ricevitori, in corrispondenza di ciascuna delle profondità considerate.

Per quanto concerne il calcolo dei parametri elastici sono state utilizzate le seguenti formule:

Coefficiente di Poisson:

$$P = \frac{(V_p/V_s)^2 - 2}{2(V_p/V_s) - 2}$$

Dove:

V_p = velocità onde di compressione;

V_s = velocità onde di taglio;

Modulo di taglio:

$$G = \gamma V_s^2$$

Dove:

γ = densità del mezzo attraversato;

V_s = velocità onde di taglio;

Modulo di Bulk:

$$K = \frac{1}{3}(E/(1+P))$$

Dove:

E = Modulo di Young;

P = Coefficinte di Poisson;

Modulo di Young:

$$E = 2G(1+2P)$$

Dove:

G = Modulo di taglio;

P = Coefficinte di Poisson;

Le formule utilizzate per il calcolo dei parametri elastici si basano essenzialmente sulle proprietà sismiche dei terreni (V_p e V_s): i parametri elastici calcolati non sono pertanto sempre confrontabili con quelli ottenuti staticamente da prove in situ e di laboratorio.

In considerazione che la prova disponibile non ha raggiunto il bedrock (livello litico con V_s pari almeno a 800,00 m/s) e trascurando il progressivo aumento della densità con la profondità (quindi operando a titolo cautelativo) si è esteso l'ultimo livello individuato sino ai 30,00 m di profondità previsti dalle leggi vigenti (Delibera della Giunta Regionale Prot.n. Geo/0671053692)

DETERMINAZIONE DELLA VELOCITÀ DELLE ONDE SISMICHE NEI PRIMI 30 M (V_{s30})

Utilizzando le metodologie e le formule di cui al paragrafo relativo alla metodologia, è possibile individuare la seguente sezione sismica di sintesi:

Strato	Spessore medio (m)	Vs (m/s)
1	0.70	101.00
2	10.23	200.00
3	19.07	703.00

Tabella n° 1 – Stratigrafia da prova sismica e velocità di propagazione dell'onda sismica

Seguendo le prescrizioni dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14.09.2005 la determinazione della V_{s30} è stata ottenuta utilizzando la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{\Delta n} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato iesimo

V_{si0} = Velocità orrizontale dello strato iesimo

Sulla base di quanto esposto è pertanto possibile affermare quanto segue:

V_{s30} = 352.08 m/s

DETERMINAZIONE DELLE CATEGORIE DI SUOLO DI FONDAZIONE

Utilizzando le tabelle di seguito riportate, si è proceduto alla determinazione del Fattore Stratigrafico S.

Categorie di suolo di fondazione:		S
A	Formazioni di litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiali di spessore massimo pari a 5m	1
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s(ovvero resistenza penetrometrica Nspt>50, o coesione non drenata Cu> 250 kPa).	1.25
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argilla di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15<Nspt<50, 70<Cu<250 kPa)	1.25
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizati da valori di V_{s30}< 180 m/s (Nspt<15, Cu<70 kPa)	1.35
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti si di un substrato di materiale più rigido con V_{s30}> 800 m/s	1.25
S1	Depositi costitutiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille e limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzatida valori di V_{s30}<100 m/s (10<Cu<20 kPa)	Servono studi speciali
S2	Depositi di terreno soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.	

S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, direzione orizzontale

Tabella n° 2 – Definizione dei profili stratigrafici

Da cui si evince che l'area indagata appartiene alla categoria B con parametro stratigrafico S pari a 1,25.

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

CALCOLO DELL'ACCELERAZIONE SISMICA DI PROGETTO (COEFFICIENTE SISMICO ORIZZONTALE)

La formula utilizzata per il calcolo è la seguente:

$a_{max} = S * a_g$

dove il valore di a_g è definito dalla seguente tabella:

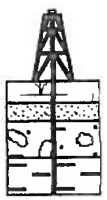
Zona	a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Tabella n° 3 – Determinazione del parametro a_g

In considerazione della tipologia de i terreni studiati caratterizzati da V_{s30} = 352.08 m/s (Tipo C) e S = 1,25 e della zona sismica di appartenenza (Zona 2) è possibile affermare che l'accelerazione di progetto risulta essere pari

a_{max} = 0,3125 g.

C.G.A.



Studio Tecnico Associato

APPENDICE 1

- Figure ed elaborati grafici

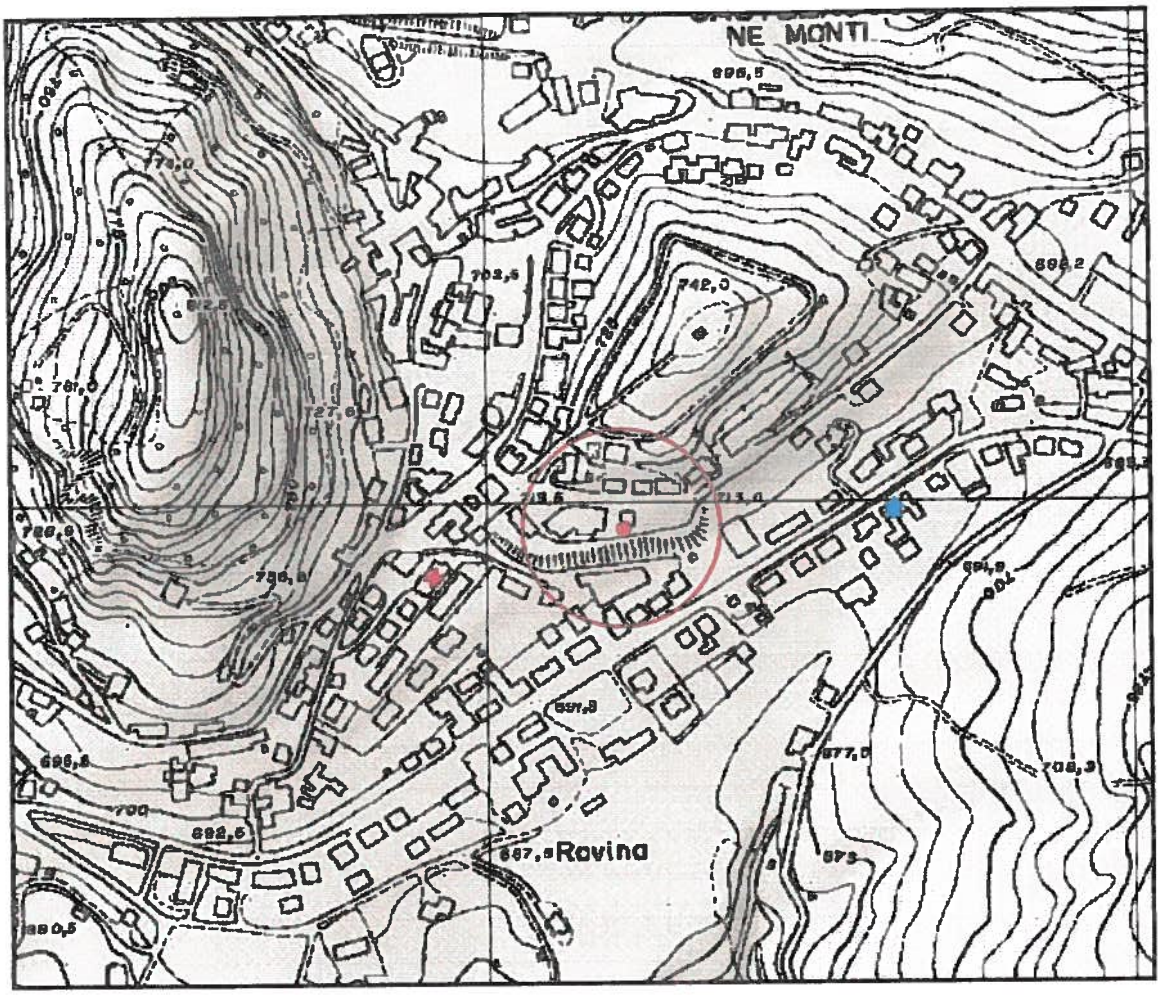


FIGURA n° 1

INQUADRAMENTO CARTOGRAFICO

CTR 1:5.000 Elemento 218131 - Castelnovo né Monti (RE)

INDEX MAP

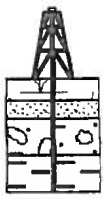


N

m 0 200

Scala 1 : 5.000

C.G.A.



Studio Tecnico Associato

APPENDICE 2

- Certificati prove DOWN HOLE

PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE

_A 418 - GF 051 - APT.c

Dati della Prospezione

DataBase: "C:\Programmi\DUCH 97\DuchDB.mdb"

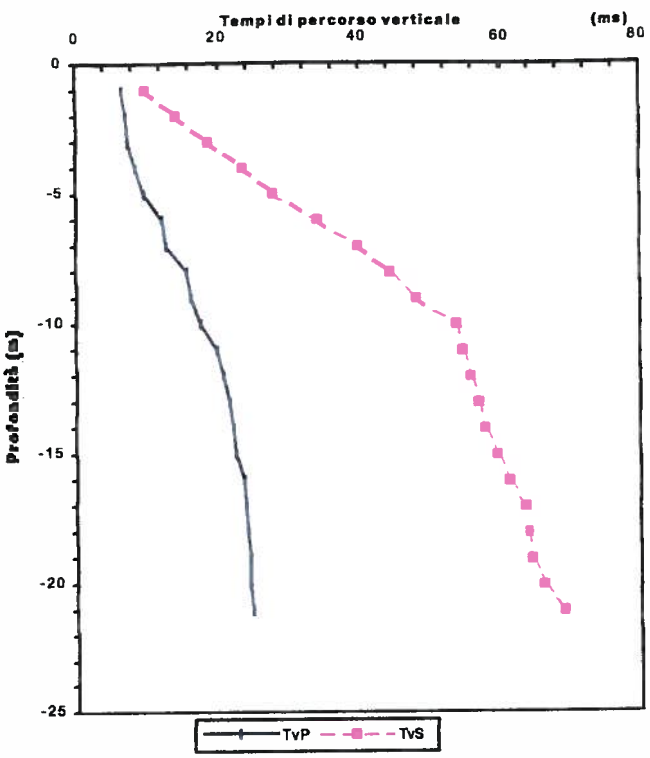
Num.Prot. 26

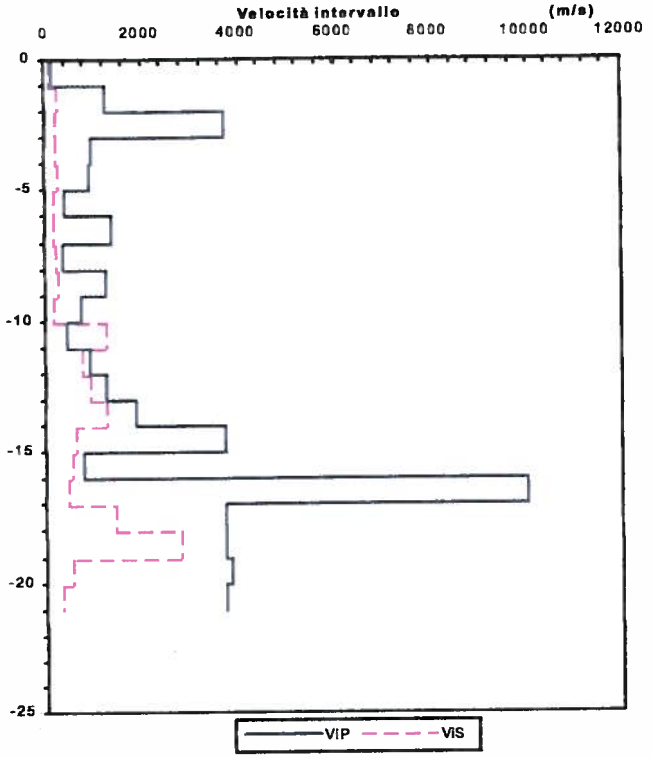
Committente	**GEO-LOG S.c.r.l.**
Lavoro	**Prova Down Hole - Comparto APT.c**
Località	**Parcheggio Consorzio**
	Castelnovo nè Monti
	Reggio Emilia — **Italia**
Quota Assoluta Piano Energizzatore	**713** m s.l.m.
Distanza Energizzatore/ Boccaforo	**1** m
Azimuth Congiungente Energizzatore/ Boccaforo	
Coordinate UTM	
Data Prospezione	**giovedì 22 marzo 2007**
Strumentazione Utilizzata	**Sismografo MAE A6000S 24 bit con sensore DH a n°3 componenti.**
Note	**Cementazione non perfettamente omogenea.**
Responsabile	**Dott. Geol. Filippo Barbieri**

PROSPEZIONE SISMICA DOWN-HOLE

_A 418 - GF 051 - APT.c

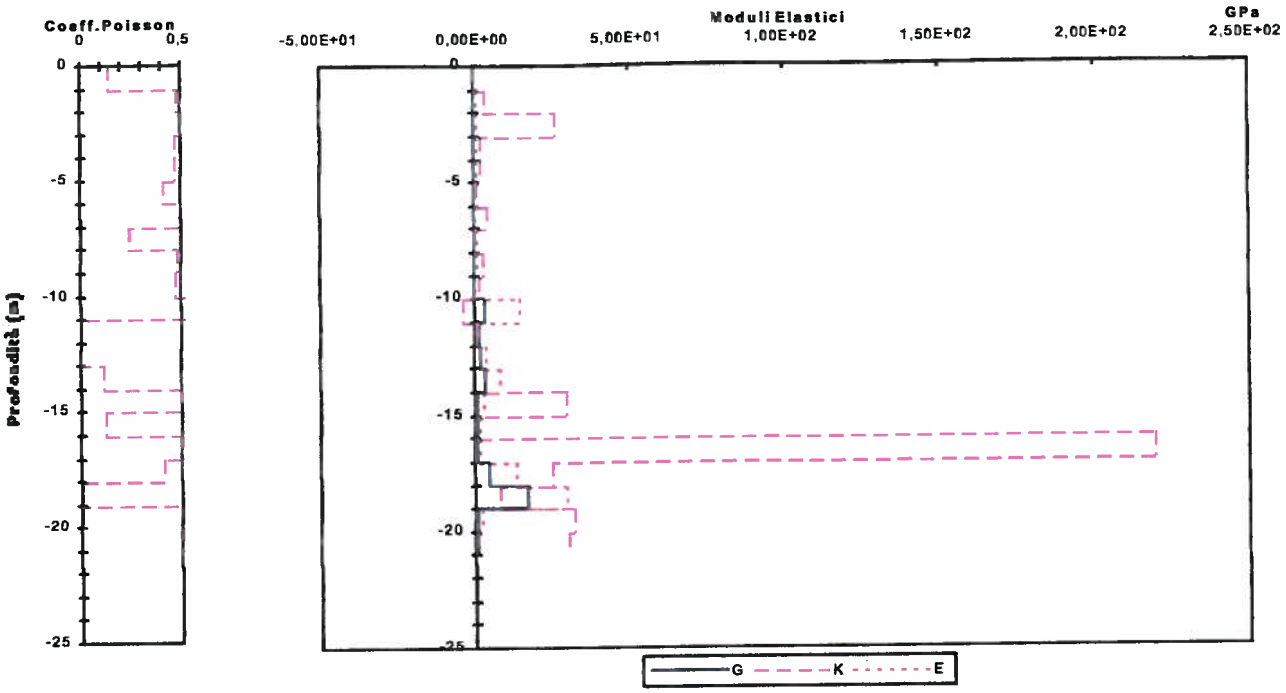
Dati di Campagna con elaborazione Velocità Intervallo





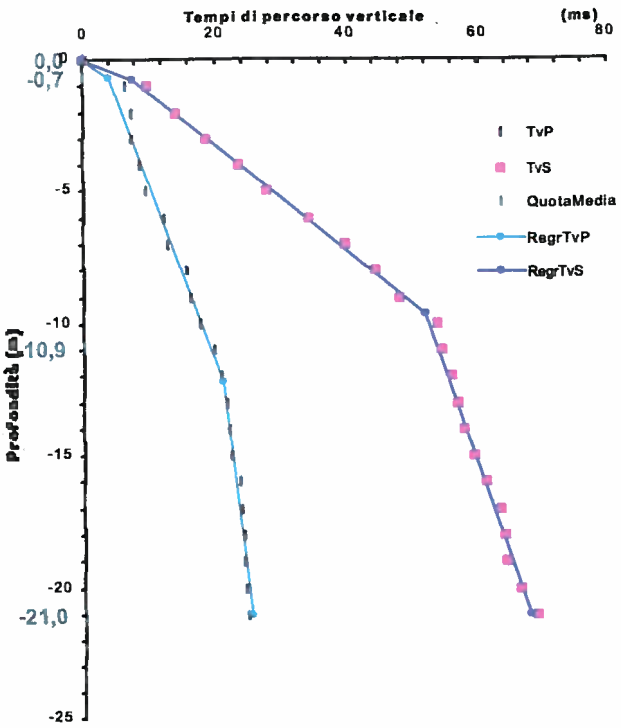
Profondità Ricevitore dal Piano di Energiz. (m)	Altezza intervallo di misura (m)	Tempo di Arrivo onde P (ms)	Tempo di Arrivo onde S (ms)	Tempo di percorso verticale onde P (ms)	Tempo di percorso verticale onde S (ms)	Velocità intervallo delle Onde P (m/s)	Velocità intervallo delle Onde S (m/s)
Z	H	TP	TS	TvP	TvS	ViP	ViS
1,00	1,00	6,40	9,87	6,40	9,87	156,25	101,32
2,00	1,00	7,20	14,13	7,20	14,13	1.250,00	234,74
3,00	1,00	7,47	18,67	7,47	18,67	3.703,70	220,26
4,00	1,00	8,53	23,47	8,53	23,47	943,40	208,33
5,00	1,00	9,60	27,70	9,60	27,70	934,58	236,41
6,00	1,00	12,08	34,13	12,08	34,13	403,23	155,52
7,00	1,00	12,80	39,70	12,80	39,70	1.388,89	179,53
8,00	1,00	15,47	44,27	15,47	44,27	374,53	218,82
9,00	1,00	16,27	48,00	16,27	48,00	1.250,00	268,10
10,00	1,00	17,60	53,60	17,60	53,60	751,88	178,57
11,00	1,00	19,73	54,40	19,73	54,40	469,48	1.250,00
12,00	1,00	20,80	55,73	20,80	55,73	934,58	751,88
13,00	1,00	21,60	56,80	21,60	56,80	1.250,00	934,58
14,00	1,00	22,13	57,60	22,13	57,60	1.886,79	1.250,00
15,00	1,00	22,40	59,20	22,40	59,20	3.703,70	625,00
16,00	1,00	23,63	61,07	23,63	61,07	813,01	534,76
17,00	1,00	23,73	63,20	23,73	63,20	10.000,00	469,48
18,00	1,00	24,00	63,90	24,00	63,90	3.703,70	1.428,57
19,00	1,00	24,27	64,26	24,27	64,26	3.703,70	2.777,78
20,00	1,00	24,53	66,13	24,53	66,13	3.846,15	534,76
21,00	1,00	24,80	69,07	24,80	69,07	3.703,70	340,14

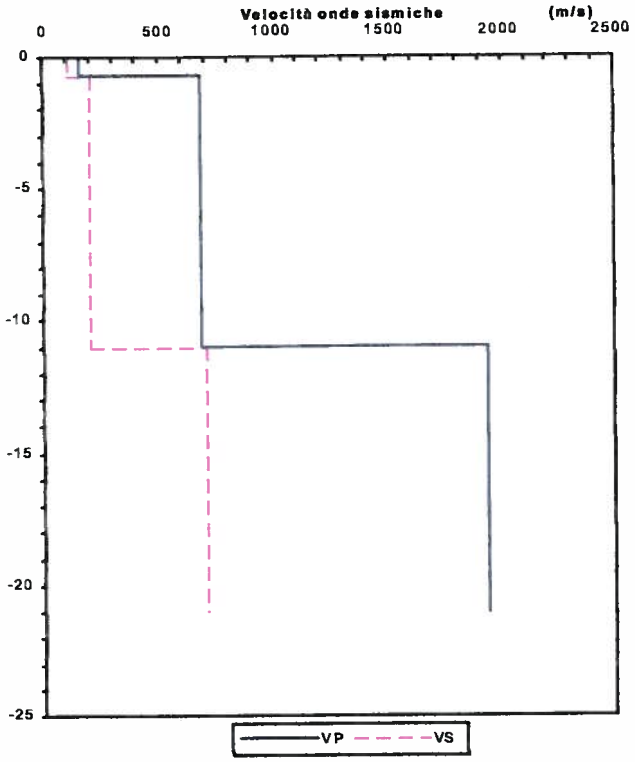
Moduli Elastici da Velocità Intervallo



Altezza intervallo di misura (m)	Velocità intervallo delle Onde P (m/s)	Velocità intervallo delle Onde S (m/s)	Densità (Kg/mc)	Coeff. Poisson	Modulo di Taglio (GPa)	Mod. di Incompressib. o di Bulk (GPa)	Mod. di Young (GPa)
H	ViP	ViS	ï	v	G	K	E
1,00	156,25	101,32	1.850,0	0,14	0,02	0,02	0,04
1,00	1250,00	234,74	1.900,0	0,48	0,10	2,83	0,31
1,00	3703,70	220,26	1.900,0	0,50	0,09	25,94	0,28
1,00	943,40	208,33	1.900,0	0,47	0,08	1,58	0,24
1,00	934,58	236,41	1.900,0	0,47	0,11	1,52	0,31
1,00	403,23	155,52	1.900,0	0,41	0,05	0,25	0,13
1,00	1388,89	179,53	1.900,0	0,49	0,06	3,58	0,18
1,00	374,53	218,82	1.900,0	0,24	0,09	0,15	0,23
1,00	1250,00	268,10	1.900,0	0,48	0,14	2,79	0,40
1,00	751,88	178,57	1.900,0	0,47	0,06	0,99	0,18
1,00	469,48	1250,00	2.200,0	1,08	3,44	-4,10	14,31
1,00	934,58	751,88	2.200,0	-0,42	1,24	0,26	1,45
1,00	1250,00	934,58	2.200,0	-0,13	1,92	0,88	3,33
1,00	1886,79	1250,00	2.200,0	0,11	3,44	3,25	7,62
1,00	3703,70	625,00	2.200,0	0,49	0,86	29,03	2,55
1,00	813,01	534,76	2.200,0	0,12	0,63	0,62	1,41
1,00	10000,00	469,48	2.200,0	0,50	0,48	219,35	1,45
1,00	3703,70	1428,57	2.200,0	0,41	4,49	24,19	12,68
1,00	3703,70	2777,78	2.200,0	-0,14	16,98	7,54	29,10
1,00	3846,15	534,76	2.200,0	0,49	0,63	31,71	1,87
1,00	3703,70	340,14	2.200,0	0,50	0,25	29,84	0,76

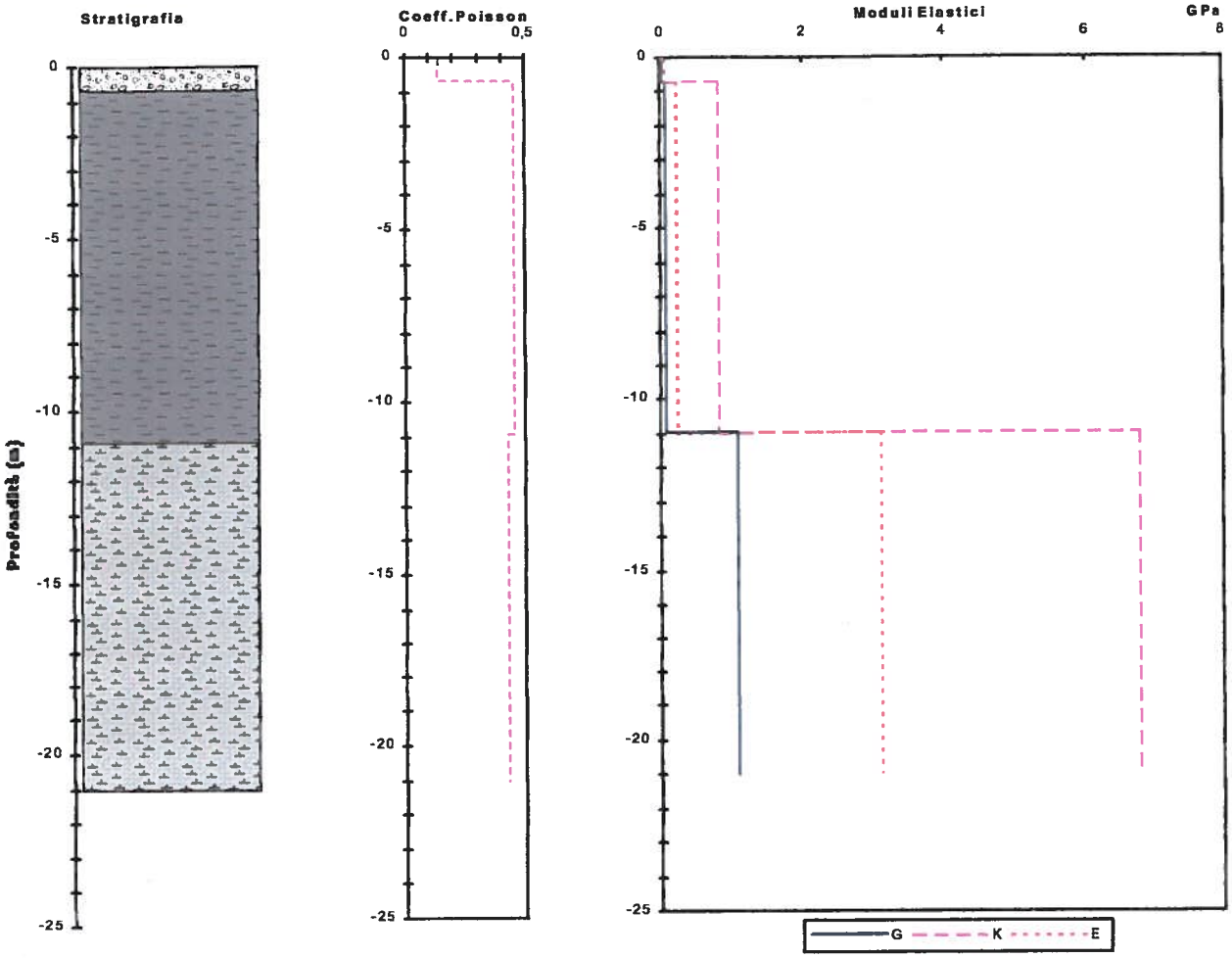
Interpretazione secondo metodo delle Dromocrone





Altezza intervallo interpretato (m)	Velocità delle Onde P (m/s)	Velocità delle Onde S (m/s)	Densità (Kg/mc)	Coeff. Poisson	Modulo di Taglio (GPa)	Mod. di Incompressib. o di Bulk (GPa)	Mod. di Young (GPa)
H	VP	VS	Γ	ν	G	K	E
0,70	156	101	1.800,0	0,138	0,018	0,019	0,042
10,23	689	200	1.900,0	0,454	0,076	0,800	0,221
10,07	1.936	703	2.200,0	0,424	1,086	6,796	3,093

Stratigrafia Sismica e Moduli Elastici da Interpretazione



Legenda Litologie

Limi



Argille



Marne



COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (RE) - Comparto APT.c

Committente: GEOLOG Società Cooperativa Data: 22.03.2007 Prova: DOWN HOLE Onde: P Certificato: A418 Gf051 APT.c

profondità (m) da p.d.c.

1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
7,00
8,00
9,00
10,00
11,00
12,00
13,00
14,00
15,00
16,00
17,00
18,00
19,00
20,00
21,00

100
200

Profondità in m	Vp
1.00	6.40
2.00	7.20
3.00	7.47
4.00	8.53
5.00	9.60
6.00	12.08
7.00	12.80
8.00	15.47
9.00	16.27
10.00	17.60
11.00	19.73
12.00	20.80
13.00	21.60
14.00	22.13
15.00	22.40
16.00	23.63
17.00	23.73
18.00	24.00
19.00	24.27
20.00	24.53
21.00	24.80

Tempi di picking in ms

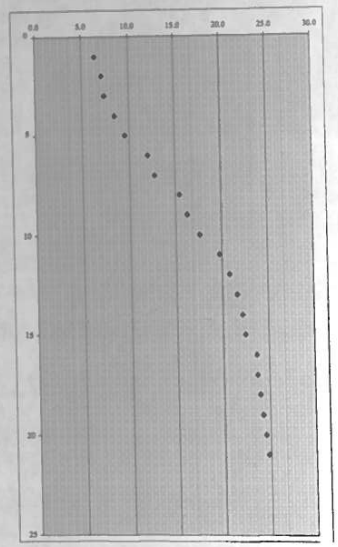


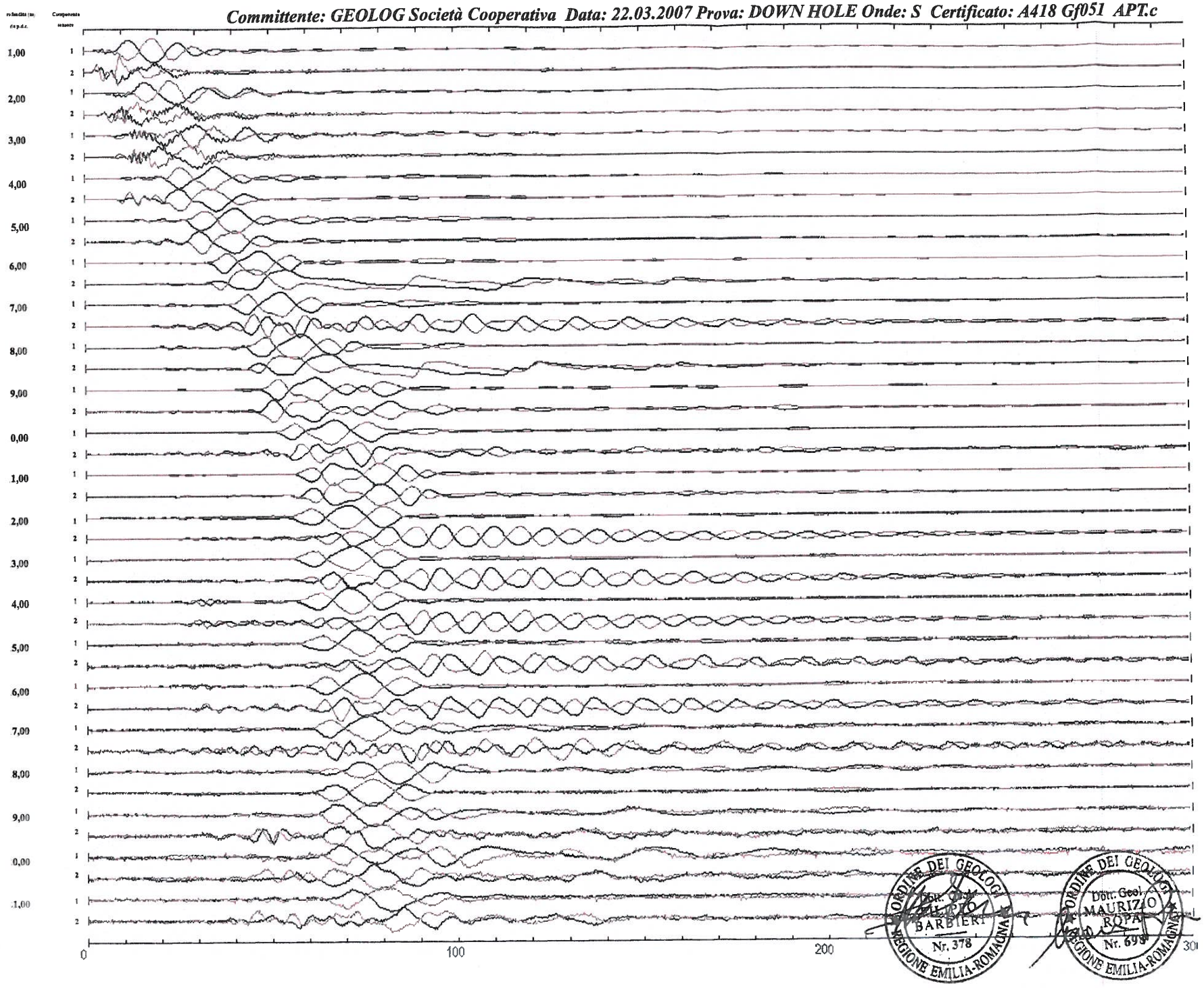
Diagramma di picking in ms

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. FILIPPO BARBIERI
Nr. 378

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. MAURIZIO ROPA
Nr. 698

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (RE) - Comparto APT.c

Committente: GEOLOG Società Cooperativa Data: 22.03.2007 Prova: DOWN HOLE Onde: S Certificato: A418 Gf051 APT.c



Profondità in m	Vs
1.00	9.87
2.00	14.13
3.00	18.67
4.00	23.47
5.00	27.70
6.00	34.13
7.00	39.70
8.00	44.27
9.00	48.00
10.00	53.60
11.00	54.40
12.00	55.73
13.00	56.80
14.00	57.60
15.00	59.20
16.00	61.07
17.00	63.20
18.00	63.90
19.00	64.26
20.00	66.13
21.00	69.07

Tempi di picking in ms

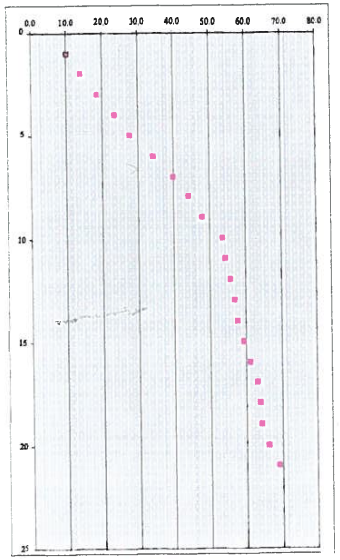


Diagramma di picking in ms

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. LUPO BARBIERI Nr. 378

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. MAURIZIO ROPA Nr. 698

DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 – (348) 9109596

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIALE ENZO BAGNOLI N° 26 – CAPOLUOGO

AMBITI RESIDENZIALI DA RIQUALIFICARE TRAMITE P.U.A. PREVIO INSERIMENTO NEL P.O.C. COMUNALE *AREA APTo "EX EDELWEISS"*



COMMITTENTE : SIDAC S.r.l.

ORDINE DEGLI INGEGNERI
DOTT. ING. CESARE GIGLI n. 899
REGGIO EMILIA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Con riferimento agli accordi intercorsi, trasmetto la presente relazione geologico-tecnica atta a definire le caratteristiche di un terreno, sito in Castelnovo ne' Monti (RE), oggetto di richiesta di permesso di costruire, negli ambiti residenziali da riqualificare tramite P.U.A., previo inserimento nel P.O.C. comunale, dell'area APTo ex Edelweiss.

(Foglio n° 39, mappali n° 438-440-602-791)

****

MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area in oggetto di studio, compresa fra le isoipse 710 m e 690 m s.l.m., è ubicata in Castelnovo ne' Monti, lungo le pendici sud-orientali del rilievo isolato di quota 742 m s.l.m. Si tratta di un'area mediamente acclive, in gran parte occupata dalla preesistente struttura, posta immediatamente a monte della S.S. n° 63, che qui prende il nome di via Enzo Bagnoli (cf. stralcio dalla C.T.R. in scala 1 : 5.000 – elemento n° 218131 – Castelnovo ne' Monti).

I suoli appartenenti a questa unità geomorfologica sono inclusi nell'associazione dei "suoli bruni calcarei - rendzina - regosuoli - litosuoli - suoli bruni lisciviati".

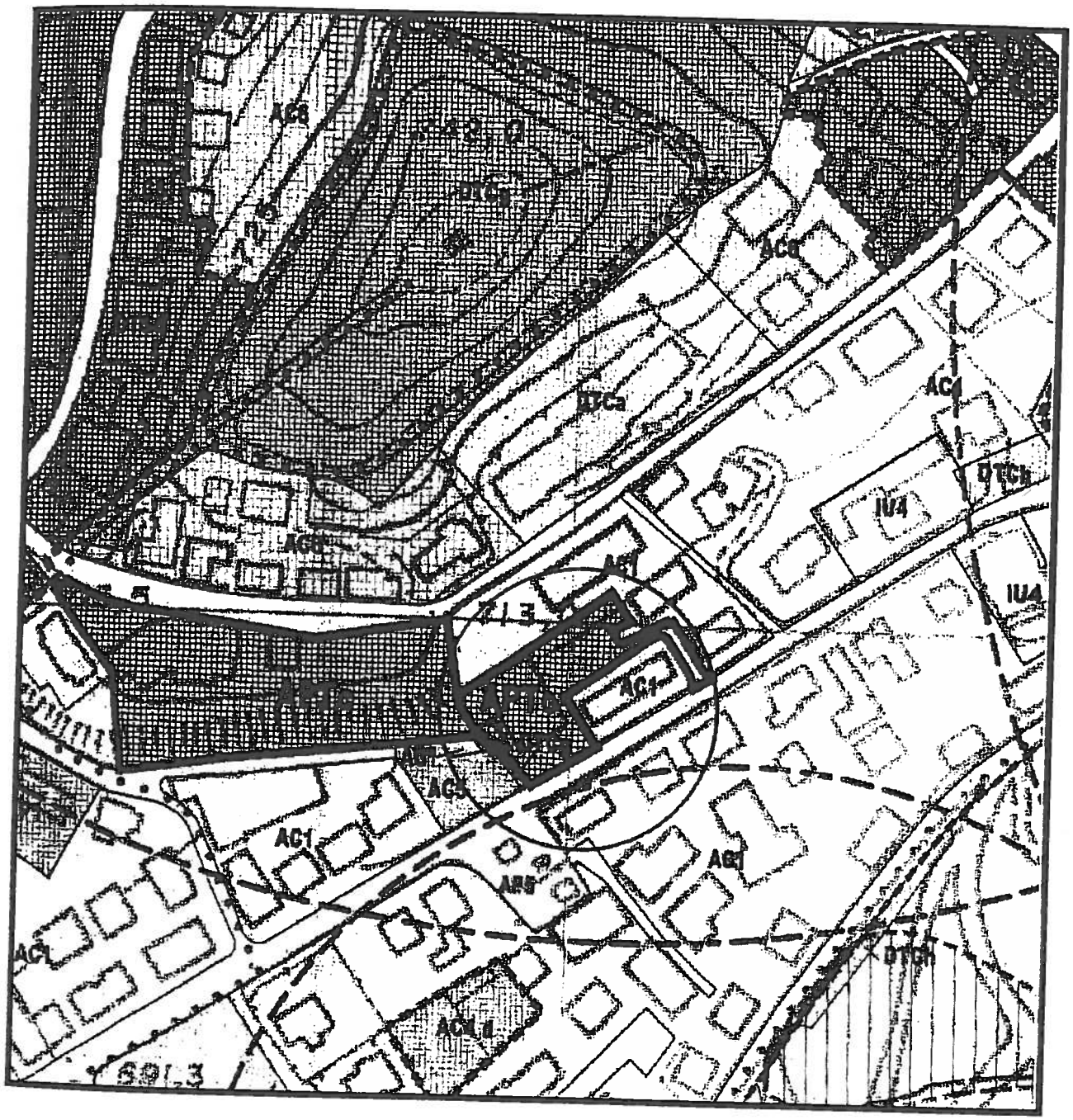
Questi suoli hanno una grande quantità di humus, sono calcarei in superficie e fortemente calcarei in profondità, hanno reazione basica e tessitura da sabbioso-argillosa ad argillosa; dove la pedogenesi ha potuto spingersi più avanti si hanno invece suoli bruni lisciviati, i quali sono più profondi dei precedenti, debolmente calcarei in superficie e neutri.

Le forme di utilizzo principali sono il seminativo ed il prato-pascolo.

La potenzialità di questi terreni è scarsa o media.

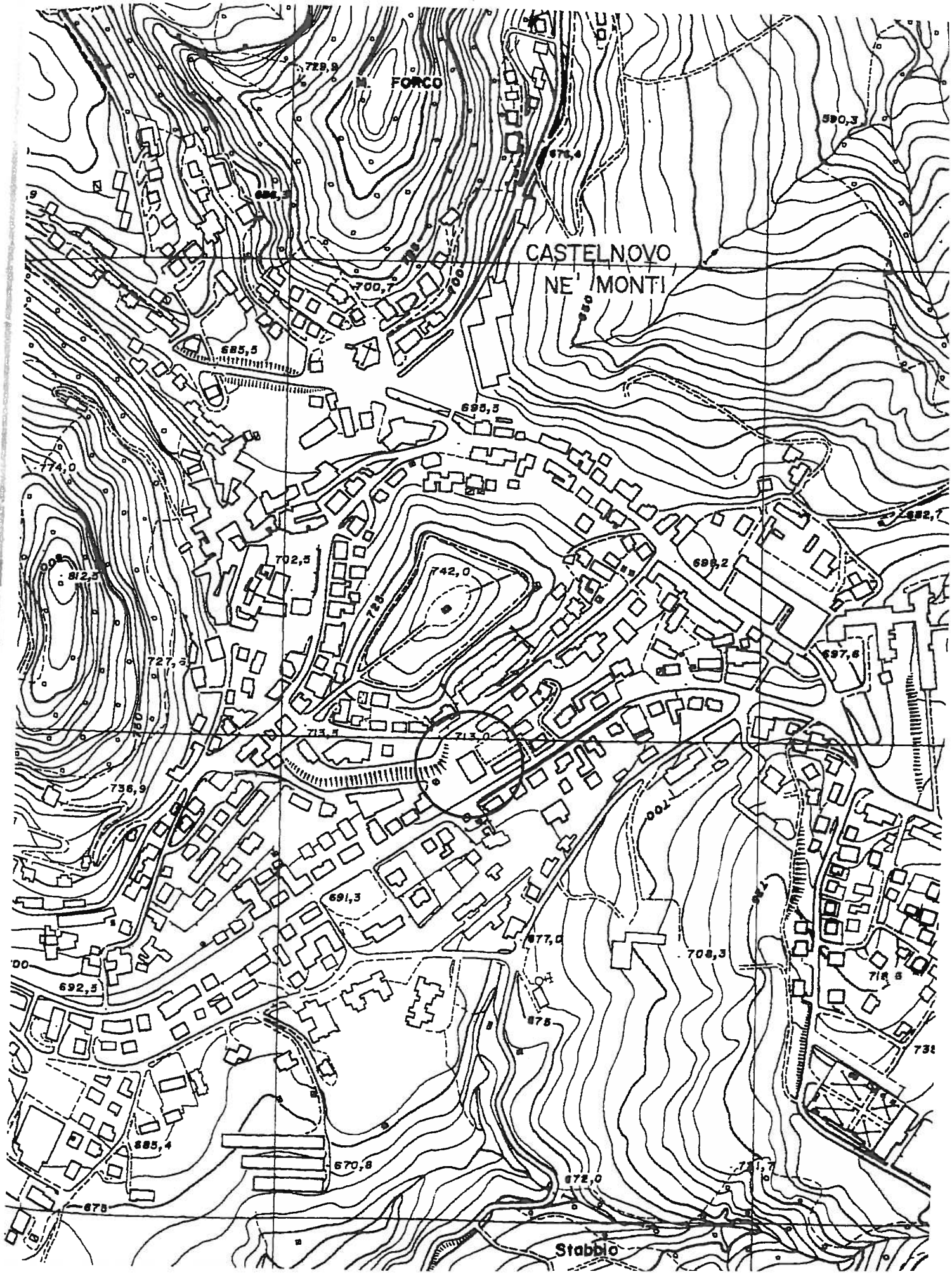
Secondo la classificazione dei climi di Köppen questa zona si inserisce nel clima Csb (subcontinentale), clima temperato con siccità estive non troppo marcate e quindi caratteristico di località che risentono della vicinanza di rilievi.

ESTRATTO R.U.E.



STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1 : 5.000

Elemento n° 218131 - Castelnovo ne' Monti



Particella: 438

R=1611600

N=4920900

Comune: CASTELNOVO NEI MONTI
Foglio: 39

Scala originale: 1:1000
Scala disegno : 1:1000

Protocollo n. RE0068592/2004 del 16-Apr-2004 08:31
Per Visura

Agenzia del Territorio - Ufficio di REGGIO EMILIA

Il regime pluviometrico della zona è intermedio fra il continentale ed il marittimo, di norma definito come "regime sublitoraneo appenninico".

Il valore medio annuo delle precipitazioni è di 1120 mm con 247 mm per il quadrimestre estivo (giugno-settembre) e 95 mm di media mensile.

La temperatura media mensile annua è di 10°C, con valori medi massimi di +24.7° C (per il mese di agosto) e minimi –2° C (per il mese di gennaio) e quindi un'escursione annua di 26.7° C.

INQUADRAMENTO TETTONICO

L'assetto strutturale della zona qui presa in considerazione deriva da una serie di pulsazioni orogenetiche, di intensità e durata varie, che dal Cretacico ad oggi hanno determinato l'insorgere della catena appenninica.

Si tratta pertanto di un'area fortemente tettonizzata in cui le deformazioni e le dislocazioni sono avvenute anche in epoca plio-quaternaria.

La prevalente plasticità delle Formazioni non permette l'individuazione, in superficie, delle strutture tettoniche principali tuttavia questi terreni hanno subito movimenti orogenetici molto recenti che hanno accompagnato il movimento traslativo della coltre alloctona costituita dai terreni Eugeo e Tardo-geosinclinalici.

La presenza di movimenti relativamente recenti (fasi pleistoceniche) può essere provata da osservazioni geomorfologiche: risulta infatti evidente come il territorio, a cui appartiene l'area in esame, sia soggetto al ringiovanimento dei fenomeni erosivi, a seguito di movimenti tettonici di tipo essenzialmente epirogenetico.

Geologicamente il territorio su cui si è sviluppato l'abitato di Castelnovo ne' Monti è costituito da terreni appartenenti alla cosiddetta "Serie dei Complessi Emiliani".

La "Serie dei Complessi Emiliani" è una successione diffusa su tutto l'Appennino emiliano che mostra chiaramente l'evoluzione da un ambiente di sedimentazione di flysch a condizioni di

mare meno profondo, con deposizione di sedimenti tipo molassa, derivanti dallo smantellamento di rilievi emersi.

Si ritiene che sia stata soprattutto la tettonica sinsedimentaria a condizionare l'attuale distribuzione degli affioramenti della successione: questa tettonica sinsedimentaria, intuibile con il raffronto degli affioramenti vicini, ma anche di quelli più lontani, avrebbe condotto ad una variabilità di facies veramente notevole, con passaggi da sedimentazione di piattaforma a sedimentazione di tipo incanalato e di conoide, e con una variabilità notevole degli spessori dei sedimenti.

È inoltre possibile che, durante le ultime fasi di traslazione, si siano instaurati ulteriori movimenti di distacco e di alterazione dei rapporti originari.

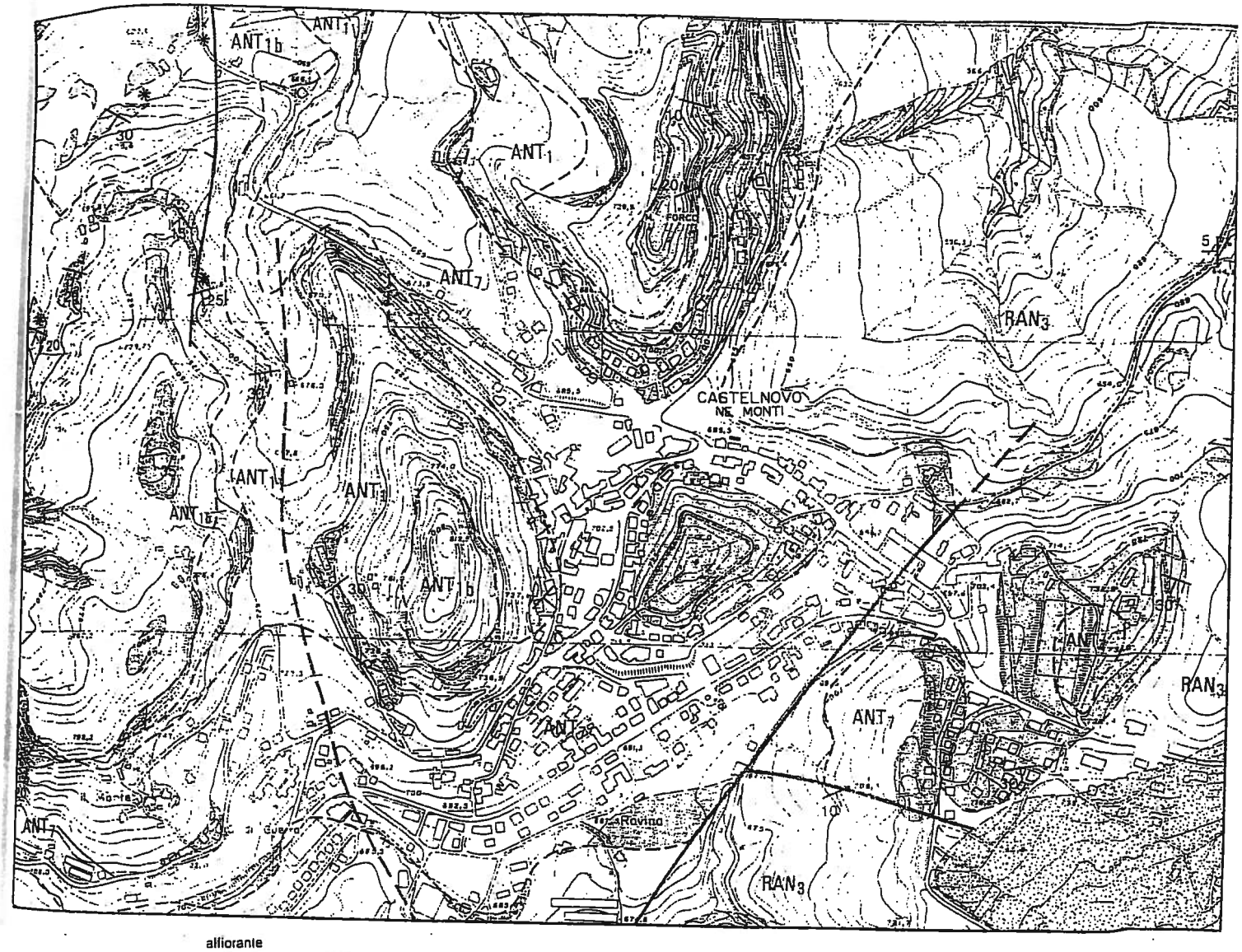
CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

La Formazione di substrato che caratterizza l'area in oggetto è quella delle "Marne di Antognola".

Le "Marne di Antognola" sono costituite da marne argillose (15-35% di carbonato di calcio) e marne sabbioso-siltose grigio chiare, con tonalità verdoline, caratterizzate da degradazione superficiale minuta a frammenti subsferoidali, e da stratificazione poco evidente. Piuttosto rare sono intercalazioni di straterelli arenacei e sabbioso-micacei, grigi.

Più precisamente, all'interno della Formazione possono essere distinte varie facies. Nel territorio su cui sorge Castelnovo ne' Monti affiorano due distinte facies, quella delle marne selciose e quella più propriamente marnosa. Il territorio che annette la superficie esaminata e nella fattispecie, anche tutto il rilievo isolato di quota 742 m s.l.m., rientra nel membro marnoso (ANT7); alle marne selciose (ANT 1 nella carta geologica in allegato) appartengono invece i terreni dell'altro colle di quota 812.5 m s.l.m. più spostato verso occidente.

CARTA GEOLOGICA (scala 1 : 10.000)



affiorante

non affiorante

Rappresentazione cartografica delle unita'

30 Assetto degli strati

a4	Depositi eluvio-colluviali
a5	Depositi da geliflusso
	Formazione di Bismantova (ABL)
ABL3	Membro delle marne di Cigarello
	Formazione di Antognola (ANT)
ANT1	Membro delle marne selciose
ANT1b	Unita' delle arenarie di Villaprara
ANT7	Membro marnoso
	Formazione di Ranzano (RAN)
RAN3	Litozona arenaceo-pelitica

Il membro delle marne selciose che, come in precedenza sottolineato, caratterizza i terreni a occidente dell'abitato, è in prevalenza costituito da peliti più o meno marnose in strati da sottili a medi, con silice diffusa e noduli di selce, a frattura scheggiosa, prevalentemente di colore grigio-chiaro.

All'interno di questo membro è altresì possibile distinguere un'unità arenacea che è stata denominata "Unità di Villaprara". Questi terreni sono costituiti lenti di torbiditi arenaceo-pelitiche grigie in strati medio-sottili con intercalati livelli di peliti grigie silicizzate.

Il membro marnoso (ANT7), su cui ricade l'area in esame, si caratterizza invece per la presenza di marne e marne argillose di colore grigio-verdognolo, a stratificazione in genere maldefinita, a volte evidenziata da livelli più marnosi o sabbiosi, con fratturazione diffusa di tipo globulare o prismatica.

L'età della Formazione, desunta dalle microfaune sempre presenti con caratteristica associazione, risulta essere dell'Oligocene sup. - Miocene inf.

STABILITÀ DEL VERSANTE

Nel suo insieme il tratto di pendio che dalle pendici sud-orientali del rilievo isolato di quota 742 m s.l.m. degrada in direzione della sottostante strada statale, che qui prende il nome di Viale Enzo Bagnoli, presenta una stabilità sufficiente. Certamente migliore è la stabilità di questi terreni rispetto a quelli del versante che degrada invece verso settentrione in direzione dell'avvallamento operato dal Rio Maillo (cf. stralcio della sezione 218130 – Castelnovo ne' Monti della Carta dell'Inventario del Dissesto).

A inficiare sensibilmente la stabilità di quest'ultima area è indubbiamente la coltre di alterazione che ricopre la roccia.

A facilitare la messa in posto di questo terreno può essere stato l'andamento stratigrafico della formazione che, in questa località, pur essendo difficoltoso, per la mancanza di estesi affioramenti,

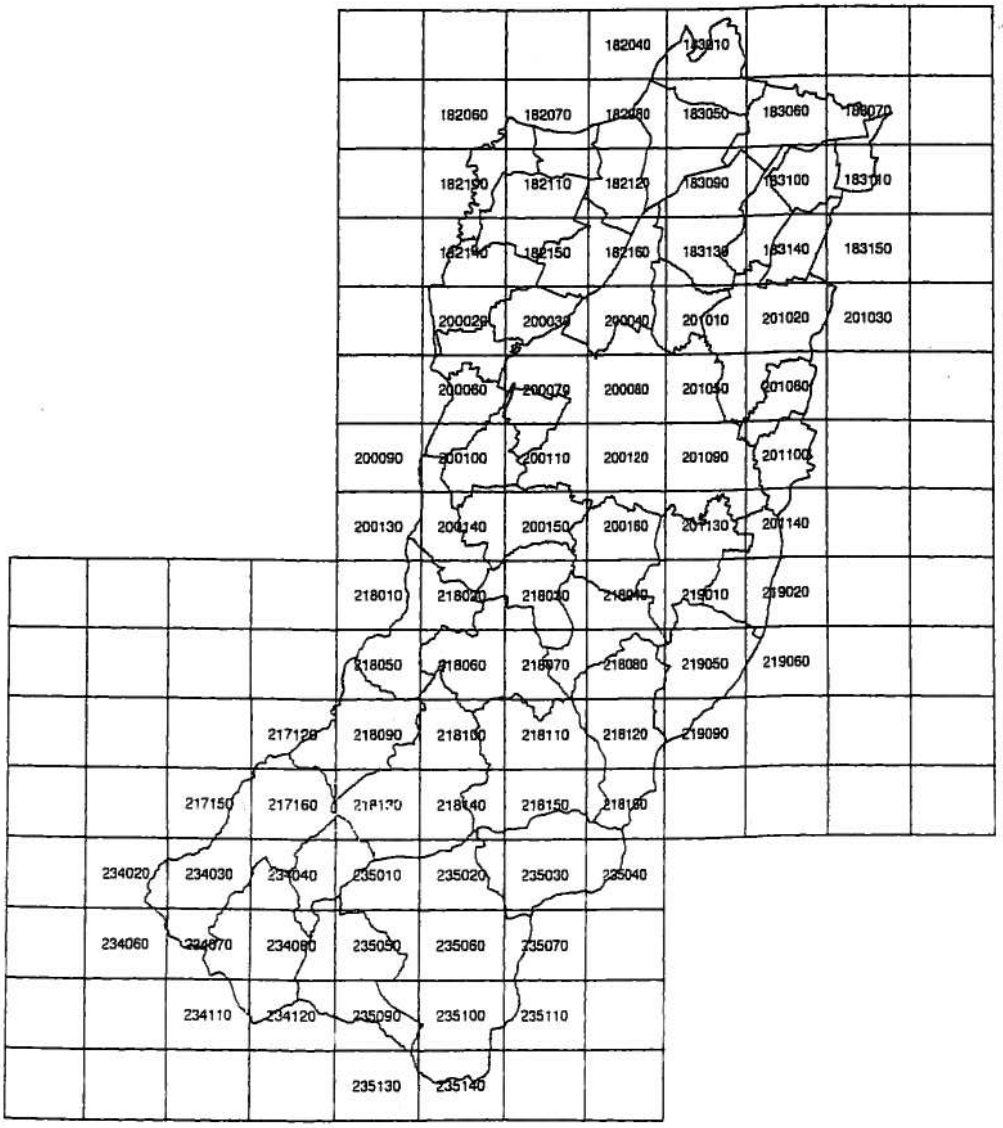
Regione Emilia-Romagna

Area Pianificazione e Tutela del Territorio
Servizio Pianificazione Territoriale e Difesa del Suolo

S Sistema
I Informativo
T Territoriale

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO

Edizione 2003



Sezione 218130

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16/03/2004

LEGENDA


Deposito morenico (c1)


Deposito morenico rissiano (c3)

Deposito morenico wurmiano (c4)


Conoide in evoluzione


Conoide inattiva

Depositi di versante s.l. (a3)


Frana di crollo (a6)


Frana attiva (a1)


Frana quiescente (a2)


Frana quiescente parzialmente erosa (a2a)


Scivolamento in blocco (sb)


Frana stabilizzata


Deposito alluvionale in evoluzione (b1)

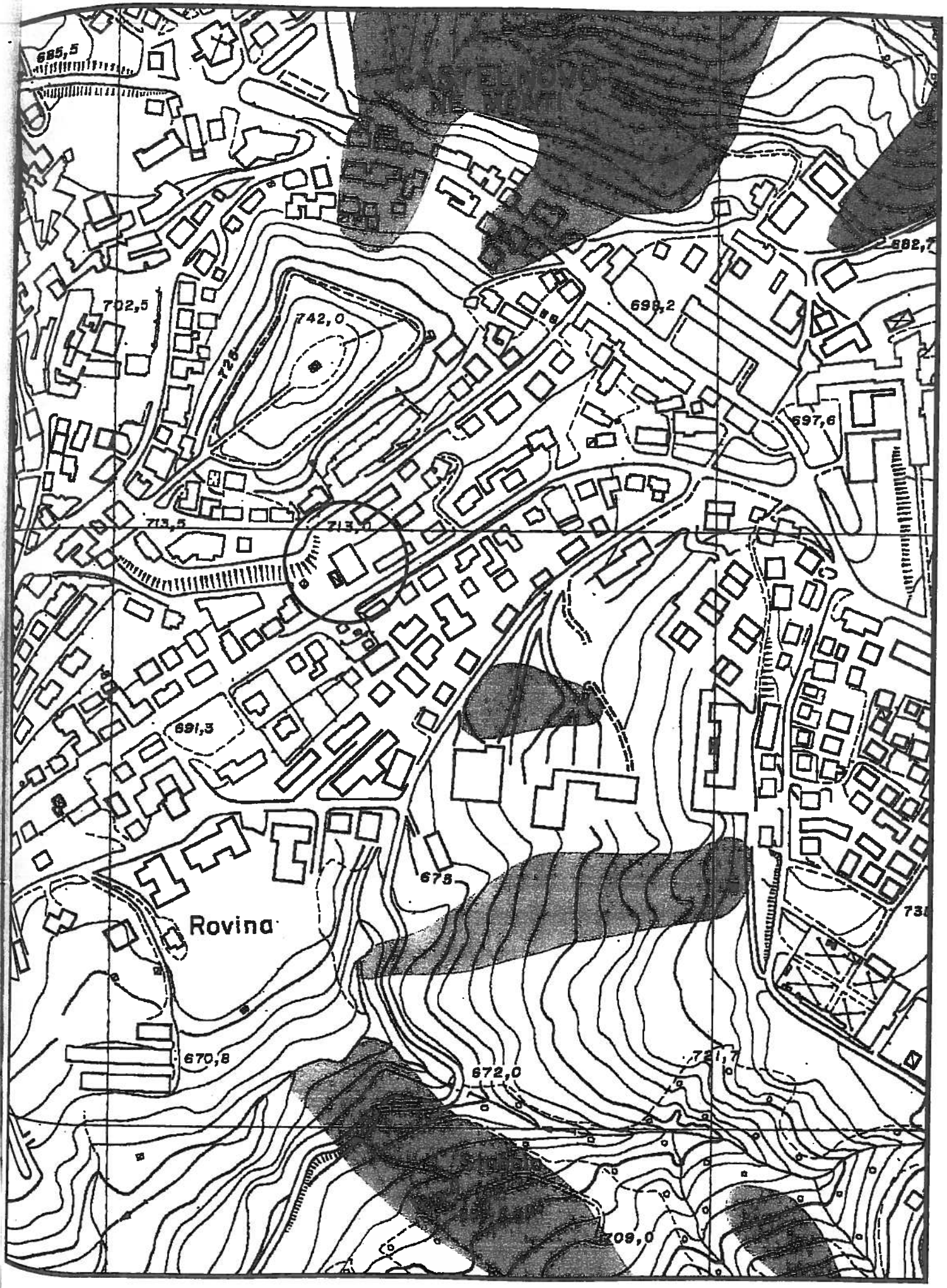

Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)


Deposito alluvionale terrazzato (b2)


Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)


Travertini


Accumulo di origine Antropica


685,5
702,5
742,0
725
698,2
697,6
713,5
713,0
691,3
678
Rovina
670,8
672,0
721,7
709,0

effettuare una valutazione precisa, si ritiene possa essere sostanzialmente concorde con l'andamento del pendio.

La coltre di alterazione si sarebbe quindi lentamente e progressivamente accumulata lungo il versante sotto l'azione dei brevi corsi d'acqua che convogliano le acque nel sottostante alveo del Rio Maillo.

Il Prof. Luigi Vernia dell'Università degli Studi di Parma, autore del rilevamento geologico pubblicato nel 1989 dall'Ufficio cartografico della Regione, di cui viene qui di seguito riportato uno stralcio, non segnala in questa zona, a differenza della Carta dell'Inventario del Dissesto, particolari forme di cedimento però è altrettanto vero che in altri punti, a sud e a sud-est dell'abitato, ha anche lui cartografato vasti accumuli di materiale eluvio-colluviale, terreni per loro natura instabili.

In tal senso, occorre segnalare, in riva sinistra del Rio Dorgola, lungo le pendici occidentali della Pietra, aree instabili cartografate sulla Carta dell'Inventario del Dissesto come frane quiescenti.

IDROGRAFIA ED IDROGEOLOGIA

Il sistema di reticolo idrografico più diffuso, in relazione alla litologia dei terreni, che si ritrova nel territorio è quello subparallelo dendritico, fortemente orientato in corrispondenza degli affioramenti arenacei mentre, dove compaiono le tessiture più fini (argille e argille marnose), il drenaggio risulta del tipo dendritico pennato.

In Castelnovo ne' Monti gran parte delle acque confluiscono nell'alveo del T. Dorgola, tributario di sinistra del F. Secchia. È appunto il T. Dorgola, a Sud/Sud-Est dell'abitato, unitamente al Rio Maillo, a Nord, che consente il drenaggio della piccola conca.

A seguito dell'intensa pratica edilizia, vi è tuttavia stata una radicale trasformazione del territorio. In più punti, si è proceduto al tombamento delle vie d'acqua principali; il T. Dorgola, ad

esempio, è stato tombato nell'immediata periferia Est. Le opere di urbanizzazione risultano quindi spesso di ostacolo al naturale deflusso delle acque. Soprattutto il centro storico presenta carenze di questo tipo che, nel contempo, incidono negativamente sulla staticità delle opere murarie.

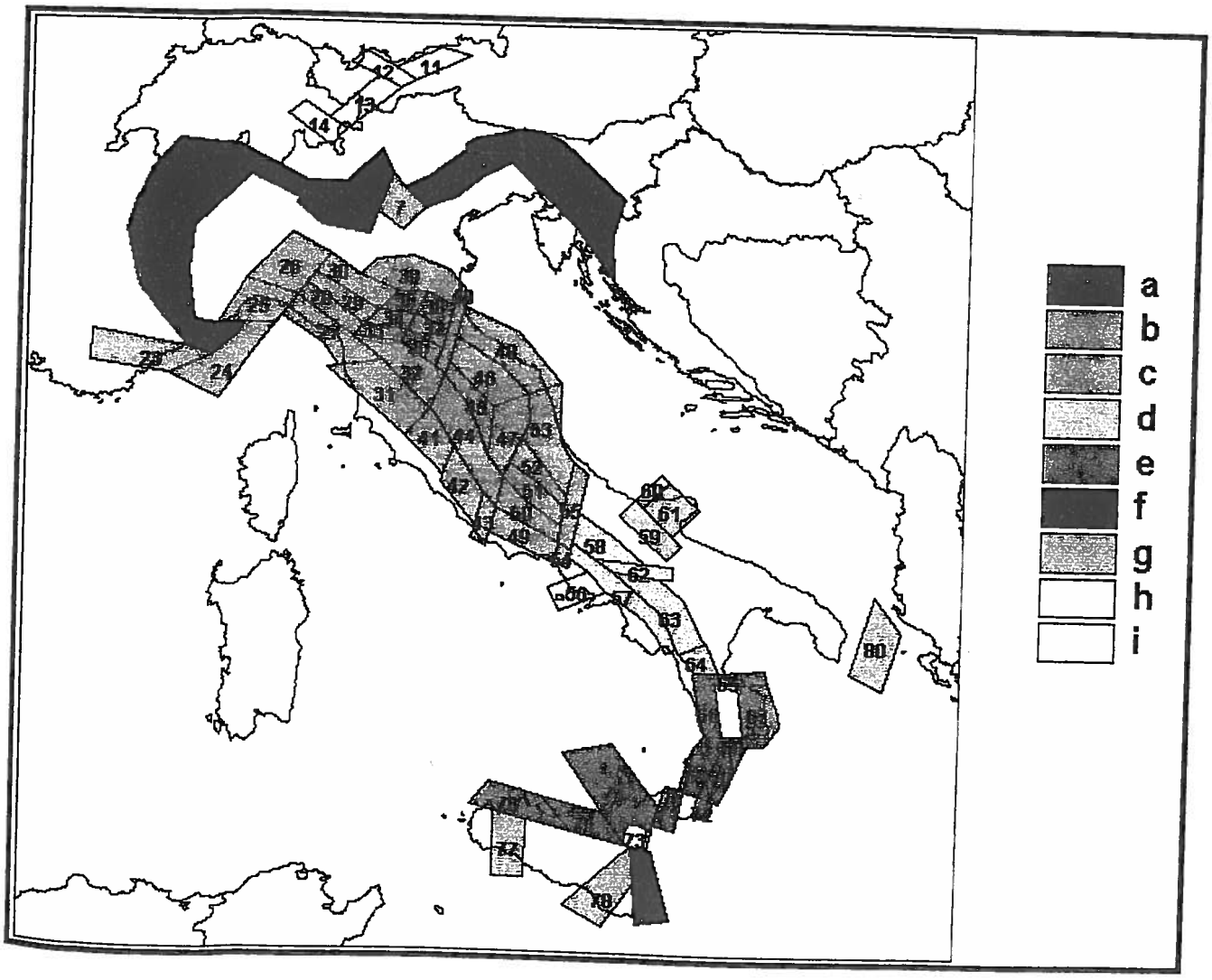
Si tenga presente che, mentre il membro selcioso delle Marne di Antognola presenta un discreto grado di permeabilità per porosità e fessurazione, quello marnoso risulta praticamente impermeabile. Soprattutto nelle zone che ricadono in prossimità del passaggio fra questi due tipi di terreno sono quindi giustificate le forme di ristagno e di accumulo delle acque allorché manchino, a lato delle strutture interrate, sistemi adeguati di raccolta e deflusso in direzione delle rete drenante principale.

Per quanto concerne la zona in esame, a prescindere dall'impermeabilità delle marne qui presenti, ciò non toglie che, in ogni caso, contrapposti ai muri contro terra, dovranno essere attivati dreni di guardia in grado di raccogliere ed allontanare in tempi brevi tutte le acque di infiltrazione e che scendono dal pendio.

SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



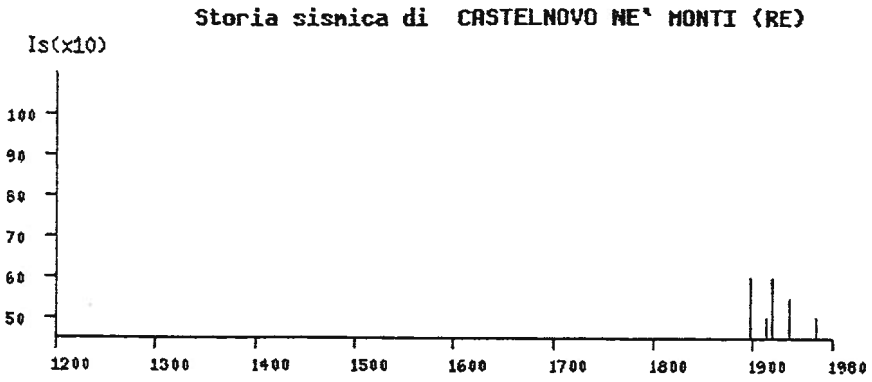
Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a PGA = 0.15g (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Osservazioni sismiche (12) disponibili per
CASTELNOVO NE` MONTI (RE) [44.435, 10.4]

Data	Effetti	in occasione del terremoto di:		
Ye Mo Da Ho Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix	Ms
1898 03 04	60	CALESTANO	70	47
1920 09 07 05 55	60	GARFAGNANA	100	65
1939 10 15 14 05	55	GARFAGNANA	70	49
1914 10 27 09 22	50	GARFAGNANA	70	58
1965 11 09 15 35	50	ALTA V. SECCHIA	50	48
1972 10 25 21 56	40	PASSO CISA	50	47
1971 07 15 01 33	35	PARMENSE	80	54
1885 02 26 20 48	F	SCANDIANO	60	44
1904 11 17 05 02	30	PISTOIESE	70	50
1936 10 18 03 10	30	BOSCO CANSIGLIO	90	58
1899 06 26 23 18	NF	PISTOIESE	75	50
1980 11 23 18 34	NF	IRPINIA-LUCANIA	100	69

Intendendo con I_s l'intensità al sito moltiplicata per 10 (ricordando che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8 indicando incertezza fra i due valori interi non valori intermedi di intensità).



La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

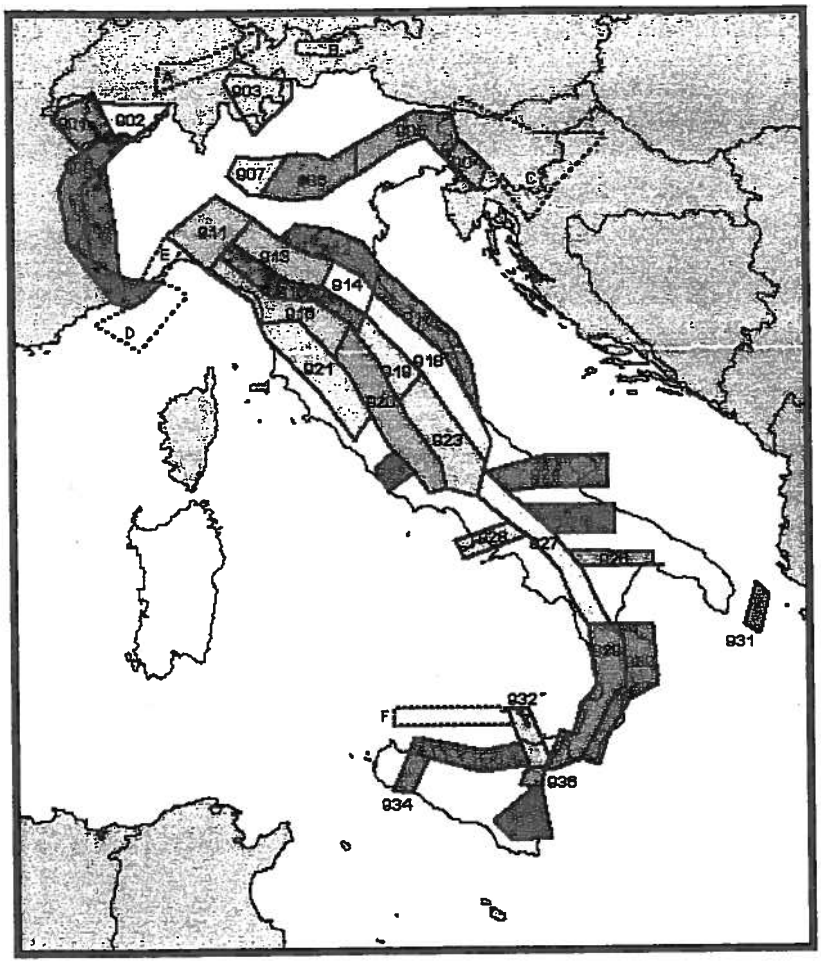
L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, di recente adozione, ha aggiornato la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Castelnovo ne' Monti, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso sud, con la zona 915 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio di Castelnovo ne' Monti è stato riconfermato in zona Z2 a media sismicità, classificazione che gli era stata già attribuita con il D.M. del 23/7/1983.

Con l'aggiornamento delle località sismiche, la zona in esame è stata quindi riconfermata nelle aree a sismicità di secondo grado con S = 9; di conseguenza, gli interventi edilizi devono rispettare le disposizioni delle leggi n° 1684 del 25/11/1962 e n° 64 del 2/2/1974 oltre al D.M. 19/06/1984 e successive modifiche, che normano le tecniche costruttive in zone dichiarate sismiche.

In fase transitoria di applicazione della normativa sismica, come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24710/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può

essere assegnato, a zone come questa di media sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.25.



Zonazione sismogenetica ZS9

L'Ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altre due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Al territorio di Castelnovo ne' Monti, con l'Ordinanza PCM n° 3274 classificato sismico di categoria II (media sismicità), deve essere attribuito un grado di sismicità pari a S = 9, dal quale ne deriva un coefficiente di intensità sismica C = 0.07. Come coefficiente sismico di fondazione, già prescritto dalla vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996), si potrà adottare il valore di $\varepsilon = 1$.

Non siamo infatti in presenza di quelle condizioni litostratigrafiche particolari caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori per cui la normativa prevede di assumere $\varepsilon = 1.3$.

Occorre altresì sottolineare che sempre in conformità con quanto specificato al punto D3 del D.M. LL.PP. 11/3/1988, in assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di sabbie limose e sabbie sature d'acqua, sono da escludere, in concomitanza con eventi di tipo sismico, fenomeni di liquefazione del terreno.

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE MASSIMA AMMISSIBILE SUL TERRENO

La valutazione della pressione massima ammissibile sul terreno viene effettuata sulla base delle conoscenze acquisite sull'area e dei valori geomeccanici del terreno ottenuti con il supporto della prova di tomografia sismica effettuata trasversalmente al pendio, immediatamente a monte della preesistente struttura, e delle numerose indagini penetrometriche realizzate in Castelnovo ne' Monti su terreni della stessa natura.

Viste le caratteristiche strutturali dell'intervento edilizio in progetto, assumendo una resistenza penetrometrica media di 15 Kg/cmq, si può procedere alla seguente valutazione della resistenza al taglio in situ:

$$Cu = 15/20 = 0.75 \text{ Kg/cmq} = 7.5 \text{ t/mq}$$

Attribuendo al terreno un angolo di attrito interno di 18° si può ottenere il seguente valore della coesione:

$$c = 7.5 - 1.7 \times 1 \times 0.325 = 6.95 \text{ t/mq} = 0.695 \text{ Kg/cmq}$$

Il carico di rottura può essere valutato, in condizioni non drenate, in:

$$Pult. = 5.7 \times 7.5 + 1.7 \times 1 = 44.45 \text{ t/mq} = 4.445 \text{ Kg/cmq}$$

mentre la pressione limite di esercizio, quantificata applicando il coefficiente di sicurezza richiesto dalla normativa, diviene:

$$Pamm. = 4.445 : 3 = 1.481 \text{ Kg/cmq}$$

che verrà prudenzialmente assunta in 1.4 Kg/cmq.

La verifica alle prime plasticizzazioni (carico limite critico di Fröhlich), effettuata in condizioni non drenate, risulta:

$$Pc = 3.14 \times 7.5 = 23.55 \text{ t/mq} = 2.355 \text{ Kg/cmq}$$

$$Pc.u. = 2.355/1.1 = 2.14 \text{ Kg/cmq}$$

Pertanto, in funzione di una Qa = Pamm. = 1.4 Kg/cmq, si ottiene che il coefficiente di sicurezza:

$$Sc = 2.14/1.4 = 1.528 > 1$$ e quindi accettabile.

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il primo sottosuolo si caratterizza per la presenza di marne e marne argillose del "Membro marnoso" della Formazione Antognola. L'indagine sismica a rifrazione ha tuttavia accertato, nei primi metri, modesti valori di velocità sismica riconducibili alla presenza, in superficie, di terreno movimentato in occasione del precedente intervento edilizio e, più in profondità, roccia fratturata con valori di velocità sismica mediamente di poco superiori ai 1000 m/sec. Le marne compatte, con velocità superiori ai 2000 m/sec, sono state accertate dalla prova a una profondità media non inferiore a 10 m dalla quota del pianoro posto immediatamente a monte del fabbricato lungo cui è stato effettuato il sondaggio (cf. planimetria, tabella e stratigrafie del sondaggio sismico).

Le nuove fondazioni potranno quindi essere dimensionate in funzione di una *pressione massima ammissibile sul terreno di 1.4 Kg/cmq*. È altresì indispensabile che i carichi vengano equamente distribuiti sulle varie strutture portanti; così operando si ha ragione di ritenere che gli abbassamenti a lungo termine risultino uniformemente contenuti in 0.5/1 cm. Vista la presenza di roccia già a limitata profondità, il *coefficiente di fondazione* "ε" può essere assunto uguale a 1.

Particolare attenzione dovrà essere posta nella realizzazione degli interventi edilizi in progetto; prima di procedere all'esecuzione delle opere di sbanco, a salvaguardia della stabilità dei terreni a monte, si dovrà procedere all'esecuzione di una paratia di pali. La paratia, realizzata con pali trivellati di diametro ϕ 50/60 cm, dovrà essere spinta a una profondità media non inferiore ai 10 m dalla quota del pianoro a monte dell'ex Edelweiss, almeno 3 m quindi più profondi rispetto alla quota di fondo sbanco, pari a quella della strada statale. Nel dimensionamento della paratia si tenga presente che allo strato superficiale, con evidente elevato grado di alterazione, può essere attribuito un valore di coesione $c' = 0.05 \div 0.1$ Kg/cmq ed un angolo di attrito interno $\phi' = 16° \div 18°$. Per i materiali più profondi, anche se non costituiti, sino alla profondità media di 10 m dalla quota del pianoro, da roccia realmente compatta, possono invece essere assunti i valori di $c' = 0$ e $\phi' = 26° \div 28°$.

Nel corso delle indagini non è stata accertata presenza d'acqua, non se ne esclude tuttavia l'esistenza al passaggio tra coltre superficiale di alterazione e roccia, soprattutto durante le stagioni piovose o in concomitanza con il disgelo. Al fine di limitare l'ammollimento del terreno alla base delle fondazioni dovranno pertanto essere previsti dreni di guardia a monte delle strutture contro terra. Le acque così raccolte, come pure tutte quelle di scarico, dovranno quindi essere allontanate, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in direzione della rete drenante principale.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.P.R 380/2001, D.M. LL.PP. 11/3/1988, Circ.LL.PP. n° 30483 del 24/9/1988, L.R. n° 47 del 07/12/1978, Circ.Reg. n° 1288 dell'11/2/1983), che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del terreno, nonché ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni, secondo cui il suolo di fondazione può essere assimilato alla *categoria A di azione sismica* "Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi, caratterizzati da valori V_{S30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5 m" si attesta l'idoneità dell'area ai fini edilizi e si concede quindi parere geologico favorevole.

Scandiano, Marzo 2006

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
ARRIGO
GIUSTI
n. 190
REGIONE EMILIA ROMAGNA

TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE



SISMOGRAFO: PASI 16SG12

UBICAZIONE SONDAGGIO DI TOMOGRAFIA SISMICA
A RIFRAZIONE SU BASE CATASTALE IN SCALA 1 : 500

Castelnovo ne' Monti (RE) - Cantiere Ex Edelweiss - Sismostratigrafia del terreno
Sismica a rifrazione - ABC method depth computation

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24

Receiver elevation

0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Receiver distances

0.7	2.2	3.7	5.2	6.7	8.2	9.7	11.2	12.7	14.2	15.7	17.2	18.7	20.2	21.7	23.2	24.7	26.2	27.7	29.2	30.7	32.2	33.7	35.2

Layer 1 thickness

3.41	3.35	3.25	3.19	3.11	3.05	2.96	2.9	2.82	2.77	2.68	2.63	2.55	2.5	2.42	2.36	2.29	2.23	2.27	2.36	2.44	2.54	2.62	2.72

Layer 2 thickness

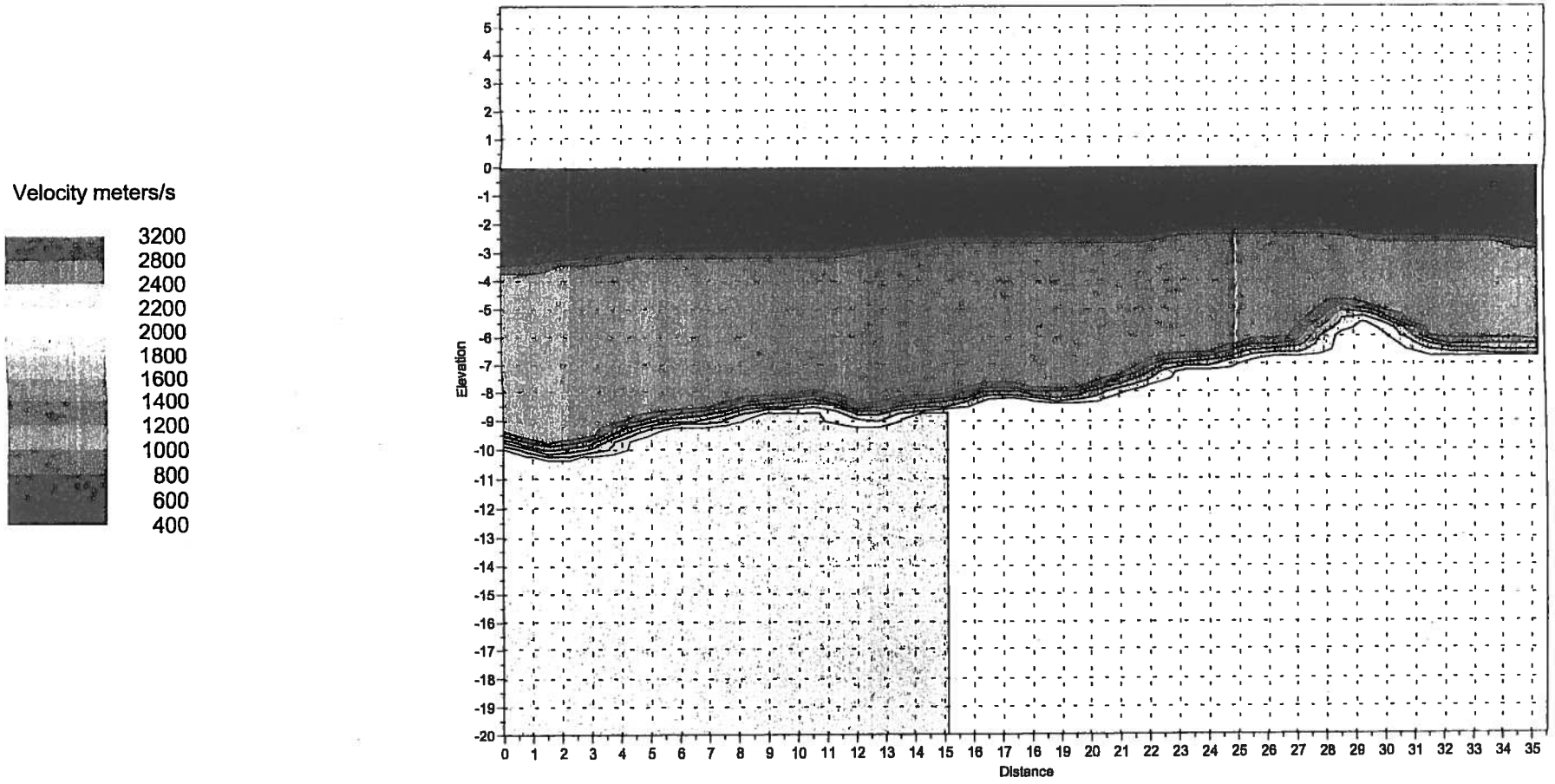
6.39	6.95	6.75	6.21	6.09	5.75	5.54	5.4	6.18	5.93	5.82	5.47	5.85	5.8	5.38	4.74	4.91	4.17	4.13	2.84	3.16	4.06	4.08	3.98

Bed rock depth

9.8	10.3	10	9.4	9.2	8.8	8.5	8.3	9	8.7	8.5	8.1	8.4	8.3	7.8	7.1	7.2	6.4	6.4	5.2	5.6	6.6	6.7	6.7

Stendimento sismico n° 2 - 15 febbraio 2006

Castelnovo ne' Monti (RE) - Cantiere Ex Edelweiss - Stratigrafia del terreno
Sismica a rifrazione - ABC method depth computation



Stendimento sismico n° 1 - 15 febbraio 2006

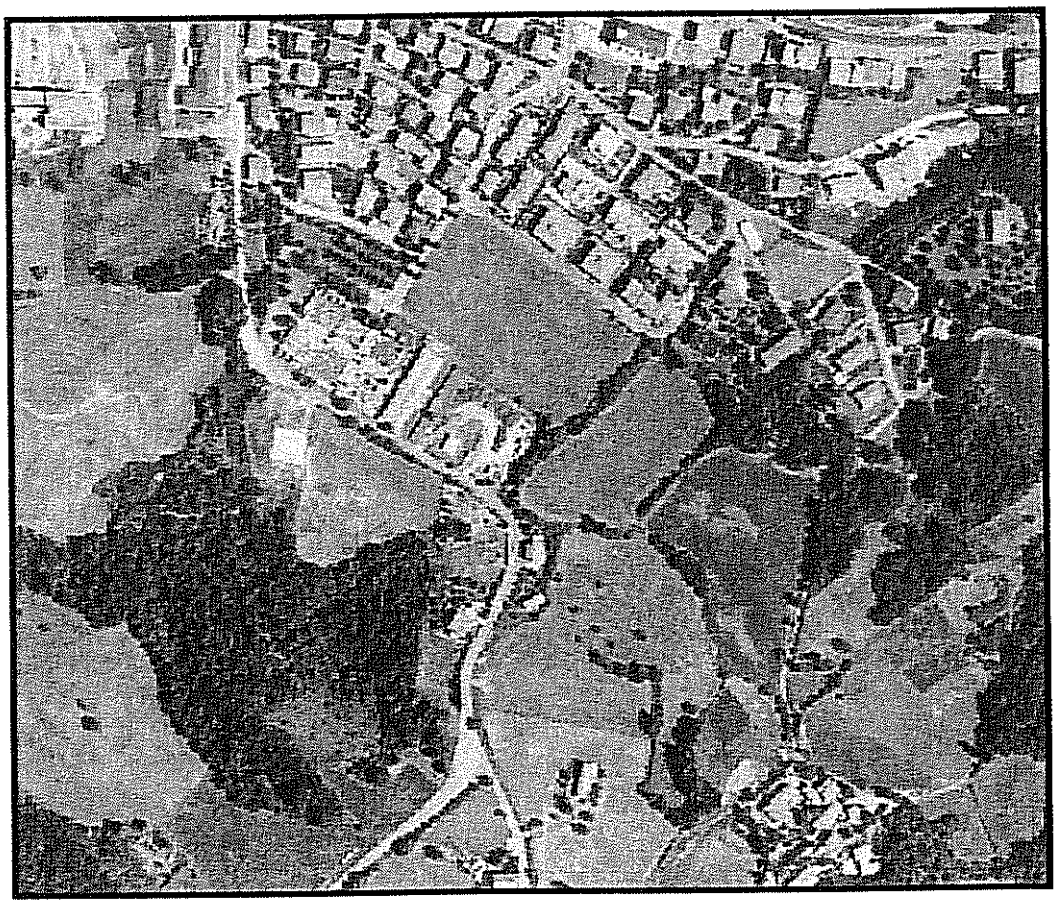
DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 – (348) 9109596

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. ARRIGO GIUSTI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 190 ALBO

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

LOCALITÀ : VIA U. MANFREDI - CAPOLUOGO

RICHIESTA DI INSERIMENTO NEL P.O.C. (PIANO OPERATIVO COMUNALE)
AMBITO DI NUOVO INSEDIAMENTO NU.1d



COMMITTENTE : PARROCCHIA DI S. MARIA ASSUNTA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Con riferimento agli accordi intercorsi, trasmetto la presente relazione geologico-tecnica atta a definire le caratteristiche di un'area, sita in Castenovo ne' Monti (RE), contraddistinta dal PSC con la sigla NU.1d. Il presente studio viene redatto in conformità con il D.G.R. 1677/2005 del 14/09/2005.

(Foglio n° 51, mappale n° 150)

****

MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

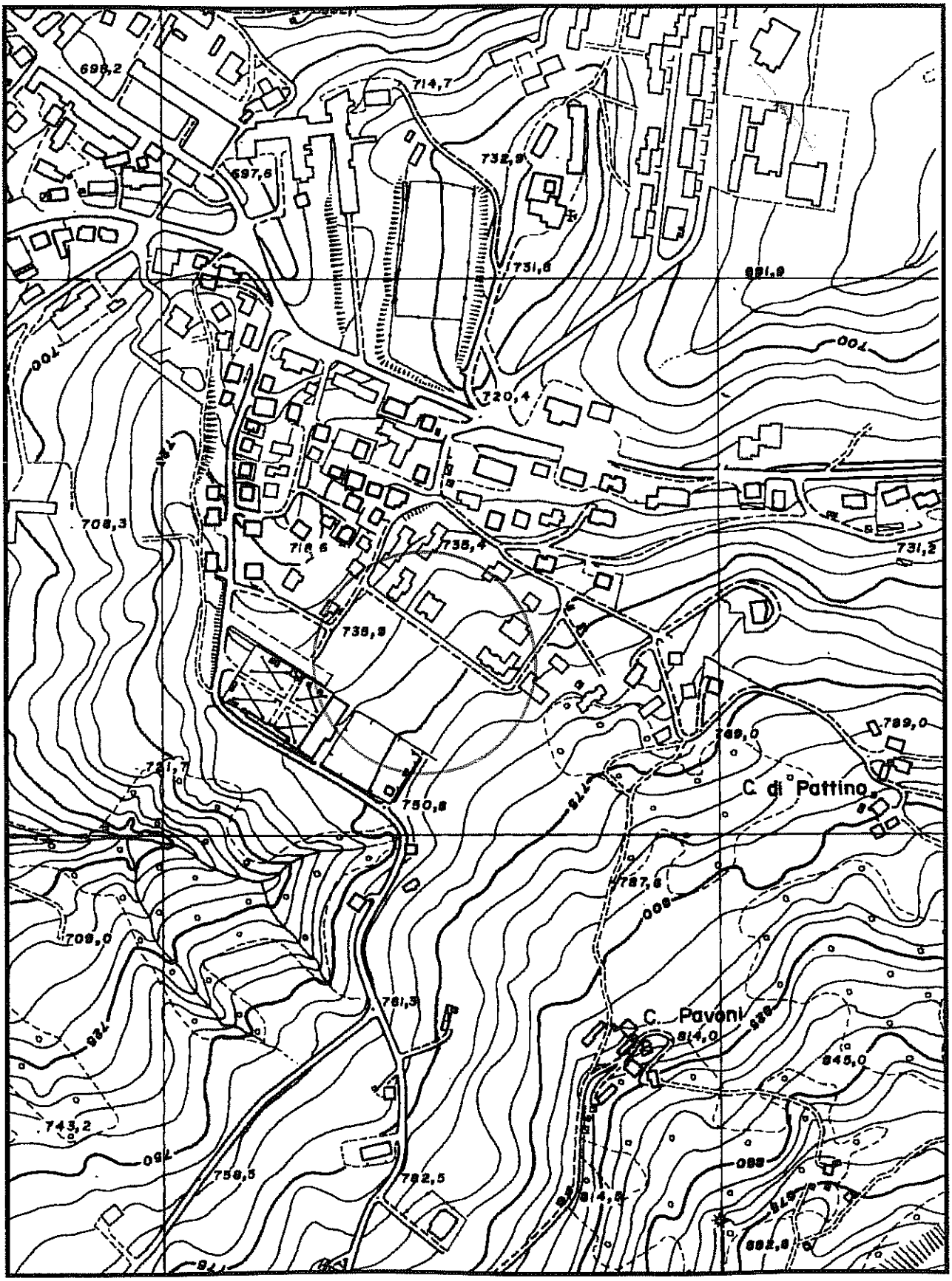
L'area in oggetto di studio è sita lungo le pendici del versante che dai piedi della Pietra di Bismantova degrada verso O/NO in direzione dell'avvallamento operato dal Rio Dorgola e dai suoi affluenti.

Più precisamente, il terreno esaminato, situato a N/NE del cimitero, ha un'estensione territoriale di circa 16.100 mq di cui una superficie utile massima costruibile, individuata nel settore nord-orientale, a lato di via U. Manfredi, di 2.000 mq (cf. stralci dalla CTR – elemento n° 218131 – Castelnovo ne' Monti in scala 1 : 5.000 e di PSC in scala 1 : 2.000). In questa zona, oggetto di approfondimento mediante esecuzione di indagini dirette ed indirette per accertarne l'idoneità ai fini edilizi, il terreno presenta una pendenza via via crescente da NNE a SSO. Nel tratto iniziale, mediamente compreso tra le isoipse 735 e 740 m s.l.m., la pendenza è del 6%, in quello centrale, tra 740 e 750 m s.l.m. è dell'8/9% mentre nella zona morfologicamente più alta, a SSO, l'inclinazione del terreno aumenta sensibilmente ed è mediamente superiore al 10/12%.

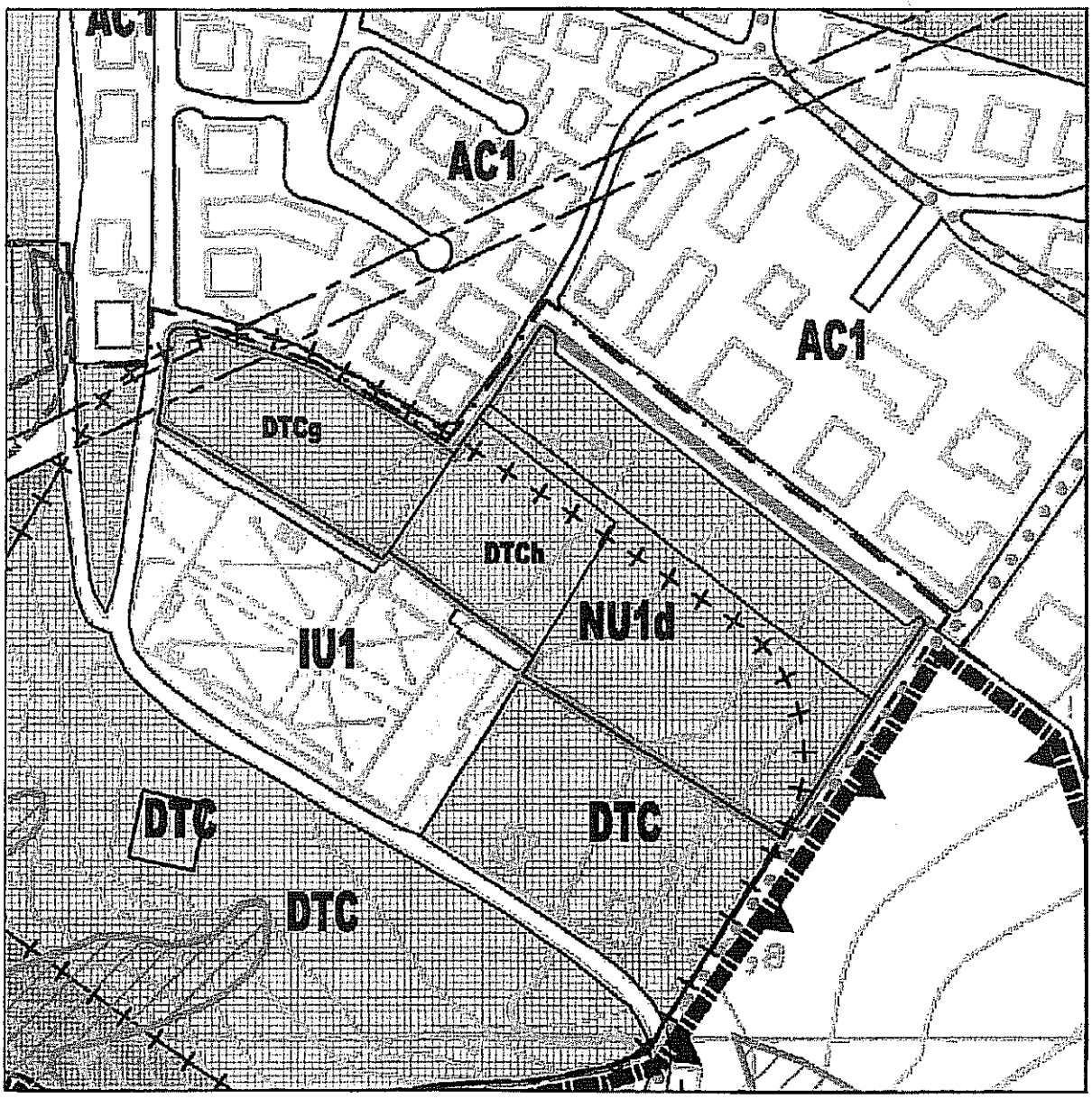
I suoli qui presenti appartengono all'associazione dei "regosuoli - suoli bruni". I suoli più evoluti, corrispondenti ai suoli bruni, sono acalcarei in superficie, neutri e argillo-sabbiosi; più spesso però, nei tratti più acclivi, questi suoli si fermano a livello di regosuoli aventi modesto spessore, alto contenuto in carbonati e reazione basica. La potenzialità di questi terreni è scarsa o media.

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1 : 5.000

Elemento n° 218131 - Castelnovo ne' Monti



STRALCIO DI PSC



(SCALA 1 : 2.000)

Comune: CASTELNOVO NEI MONTI
Foglio: 51

Scala originale: 1:2000
Dimensione cornice: 776.000 x 552.000 metri

18-Gen-2006 16:55
Prot. n. 27/6017

Per Visura

Agenzia del Territorio - Ufficio di REGGIO EMILIA - Direttore: DR. ANTONIO TRAISCI

N-1956500

Secondo la classificazione dei climi di Köppen questa zona si inserisce nel clima Csb (subcontinentale), clima temperato con siccità estive non troppo marcate e quindi caratteristico di località che risentono della vicinanza di rilievi.

Il regime pluviometrico della zona è intermedio fra il continentale ed il marittimo, di norma definito come "regime sublitoraneo appenninico".

Il valore medio delle precipitazioni e' di 860 mm con 250/270 mm in primavera ed autunno e 160/180 mm in estate ed inverno.

La temperatura media mensile annua è di 11 °C, con valori medi massimi di 25 °C in estate e minimi di -1 °C in inverno e quindi un'escursione annua di 26 °C.

INQUADRAMENTO TETTONICO

L'assetto strutturale della zona qui presa in considerazione deriva da una serie di pulsazioni orogenetiche, di intensità e durata varie, che dal Cretacico ad oggi hanno determinato l'insorgere della catena appenninica.

Si tratta pertanto di un'area fortemente tettonizzata in cui le deformazioni e le dislocazioni sono avvenute anche in epoca plio-quaternaria.

La prevalente plasticità delle Formazioni non permette l'individuazione, in superficie, delle strutture tettoniche principali tuttavia questi terreni hanno subito movimenti orogenetici molto recenti che hanno accompagnato il movimento traslativo della coltre alloctona costituita dai terreni Eugeo e Tardo-geosinclinalici.

La presenza di movimenti relativamente recenti (fasi pleistoceniche) può essere provata da osservazioni geomorfologiche: risulta infatti evidente come il territorio, a cui appartiene l'area in esame, sia soggetto al ringiovanimento dei fenomeni erosivi, a seguito di movimenti tettonici di tipo essenzialmente epirogenetico.

Geologicamente il territorio che da i piedi della Pietra di Bismantova si estende verso O/NO in direzione dell'abitato di Castelnovo ne' Monti è costituito da terreni appartenenti alla "Serie dei Complessi Emiliani".

La "Serie dei Complessi Emiliani" è una successione diffusa su tutto l'Appennino emiliano che mostra chiaramente l'evoluzione da un ambiente di sedimentazione di flysch a condizioni di mare meno profondo, con deposizione di sedimenti tipo molassa, derivanti dallo smantellamento di rilievi emersi.

Si ritiene che sia stata soprattutto la tettonica sinsedimentaria a condizionare l'attuale distribuzione degli affioramenti della successione: questa tettonica sinsedimentaria, intuibile con il raffronto degli affioramenti vicini, ma anche di quelli più lontani, avrebbe condotto ad una variabilità di facies veramente notevole, con passaggi da sedimentazione di piattaforma a sedimentazione di tipo incanalato e di conoide, e con una variabilità notevole degli spessori dei sedimenti.

È inoltre possibile che, durante le ultime fasi di traslazione, si siano instaurati ulteriori movimenti di distacco e di alterazione dei rapporti originari.

CENNI DI GEOLITOLOGIA

La Formazione di substrato che caratterizza il tratto di pendio preso qui in esame è quella di Ranzano che, verso occidente e a settentrione, viene a contatto con i terreni più recenti della Formazione di Antognola.

Questi terreni, affioranti nella zona più bassa dell'area edificabile (cf. stralcio della Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo – sezione 218130 Castelnovo ne' Monti), sono ascrivibili alla facies arenaceo-pelitica del Ranzano. Si tratta di torbiditi arenaceo-pelitiche, in strati da sottili a spessi, di colore grigio-verdastro.

CARTA GEOLOGICA

(scala 1 : 5.000)

LEGENDA

a_2 Frane quiescenti

a_4 Depositi eluviali e colluviali

a_5 Depositi da geliflusso

a_5 Detriti di falda

Formazione di Bismantova (ABL)

ABL_7 Membro della Pietra di Bismantova

Formazione di Antognola (ANT)

ANT_1 Membro delle marne selciose

ANT_{1b} Unità delle arenarie di Villaprara

ANT_7 Membro marnoso

Formazione di Ranzano (RAN)

RAN_3 Litozona arenaceo-pelitica

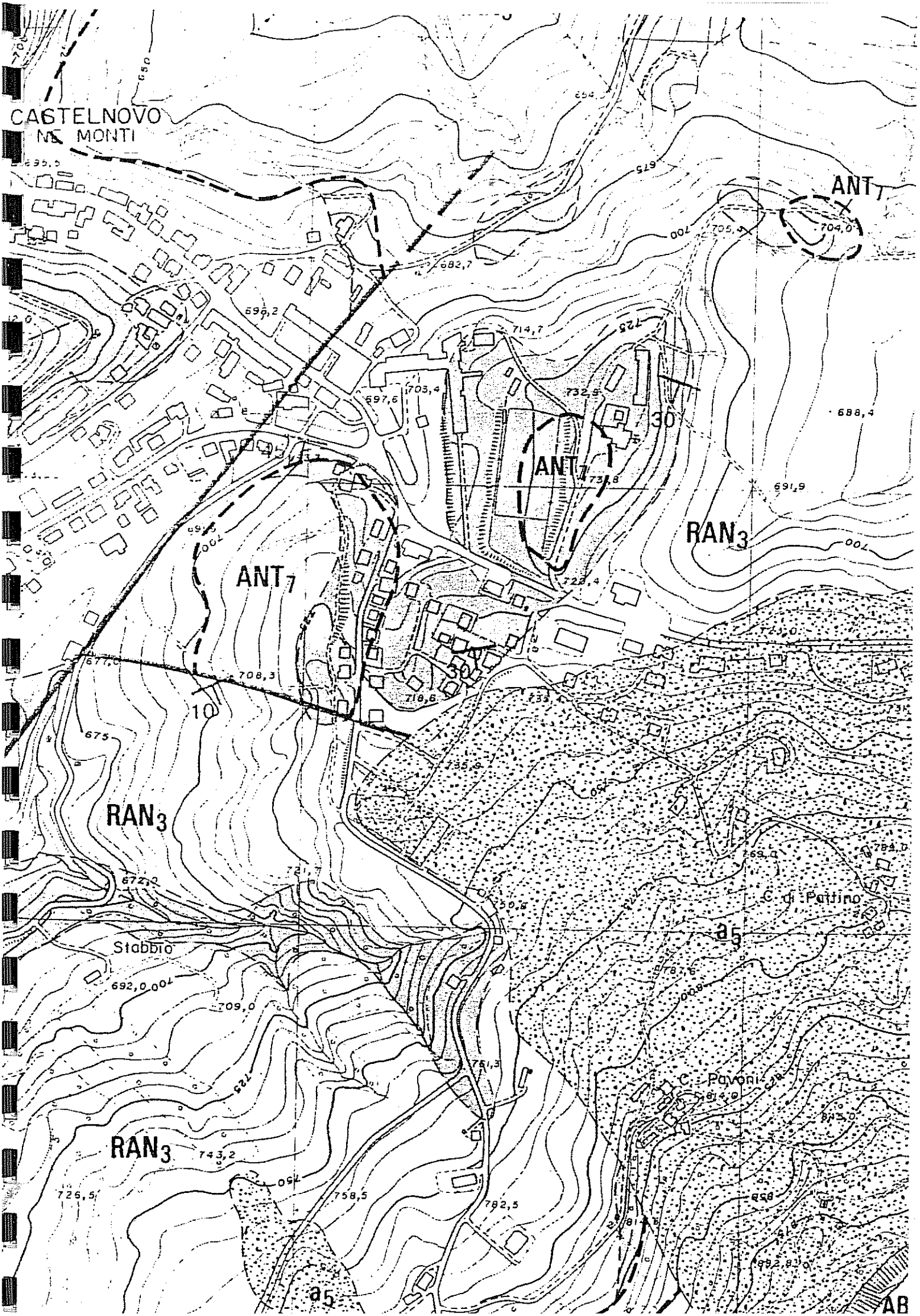
SEGNI CONVENZIONALI

Limite stratigrafico, presunto o incerto

Faglie

Assetto degli strati

* Affioramento significativo


CASTELNOVO
NE MONTI
ANT7
ANT7
ANT7
RAN3
RAN3
RAN3
a5
a5
C. di Pattino
C. Pavoni
Stabbio
30
30
10
AB

In superficie, altresì accertata dalle prove effettuate, è presente una coltre detritica, in prevalente matrice pelitica. Il Prof. Luigi Vernia, autore del rilievo proposto sulla Carta Geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo - sezione 218130 Castelnovo ne' Monti (cf. tav. in allegato), considera questo accumulo come un deposito da geliflusso. È questo un deposito caotico costituito da frammenti spigolosi eterometrici, inglobati in matrice pelitica.

La geolitologia del territorio è quindi abbastanza complessa. Localmente, è infatti da segnalare il contatto fra terreni appartenenti alla "Serie dei Complessi Emiliani" e materiali più antichi ascrivibili alle "Unità Liguri", il cosiddetto "complesso di base", che, nella fattispecie affiorano a settentrione lungo il pendio che sale in direzione della Pietra di Bismantova.

Questi terreni, un tempo genericamente incorporati nelle "Argille scagliose" o "Alloctono indifferenziato", vengono invece attualmente distinti nella formazione denominata "Argille varicolori".

È questa una formazione, in gran parte argillosa, con colorazioni a bande rosso mattone, violacee, grigio cenere, biancastre, verdoline, che in genere mettono in evidenza una giacitura piuttosto scompaginata, con numerose pieghe a piccolo raggio, ed una grande plasticità della massa. Vi si trovano intercalazioni di arenarie, siltiti e di calcari biancastri a grana fine.

STABILITÀ DEL TERRITORIO E DELL'AREA IN ESAME

Il versante che dai piedi della Pietra di Bismantova degrada verso N/NO in direzione del Rio Dorgola si presenta complessivamente stabile: ciò è in gran parte dovuto alla presenza di un substrato roccioso con assetto sufficientemente favorevole, disposizione trasversale o quasi a reggipoggio degli strati rispetto al naturale andamento del pendio (pendenze fra i 10° e i 30° ed immersione verso S/SE). In virtù di questa situazione, anche la sovrastante copertura eterometrica in matrice pelitica, fatta eccezione per alcuni piccoli movimenti gravitativi,

cartografati quiescenti dalle carte tematiche (cf. tavole in allegato), si presenta sufficientemente stabile.

La morfologia favorevole di questo tratto di versante, angoli in genere contenuti che il pendio forma con l'orizzontale, unitamente alle caratteristiche intrinseche dei depositi di geliflusso ed eluvio-colluviali, discreto valore della coesione e sufficiente grado di consolidazione, garantiscono pertanto un assetto sufficientemente stabile al pendio. In tal senso, occorre sottolineare come la coltre superficiale, inizialmente cartografata sulla carta del PAI (cf. stralcio in allegato) come frana quiescente sia stata successivamente declassificata dalla "Carta Inventario del Dissesto" a "depositi di versante s.l." (cf. tav. in allegato).

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO
(PAI)

LEGENDA

DELIMITAZIONE DELLE AREE IN DISSESTO

FRANE

- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)
- Area di frana attiva non perimetrata (Fa)
- Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)
- Area di frana stabilizzata non perimetrata (Fs)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

- Area con pericolosita' molto elevata o elevata (Ee)
- Area con pericolosita' media o moderata (Eb)
- Area con pericolosita' molto elevata o elevata non perimetrata (Ee)
- Area con pericolosita' media o moderata non perimetrata (Eb)

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

- Area di conoide attivo non protetta (Ca)
- Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

VALANGHE

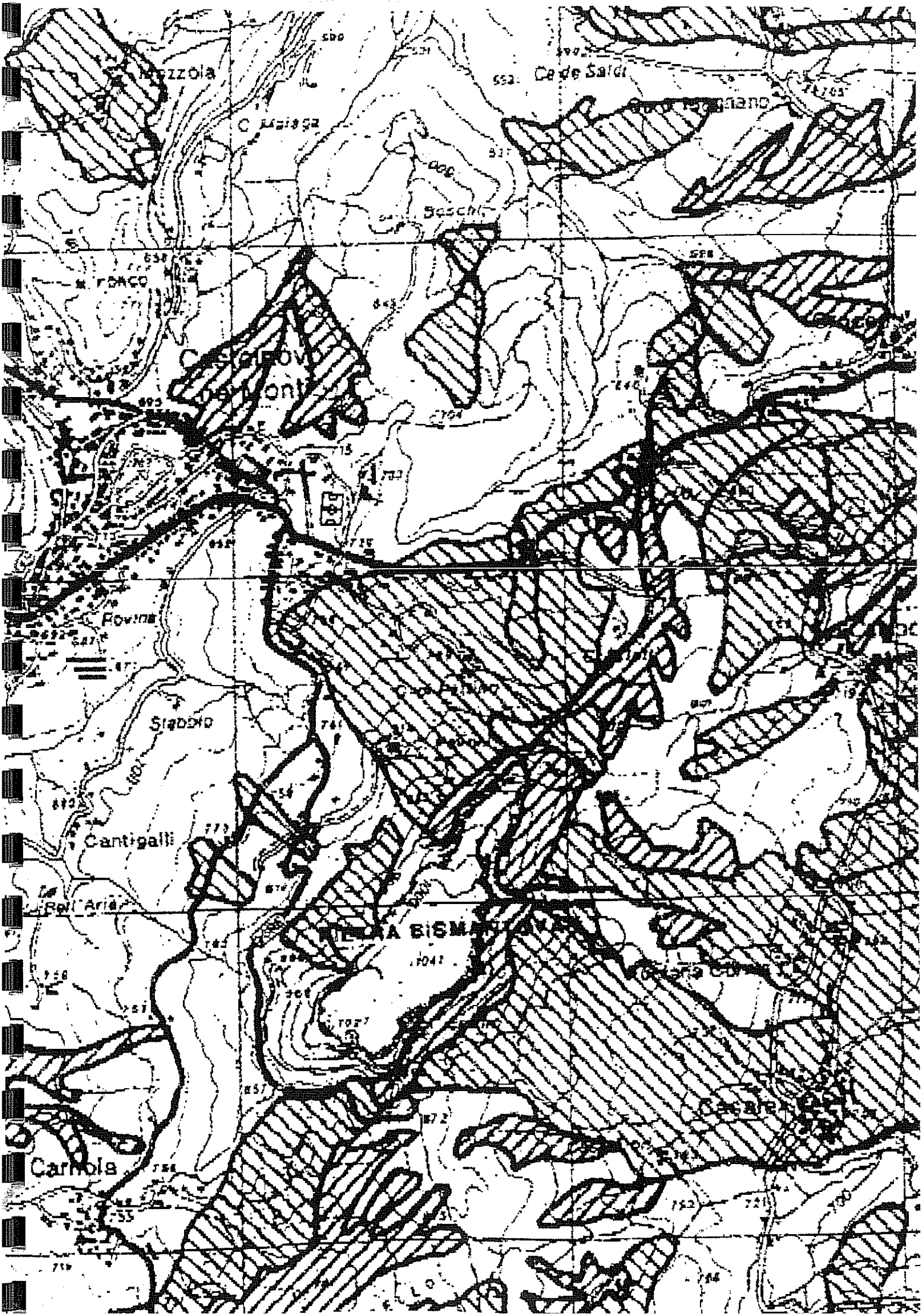
- Area a pericolosita' molto elevata o elevata (Va)
- Area a pericolosita' media o moderata (Vm)
- Area con pericolosita' molto elevata o elevata non perimetrata (Va)
- Area con pericolosita' media o moderata non perimetrata (Vm)

Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali

Limite tra la Fascia B e la Fascia C

Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Limite di bacino idrografico del fiume Po


Ca de Saldi
Boschi
Rovina
Stadio
Cantigalli
Carnola

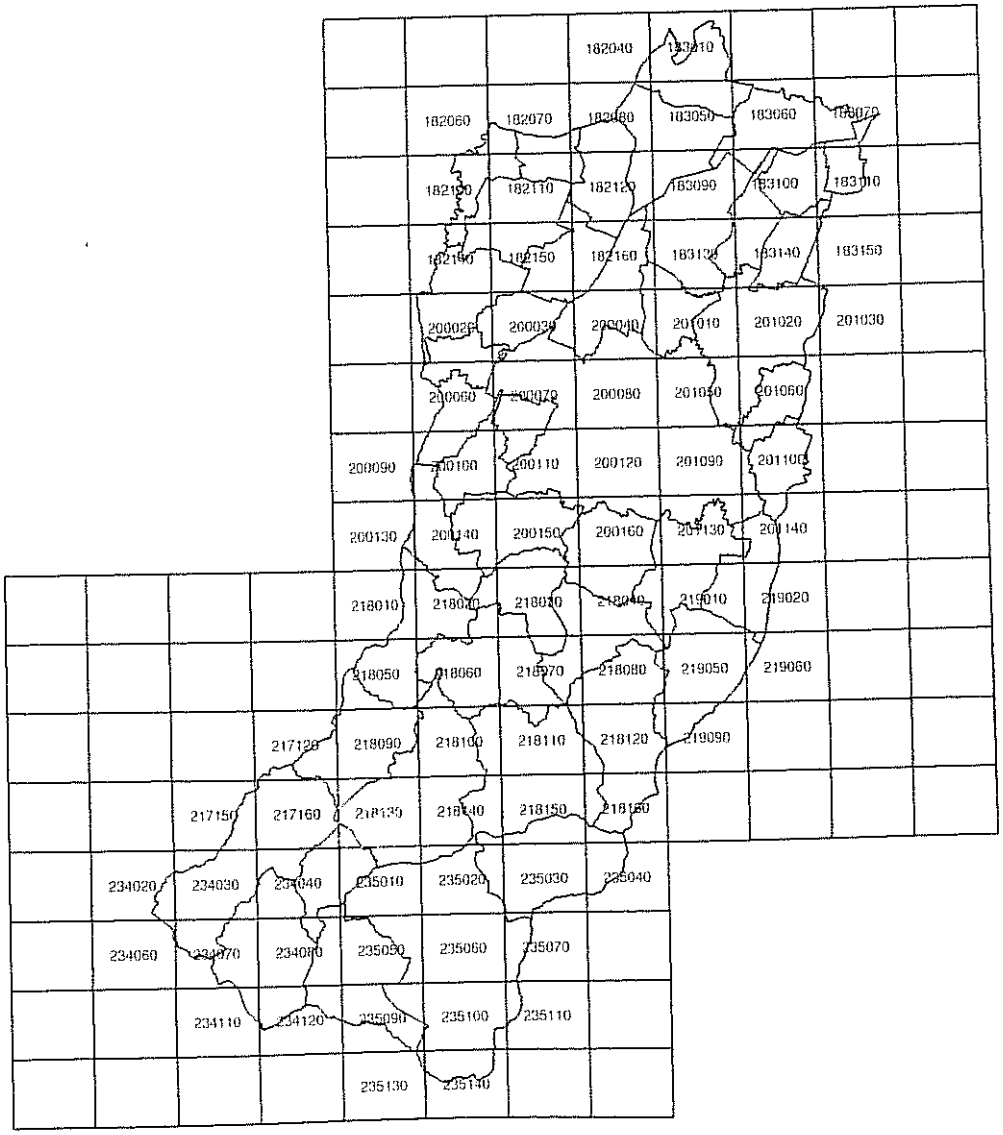
Regione Emilia-Romagna

Area Pianificazione e Tutela del Territorio
Servizio Pianificazione Territoriale e Difesa del Suolo

Sistema
Informativo
Territoriale

CARTA INVENTARIO DEL DISSESTO

Edizione 2003



Sezione 218130

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16/03/2004

LEGENDA


Deposito morenico (c1)


Deposito morenico rissiano (c3)


Deposito morenico wurmiano (c4)


Conoide in evoluzione


Conoide inattiva

Depositi di versante s.l. (a3)


Frana di crollo (a6)


Frana attiva (a1)


Frana quiescente (a2)


Frana quiescente parzialmente erosa (a2a)


Scivolamento in blocco (sb)


Frana stabilizzata


Deposito alluvionale in evoluzione (b1)

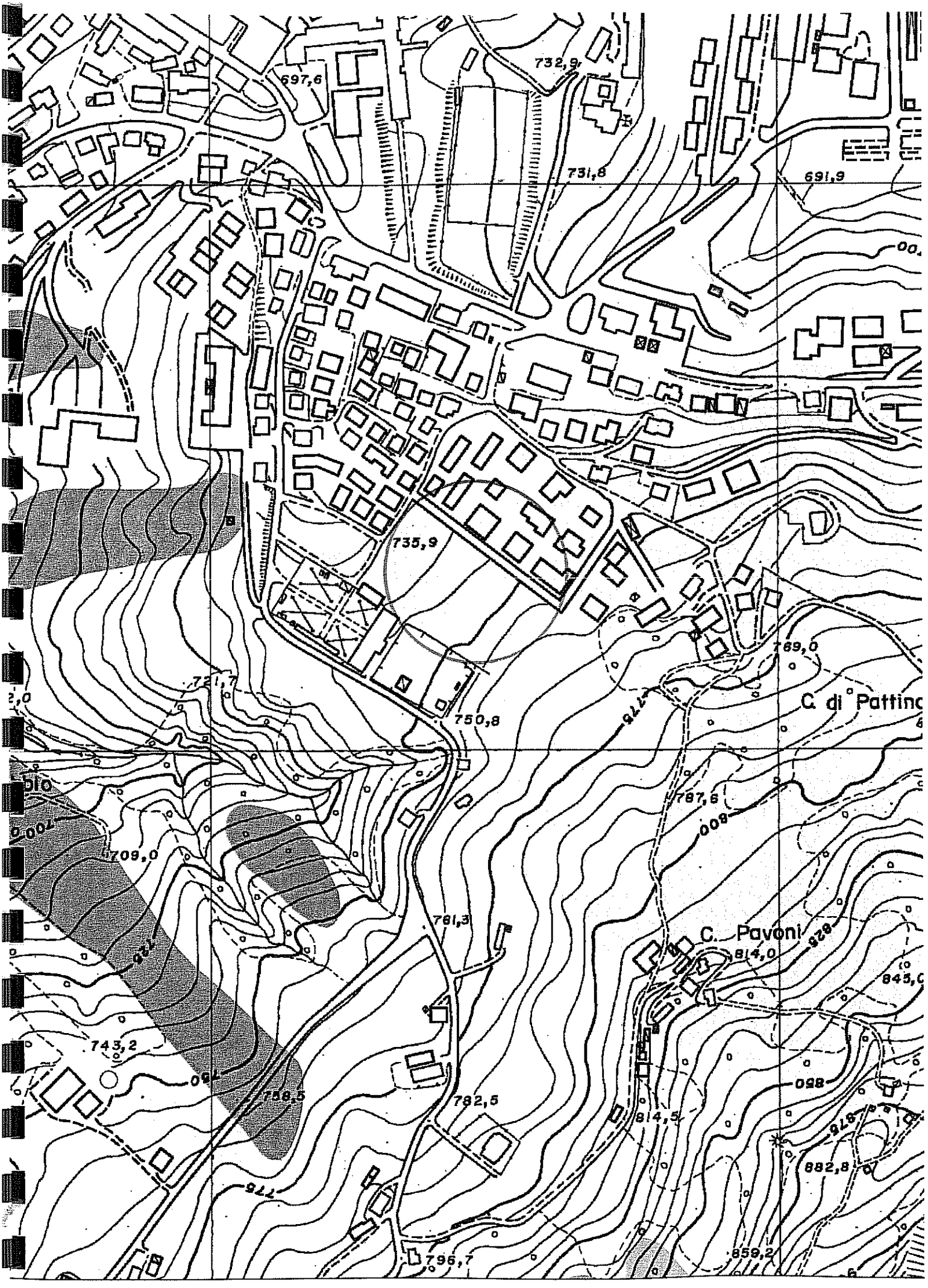

Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)


Deposito alluvionale terrazzato (b2)


Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)


Travertini

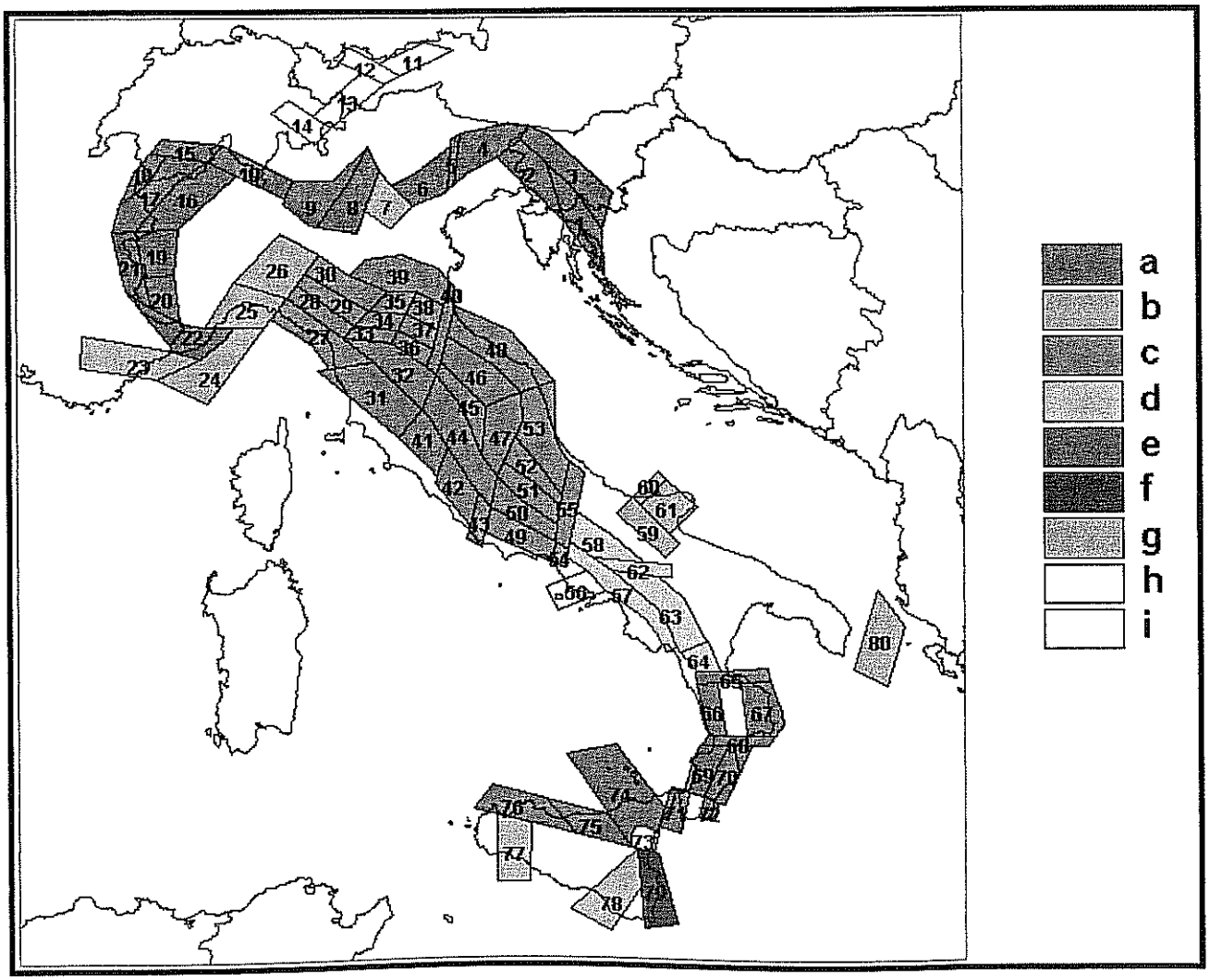

Accumulo di origine Antropica


697,6
732,9
731,8
691,9
735,9
721,7
750,8
769,0
C. di Pattino
787,6
781,3
C. Pavoni
814,0
743,2
788,5
782,5
814,5
882,8
796,7
859,2
709,0

SISMICITÀ DELL'AREA

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico. Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



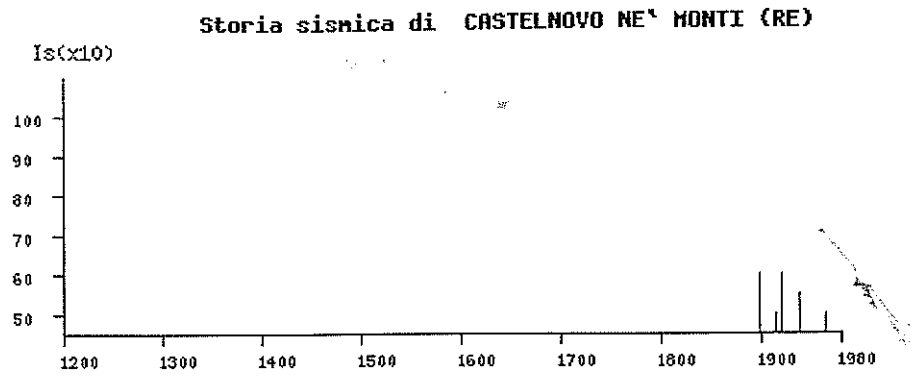
Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a PGA = 0.15g (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Osservazioni sismiche (12) disponibili per
CASTELNOVO NE' MONTI (RE) [44.435, 10.4]

Data	Effetti	in occasione del terremoto di:		
Ye Mo Da Ho Mi	Is (MCS)	Area epicentrale	Ix	Ms
1898 03 04	60	CALESTANO	70	47
1920 09 07 05 55	60	GARFAGNANA	100	65
1939 10 15 14 05	55	GARFAGNANA	70	49
1914 10 27 09 22	50	GARFAGNANA	70	58
1965 11 09 15 35	50	ALTA V. SECCHIA	50	48
1972 10 25 21 56	40	PASSO CISA	50	47
1971 07 15 01 33	35	PARMENSE	80	54
1885 02 26 20 48	F	SCANDIANO	60	44
1904 11 17 05 02	30	PISTOIESE	70	50
1936 10 18 03 10	30	BOSCO CANSIGLIO	90	58
1899 06 26 23 18	NF	PISTOIESE	75	50
1980 11 23 18 34	NF	IRPINIA-LUCANIA	100	69

Intendendo con I_s l'intensità al sito moltiplicata per 10 (ricordando che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8 indicando incertezza fra i due valori interi non valori intermedi di intensità).



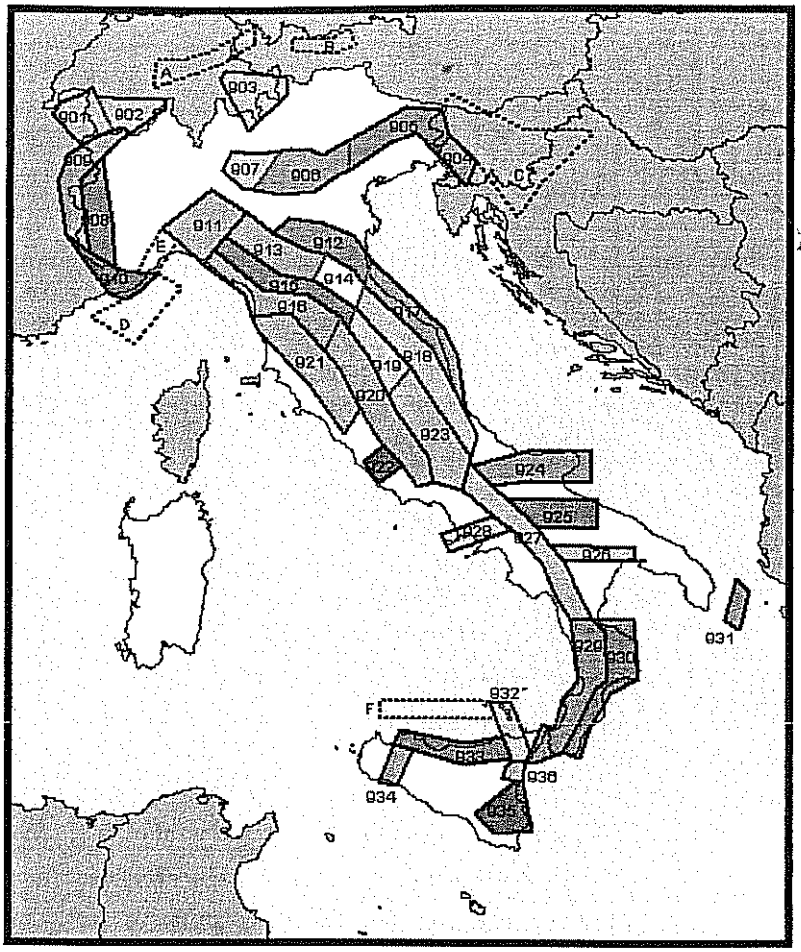
La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, di recente adozione, ha aggiornato la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Castelnovo ne' Monti, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso sud, con la zona 915 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio di Castelnovo ne' Monti è stato riconfermato in zona Z2 a media sismicità, classificazione che gli era stata già attribuita con il D.M. del 23/7/1983.

Con l'aggiornamento delle località sismiche, la zona in esame è stata quindi riconfermata nelle aree a sismicità di secondo grado con S = 9; di conseguenza, gli interventi edilizi devono rispettare le disposizioni delle leggi n° 1684 del 25/11/1962 e n° 64 del 2/2/1974 oltre al D.M. 19/06/1984 e successive modifiche, che normano le tecniche costruttive in zone dichiarate sismiche.

In fase transitoria di applicazione della normativa sismica, come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24710/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di media sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.25.



Zonazione sismogenetica ZS9

L'Ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altre due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

In ottemperanza con quanto prescritto dalla normativa, si è pertanto proceduto all'esecuzione di un sondaggio sismico. La prospezione geofisica è stata effettuata utilizzando un sismografo a 24 canali prodotto dalla Ditta PASI di Torino attrezzato con 24 geofoni orizzontali di ricezione, dotati di preamplificatori di segnale, disposti ad interasse di 2 m l'uno dall'altro.

L'indagine, effettuata applicando il metodo della tomografia sismica a rifrazione, ha consentito di analizzare, nei primi 30 m, la velocità delle onde di taglio (S). Le onde S, analogamente a quelle

di compressione (P), non sono dispersive e si propagano anche in mezzi perfettamente omogenei inducendo deformazioni puramente distorsionali. Gli elementi di volume investiti dall'onda vibrano in direzione perpendicolare rispetto alla direzione di propagazione.

Nella fattispecie, il sondaggio ha accertato la presenza di tre strati e ad ognuno di essi, mediante l'ausilio dell''apposito programma di calcolo Winsism 8, è stata attribuita la velocità delle onde di taglio S. Le velocità, come è del resto abbastanza normale, aumentano con la profondità (cf. tabelle e diagrammi proposti in allegato).

La valutazione del valore V_{S30} viene quindi ottenuta mediante l'utilizzo della seguente relazione:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,n} \frac{hi}{vi}}$$

dove:

hi = spessore dello strato iesimo, m

vi = velocità onde di taglio strato iesimo, m/sec

Alle estremità e al centro dello stendimento sono stati ottenuti i seguenti valori:

SHOT B – T2	SHOT C – T3	SHOT D – T4
V_{S30} = 400.1 m/sec	V_{S30} = 311.5 m/sec	V_{S30} = 329.4 m/sec

Da cui se ne deduce una velocità media :

$$V_{S30} = 347 \text{ m/sec}$$

Dalla relazione di bilancio energetico tra l'energia del penetrometro statico (CPT) e della prova di penetrazione codificata SPT, risulta che il primo sottosuolo, quanto meno sino alla profondità raggiunta dalle indagini dirette appositamente effettuate, è contraddistinto da:

$N_{SPT} = q_c/\alpha = 4 \div 5$, negli strati superficiali (deposito da geliflusso) - $20 \div 30$ in profondità (torbiditi arenaceo-pelitiche) e mediamente $c_u = q_c/20 = 4200/20 = 210$ *kPa*

Il suolo di fondazione può essere pertanto assimilato alla *categoria C di azione sismica* "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argilla di media consistenza", caratterizzati da valori V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s, ($15 < N_{SPT} < 50.70$ $c_u < 250$ kPa).

Al territorio di Castelnovo ne' Monti, con l'Ordinanza PCM n° 3274 classificato sismico di categoria II (media sismicità), deve essere attribuito un grado di sismicità pari a S = 9, dal quale ne deriva un coefficiente di intensità sismica C = 0.07. Come coefficiente sismico di fondazione, già prescritto dalla vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996), si potrà adottare il valore di $\varepsilon = 1$. Non siamo infatti in presenza di quelle condizioni litostratigrafiche particolari caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori per cui la normativa prevede di assumere $\varepsilon = 1.3$.

Occorre altresì sottolineare che sempre in conformità con quanto specificato al punto D3 del D.M. LL.PP. 11/3/1988, in assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di sabbie limose e sabbie sature d'acqua, sono da escludere, in concomitanza con eventi di tipo sismico, fenomeni di liquefazione del terreno.

METODOLOGIA D'INDAGINE

Al fine di acquisire utili indicazioni sulla natura del primo sottosuolo si è proceduto all'esecuzione di un sondaggio di tomografia sismica a rifrazione e, lungo il medesimo allineamento (cf. ubicazione in allegato a grafici e tabelle indagini), sempre utilizzando la tecnica della sismica a rifrazione, alla realizzazione del già citato sondaggio sismico a rifrazione che ha consentito di acquisire il valore del Vs30 di supporto per la determinazione della categoria sismica.

I *sondaggi sismici,* come accennato nel precedente capitolo, sono stati effettuati con un'apparecchiatura prodotta dalla Ditta PASI di Torino impiegando il metodo della tomografia sismica a rifrazione che consiste nel creare delle onde sismiche che si propagano nel primo sottosuolo con una velocità che dipende dalle caratteristiche di elasticità dei terreni. L'elaborazione dei dati è stata effettuata mediante il programma Winsism 8. Nelle tavole in allegato vengono riportate:

- la tabella dei dati con indicate le distanze tra i ricevitori (geofoni), lo spessore degli strati e la profondità del substrato, il cosiddetto "bed rock";
- i grafici che si ottengono indicando in ascisse le distanze in superficie dal punto di esplosione ed in ordinate i tempi dei percorsi corrispondenti, più semplicemente chiamati grafici delle "dromocrone";
- i profili che visualizzano gli strati e riportano le velocità di propagazione, in m/sec, delle onde sismiche.
- per quanto concerne l'indagine per la determinazione del Vs30, la tabella che visualizza lo spessore e la velocità di propagazione delle onde

Le *prove penetrometriche* sono state invece realizzate mediante l'ausilio di un penetrometro dinamico pesante in versione carrellata. Nei tabulati di calcolo allegati, oltre al numero di colpi (N) necessari per l'avanzamento di 20 cm della punta, sono stati riportati i valori, calcolati

mediante elaborazione automatica dei dati, delle resistenze penetrometriche dinamiche alla punta (Rpd), espresse in Kg/cmq.

In una seconda tavola, gli stessi dati vengono inoltre visualizzati da specifici diagrammi.

Viene inoltre fornita un'elaborazione statistica dei dati e riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (densità relativa = Dr, angolo di attrito interno efficace = ϕ', modulo di deformazione non drenato = E', peso di volume saturo = Ysat e secco = Y, per i materiali di natura granulare; coesione non drenata = Cu, peso di volume saturo = Ysat, contenuto in acqua = W ed indice dei vuoti = e, per quelli di natura coesiva).

Le elaborazioni sopra citate, fornite in allegato ed effettuate mediante un programma di calcolo automatico, fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi autori.

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE AMMISSIBILE SUL TERRENO

In assenza delle caratteristiche strutturali dei fabbricati che potranno essere realizzati nei vari lotti, si ritiene opportuno proporre, in via preliminare, una duplice valutazione delle caratteristiche geomeccaniche e della pressione massima ammissibile sul terreno alle profondità di 1 m dal p.c. e, nell'ipotesi di piani interrati, a 3 m dal p.c.

A) Fondazioni a 1 m dal p.c.

Le seguenti valutazioni vengono effettuate a supporto di fondazioni con piano d'appoggio delle stesse alla profondità minima di 1 m dalla quota dell'attuale piano campagna. A questa profondità, in funzione di una resistenza penetrometrica media di 10 Kg/cmq, può essere così valutata la resistenza al taglio in sito del materiale:

$$Cu = 10/20 = 0.5 \text{ Kg/cmq} = 5 \text{ t/mq}$$

Attribuendo al terreno un angolo di attrito interno di 15° si può ottenere il seguente valore della coesione:

$$c = 5 - 1.7 \times 1 \times 0.268 = 4.54 \text{ t/mq} = 0.454 \text{ Kg/cmq}$$

Il carico di rottura può essere invece valutato, in condizioni non drenate, in:

$$Pult. = 5.7 \times 5 + 1.7 \times 1 = 30.2 \text{ t/mq} = 3.02 \text{ Kg/cmq}$$

mentre la pressione limite di esercizio, ottenuta applicando il coefficiente di sicurezza richiesto dalla normativa, diviene:

$$Pamm. = 3.02 : 3 = 1.006 \text{ Kg/cmq}$$

che verrà assunta in 1 kg/cmq.

La verifica alle prime plasticizzazioni delle fondazioni (carico limite critico di Fröhlich), calcolata in condizioni non drenate, risulta:

$$Pc = 3.14 \times 5 = 15.7 \text{ t/mq} = 1.57 \text{ Kg/cmq}$$

$$Pc.u. = 1.57/1.1 = 1.427 \text{ Kg/cmq}$$

Pertanto, supposto di dimensionare le fondazioni in modo da soddisfare il Qa = Pamm. = 1 Kg/cmq, si ottiene che il coefficiente di sicurezza:

$$Sc = 1.427/1 = 1.427 > 1 \text{ e quindi accettabile.}$$

B) <u>Fondazioni a 3 m dal p.c.</u>

A questa profondità, in funzione di una resistenza penetrometrica media di 15 Kg/cmq, può essere così valutata la resistenza al taglio in sito del materiale:

$$Cu = 15/20 = 0.75 \text{ Kg/cmq} = 7.5 \text{ t/mq}$$

Attribuendo al terreno un angolo di attrito interno di 20° si può ottenere il seguente valore della coesione:

$$c = 5 - 1.7 \times 1 \times 0.364 = 3.14 \text{ t/mq} = 0.314 \text{ Kg/cmq}$$

Il carico di rottura può essere invece valutato, in condizioni non drenate, in:

$$Pult. = 5.3 \times 7.5 + 1.85 \times 3 = 45.3 \text{ t/mq} = 4.53 \text{ Kg/cmq}$$

mentre la pressione limite di esercizio, ottenuta applicando il coefficiente di sicurezza richiesto dalla normativa, diviene:

$$Pamm. = 4.53 : 3 = 1.51 \text{ Kg/cmq}$$

che verrà assunta in 1.5 kg/cmq.

La verifica alle prime plasticizzazioni delle fondazioni (carico limite critico di Fröhlich), calcolata in condizioni non drenate, risulta:

$$Pc = 3.14 \times 7.5 = 23.55 \text{ t/mq} = 2.355 \text{ Kg/cmq}$$

$$Pc.u. = 2.355/1.1 = 2.14 \text{ Kg/cmq}$$

Pertanto, supposto di dimensionare le fondazioni in modo da soddisfare il Qa = Pamm. = 1.5 Kg/cmq, si ottiene che il coefficiente di sicurezza:

$$Sc = 2.14/1.5 = 1.427 > 1$$ e quindi accettabile.

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Le indagini effettuate hanno accertato che il primo sottosuolo si caratterizza per la presenza di una coltre detritica in prevalente matrice pelitica (depositi da geliflusso) della potenza di 3÷4 m, 5 m all'altezza dell'indagine DIN1, che ricopre torbiditi arenaceo-pelitiche della Formazione di Ranzano. L'indagine sismica appositamente effettuata longitudinalmente al pendio ha altresì evidenziato un modesto grado di alterazione della roccia, nei primi metri al di sotto della coltre di ricoprimento. In profondità, mediamente a -8 m dal p.c (oltre 10 m nella zona centrale dello stendimento), la roccia è invece compatta se è vero che i valori di velocità sismica sono superiori a 2.000 m/sec. Le buone caratteristiche del substrato garantiscono altresì un assetto sufficientemente stabile del pendio; in direzione del sottostante avvallamento inciso dal Rio Dorgola non vengono infatti segnalati, sia dalla carta del PAI sia dalla più recente Carta dell'Inventario del Dissesto, movimenti gravitativi di una certa entità. Sempre in merito alla stabilità del pendio, occorre sottolineare come la Carta del Dissesto abbia cartografato i depositi da geliflusso come "depositi di versante s.l." declassificando giustamente questi terreni in precedenza inglobati sulla carta del PAI

nelle cosiddette "frane quiescenti". Il pendio e, nella fattispecie, anche i terreni in oggetto, possono essere quindi valutati sufficientemente stabili e quindi idonei all'attuazione di interventi edilizi con relativa modesta incidenza sul terreno (case singole, abbinate, maisonettes) conformi con le disposizioni della vigente normativa. I nuovi fabbricati potranno essere posizionati su fondazioni superficiali su trave; è tuttavia opportuno che i carichi vengano equamente distribuiti sulle varie strutture portanti. Verifiche effettuate sulla base dei parametri geomeccanici del terreno acquisiti con le indagini, consentono altresì di ipotizzare il dimensionamento di future fondazioni impostate a profondità relativamente contenute, mai però inferiori a 1 m dal p.c, in 1 Kg/cmq. Ciò deve essere messo in relazione alla presenza di livelli in cui la frazione pelitica, in prevalenza limi ed argille anche ad elevata componente organica, presenta modeste caratteristiche geomeccaniche. Qualora invece le nuove strutture prevedano la realizzazione di piani completamente interrati sarà invece possibile impostare le nuove basi d'appoggio su terreni che normalmente hanno un più elevato grado di consolidazione per cui sarà possibile, previa però attenta verifica supportata da specifiche indagini, dimensionare le nuove fondazioni in funzione di una pressione massima ammissibile sul terreno di 1.5 Kg/cmq. Vista la presenza di roccia già a limitata profondità, il *coefficiente di fondazione* "ε" può essere assunto uguale a 1.

Nel corso delle indagini non è stata accertata presenza d'acqua, non se ne esclude tuttavia il ristagno al passaggio con il substrato, durante le stagioni piovose o in concomitanza con il disgelo. Al fine di limitare l'ammollimento del terreno alla base delle fondazioni dovranno pertanto essere previsti dreni di guardia a monte delle strutture interrate. Le acque così raccolte, come pure tutte quelle di scarico, dovranno quindi essere allontanate, utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta, in direzione della rete drenante principale.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto e delle disposizioni delle leggi vigenti, siano esse nazionali che regionali (D.M. 14/09/2005, D.G.R. 1677/2005, D.M. LL.PP. 11/3/1988, Circ.LL.PP. n° 30483 del 24/9/1988, L.R. n° 47 del 07/12/1978, Circ.Reg. n° 1288 dell'11/2/1983), che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del

terreno, nonché ai sensi dell'O.P.C.M. n° 3274/2003 e successive modifiche ed integrazioni, secondo cui il suolo di fondazione può essere assimilato alla *categoria C di azione sismica* "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argilla di media consistenza", caratterizzati da valori V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s, $15 < N_{SPT} < 50.70$ $c_u < 250$ kPa, si attesta l'idoneità del terreno ai fini edilizi e si concede quindi parere geologico favorevole.

Scandiano, giugno 2006



DIAGRAMMI E TABELLE INDAGINI

A) **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**
(realizzate con penetrometro dinamico pesante DPH in versione carrellata)

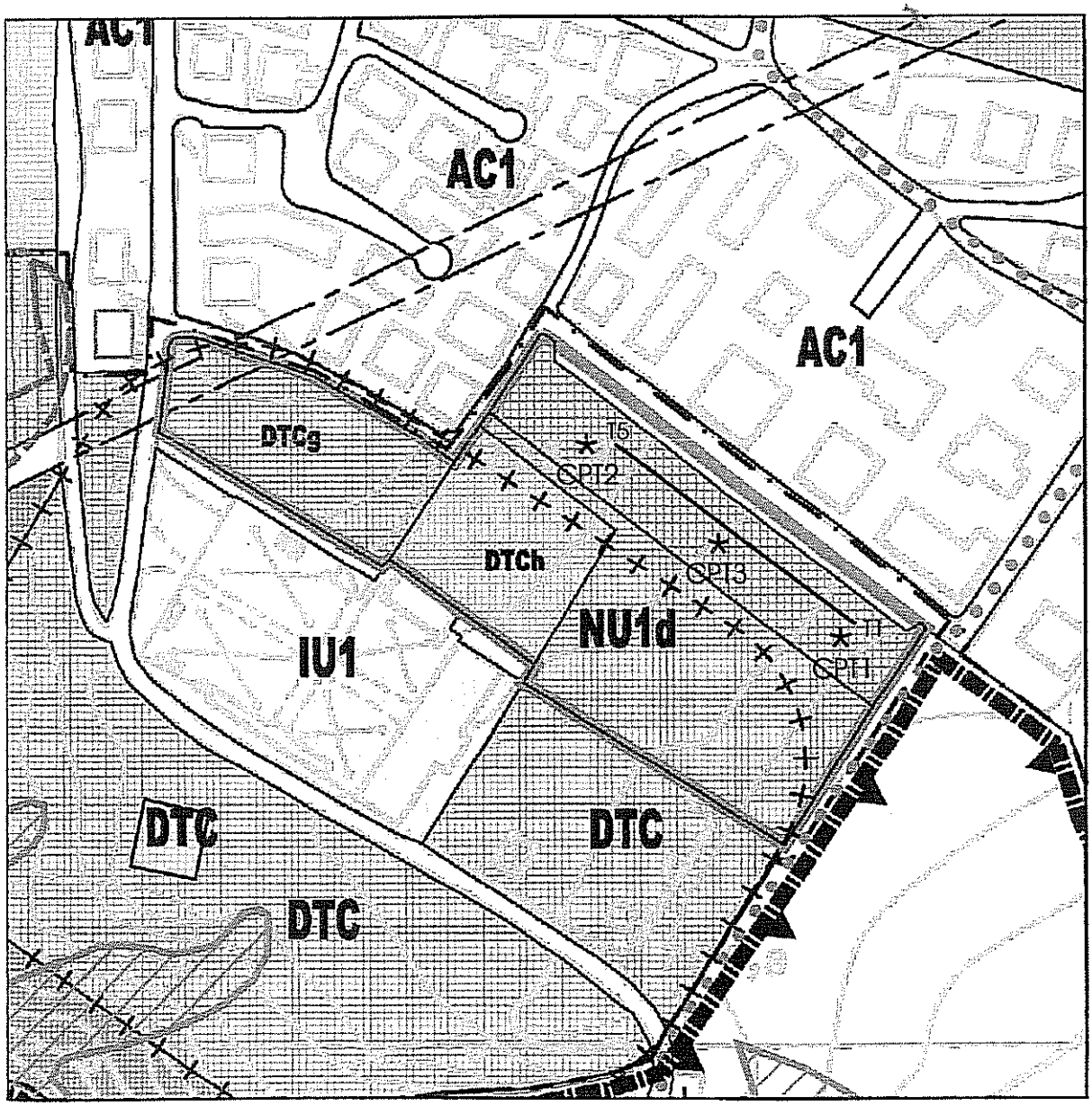
B) **TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE**
(eseguita con sismografo PASI 16SG12)

C) **TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE PER LA DETERMINAZIONE DEL Vs30**
(eseguita con sismografo PASI 16SG12)

STRALCIO DI PSC

* PROVE PENETROMETRICHE STATICHE

——— SONDAGGI DI TOMOGRAFIA SISMICA



(SCALA 1 : 2.000)

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIAGRAMMI NUMERO COLPI ALLA PUNTA – Rpd

DIAGRAMMI RESISTENZA DINAMICA ALLA PUNTA

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : DPH (Heavy)

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPH (Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M	=	50,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	=	0,50 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	=	0,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	=	43,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	=	15,00 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	=	90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	=	1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma	=	4,80 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	=	1,00 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	=	0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	=	N(20) ⇒ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO		
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	=	(MH)/(Aδ) = 8,33 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt	=	Q/Qspt = 1,064 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	4	30,4	1
0,20 - 0,40	5	38,0	1
0,40 - 0,60	7	53,2	1
0,60 - 0,80	12	91,2	1
0,80 - 1,00	8	60,8	1
1,00 - 1,20	8	55,9	2
1,20 - 1,40	7	48,9	2
1,40 - 1,60	8	55,9	2
1,60 - 1,80	12	83,9	2
1,80 - 2,00	6	41,9	2
2,00 - 2,20	5	32,3	3
2,20 - 2,40	7	45,3	3
2,40 - 2,60	8	51,8	3
2,60 - 2,80	6	38,8	3
2,80 - 3,00	6	38,8	3
3,00 - 3,20	5	30,1	4
3,20 - 3,40	4	24,1	4
3,40 - 3,60	6	36,1	4
3,60 - 3,80	7	42,1	4
3,80 - 4,00	6	36,1	4
4,00 - 4,20	5	28,2	5
4,20 - 4,40	9	50,7	5
4,40 - 4,60	7	39,4	5
4,60 - 4,80	5	28,2	5
4,80 - 5,00	5	28,2	5
5,00 - 5,20	5	26,4	6
5,20 - 5,40	10	52,9	6
5,40 - 5,60	15	79,3	6
5,60 - 5,80	30	158,6	6

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH (Heavy)**
- M (massa battente)= **50,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **15,00** cm² - D(diam. punta)= **43,70** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

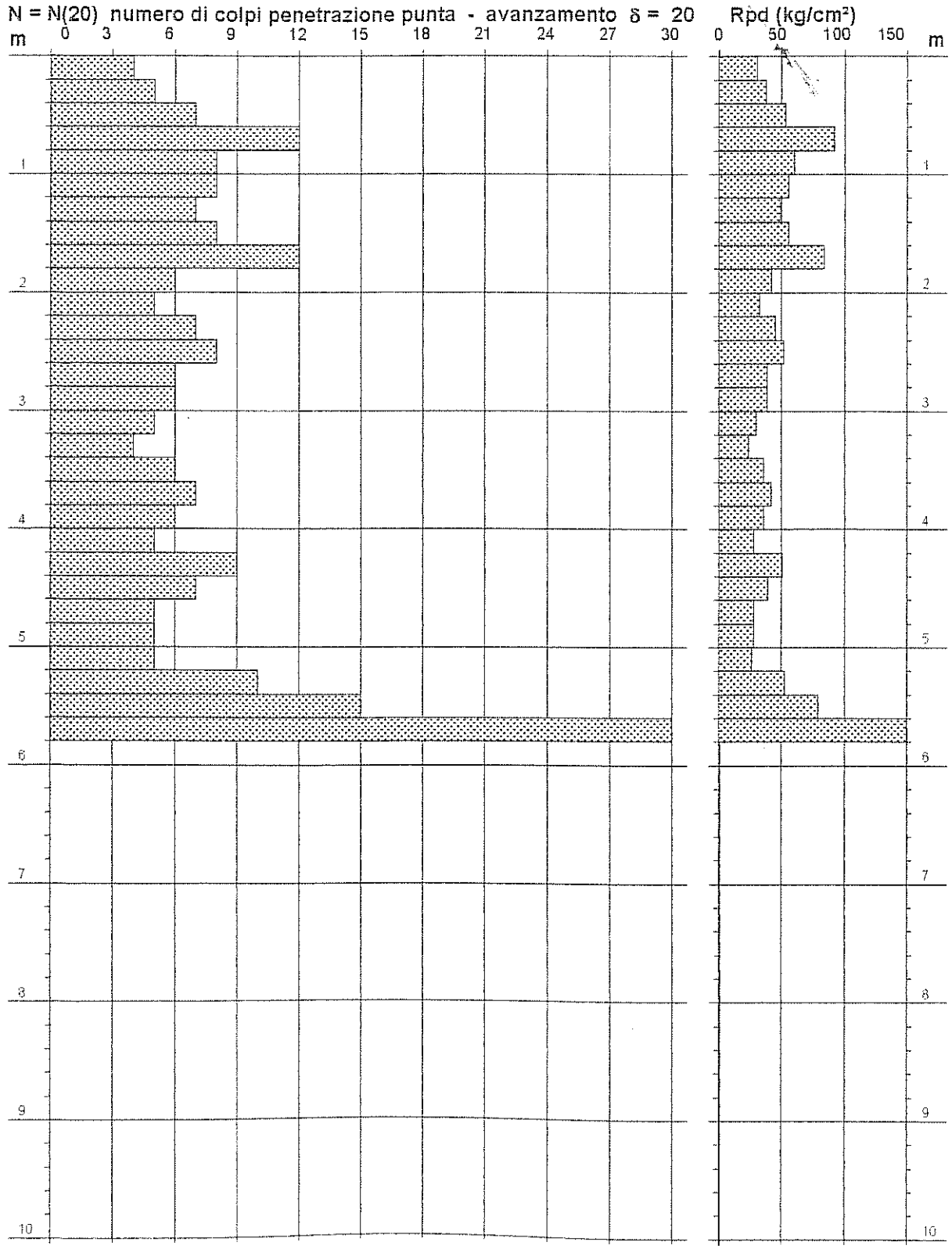
Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA — DIN 1

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

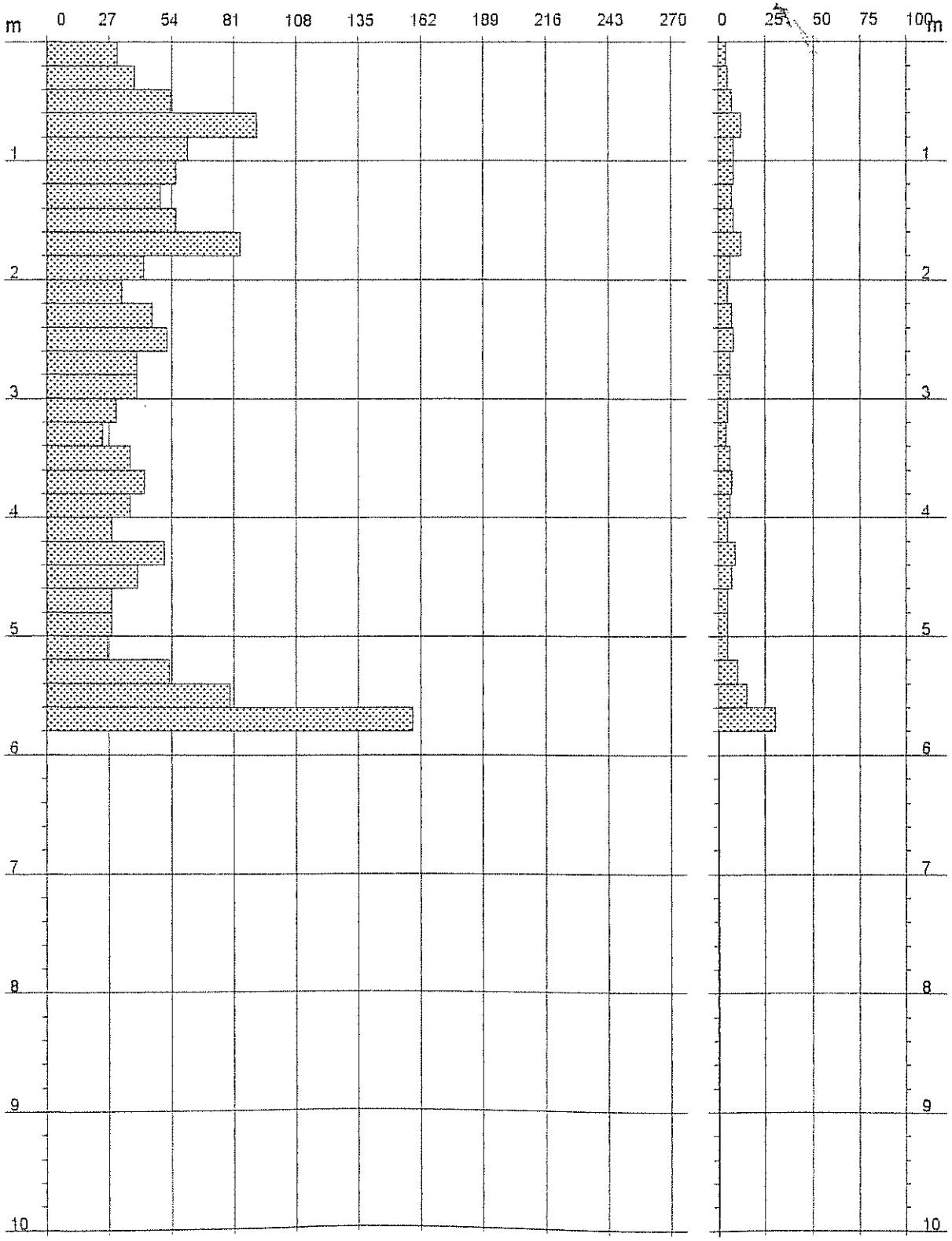
Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA — DIN 1
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi δ = 20



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,40	N	4,5	4	5	4,3	---	---	---	4	1,06	4
			Rpd	34,2	30	38	32,3	---	---	---	30		
2	0,40	5,20	N	6,8	4	12	5,4	2,0	4,8	8,9	7	1,06	7
			Rpd	44,5	24	91	34,3	16,9	27,6	61,5	46		
3	5,20	5,80	N	18,3	10	30	14,2	---	---	---	18	1,06	19
			Rpd	96,9	53	159	74,9	---	---	---	95		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,06) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.40	Terreno vegetale	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	0.40	5.20	Deposito da geliflusso	7	25.0	28.8	245	1.90	1.45	0.44	1.86	36	0.972
3	5.20	5.80	Torbiditi arenaceo-pelitiche	19	48.5	32.7	338	1.98	1.58	1.19	2.01	26	0.687

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	4	30,4	1	2,00 - 2,20	5	32,3	3
0,20 - 0,40	5	38,0	1	2,20 - 2,40	4	25,9	3
0,40 - 0,60	5	38,0	1	2,40 - 2,60	6	38,8	3
0,60 - 0,80	5	38,0	1	2,60 - 2,80	6	38,8	3
0,80 - 1,00	4	30,4	1	2,80 - 3,00	5	32,3	3
1,00 - 1,20	4	28,0	2	3,00 - 3,20	7	42,1	4
1,20 - 1,40	4	28,0	2	3,20 - 3,40	6	36,1	4
1,40 - 1,60	4	28,0	2	3,40 - 3,60	20	120,4	4
1,60 - 1,80	4	28,0	2	3,60 - 3,80	30	180,6	4
1,80 - 2,00	4	28,0	2	3,80 - 4,00	40	240,8	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH (Heavy)**
- M (massa battente)= **50,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **15,00** cm² - D(diam. punta)= **43,70** mm
- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

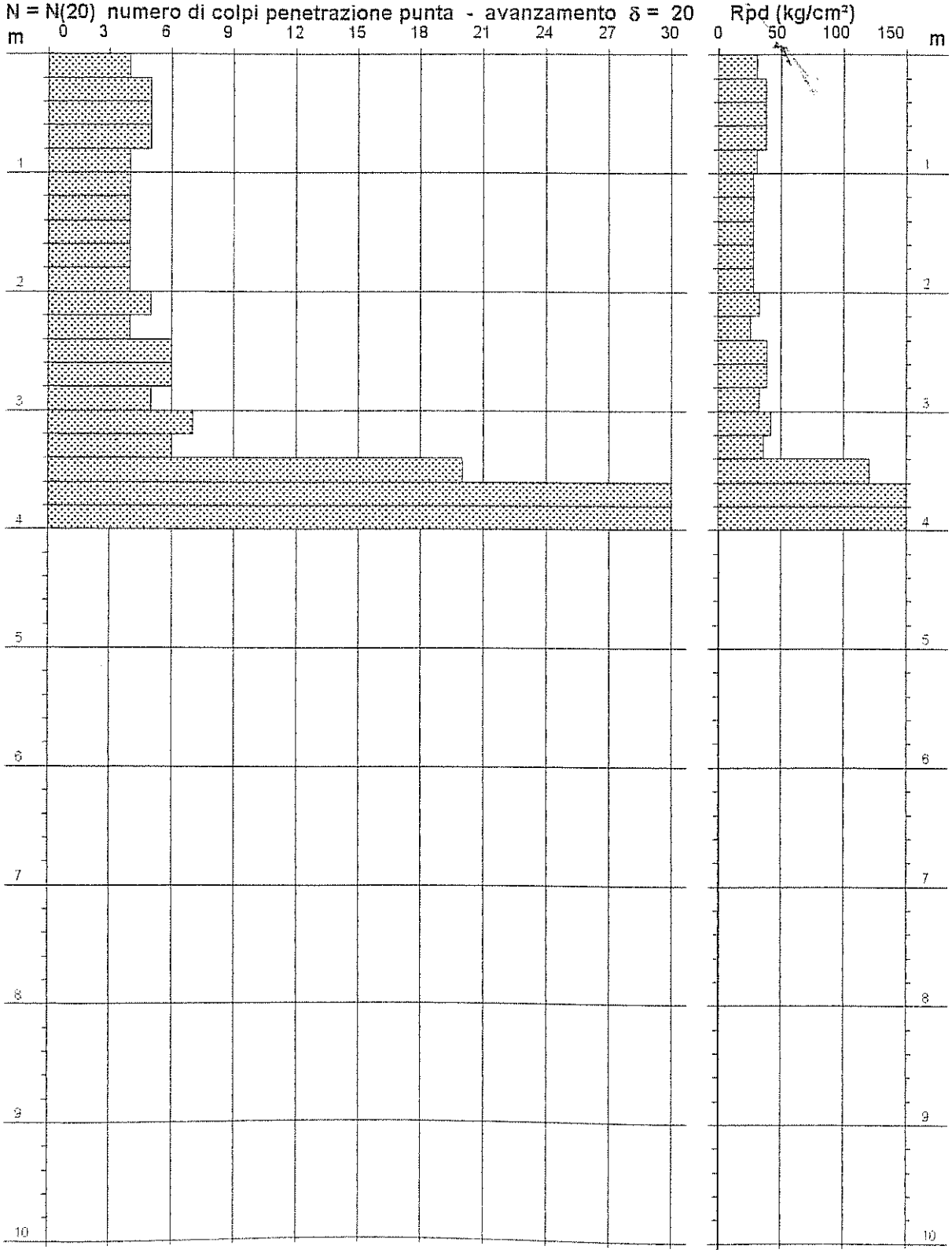
Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 2

DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

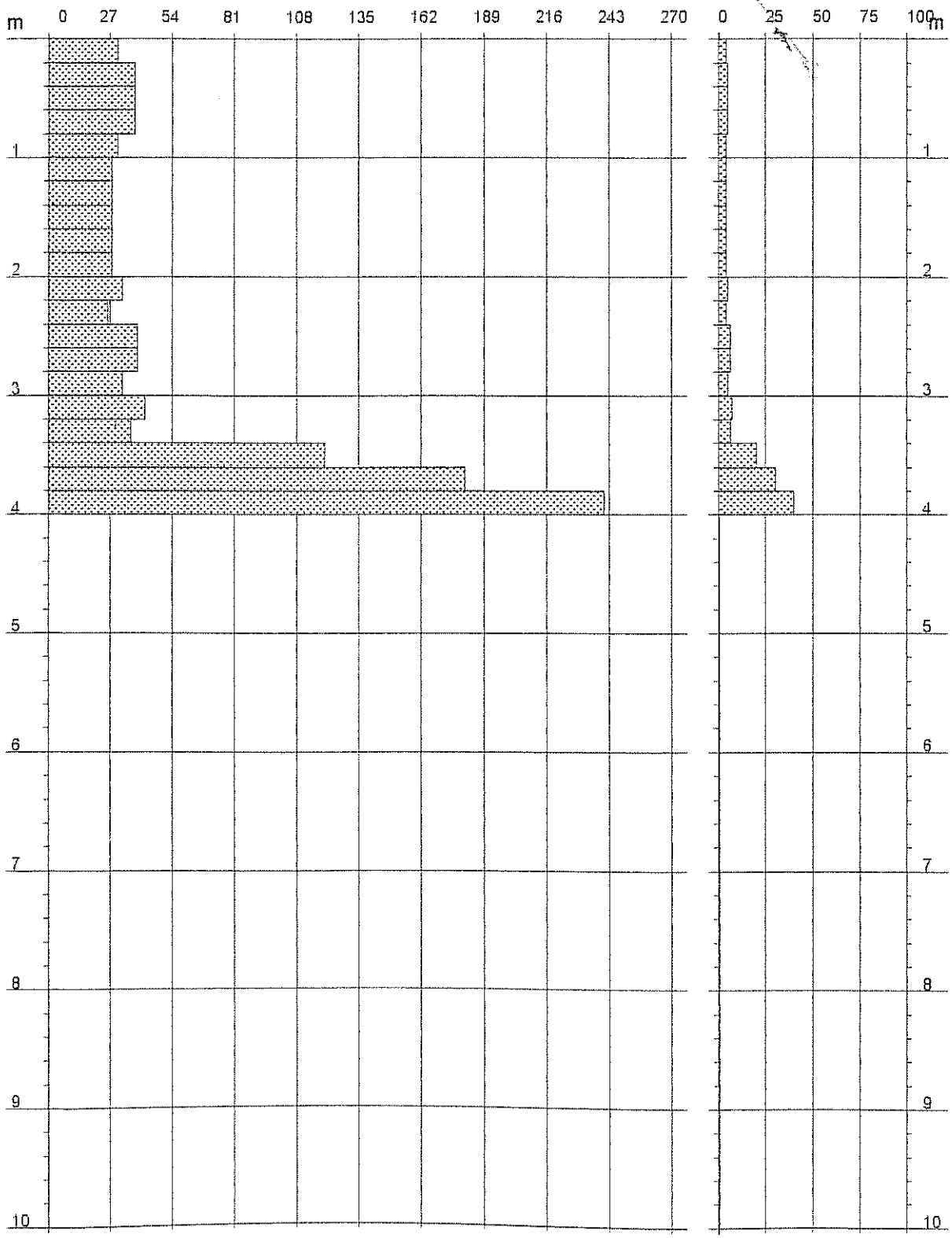
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 2

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi δ = 20



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	4,7	4	5	4,3	----	----	----	5	1,06	5
			Rpd	35,5	30	38	32,9	----	----	----	38		
2	0,60	3,40	N	4,9	4	7	4,4	1,0	3,8	5,9	5	1,06	5
			Rpd	32,5	26	42	29,2	5,3	27,2	37,8	33		
3	3,40	4,00	N	30,0	20	40	25,0	----	----	----	30	1,06	32
			Rpd	180,6	120	241	150,5	----	----	----	181		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,06) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60	Terreno vegetale	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
2	0.60	3.40	Deposito da geliflusso	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	3.40	4.00	Torbiditi arenaceo-pelitiche	32	67.0	36.5	438	2.06	1.71	2.00	2.17	17	0.459

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 3
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	22,8	1	1,60 - 1,80	4	28,0	2
0,20 - 0,40	4	30,4	1	1,80 - 2,00	5	35,0	2
0,40 - 0,60	4	30,4	1	2,00 - 2,20	5	32,3	3
0,60 - 0,80	4	30,4	1	2,20 - 2,40	20	129,4	3
0,80 - 1,00	5	38,0	1	2,40 - 2,60	30	194,1	3
1,00 - 1,20	4	28,0	2	2,60 - 2,80	35	226,4	3
1,20 - 1,40	4	28,0	2	2,80 - 3,00	40	258,8	3
1,40 - 1,60	4	28,0	2				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH (Heavy)**
- M (massa battente)= **50,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **15,00** cm² - D(diam. punta)= **43,70** mm
- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

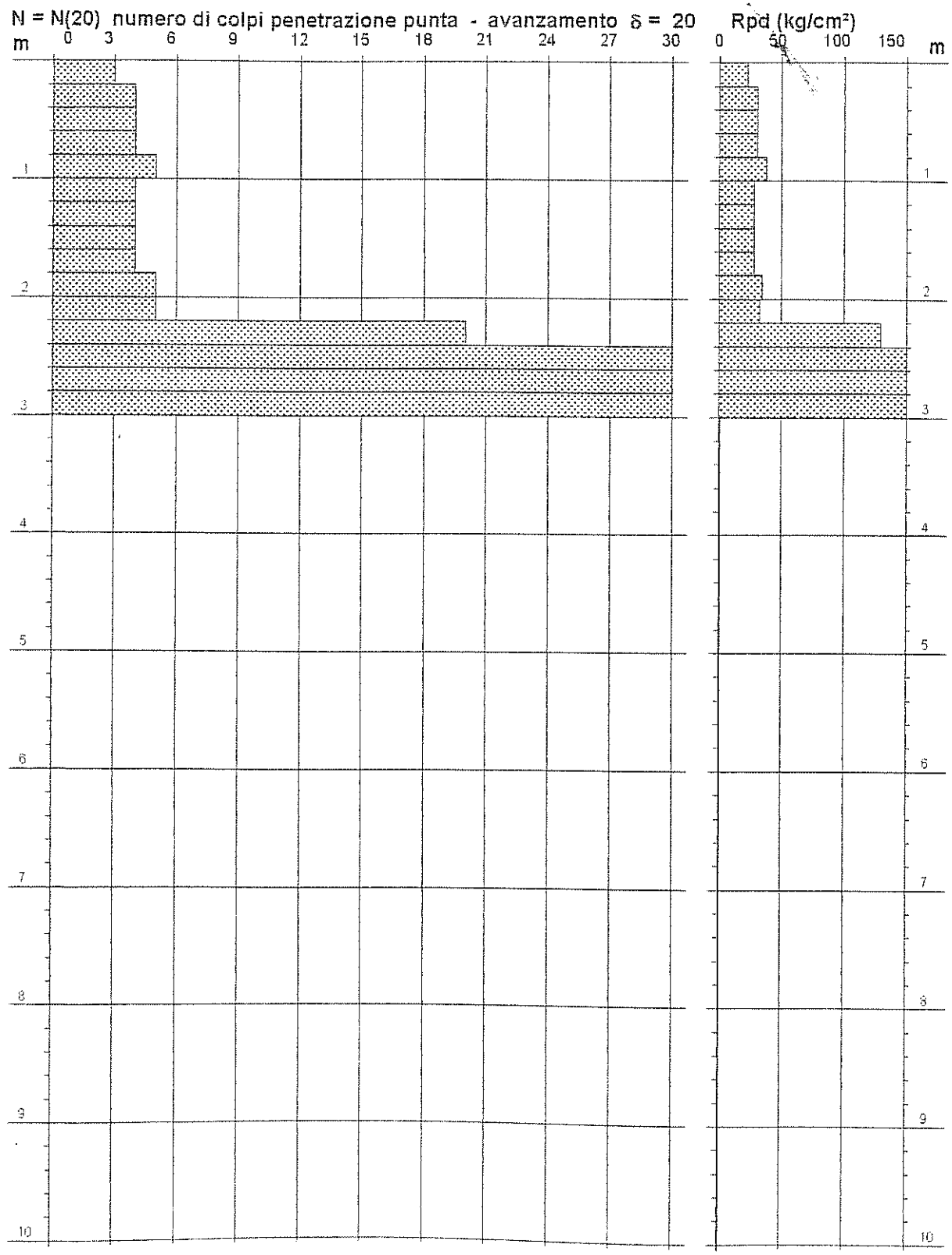
DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 3
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata
- note :		- pagina :	1



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

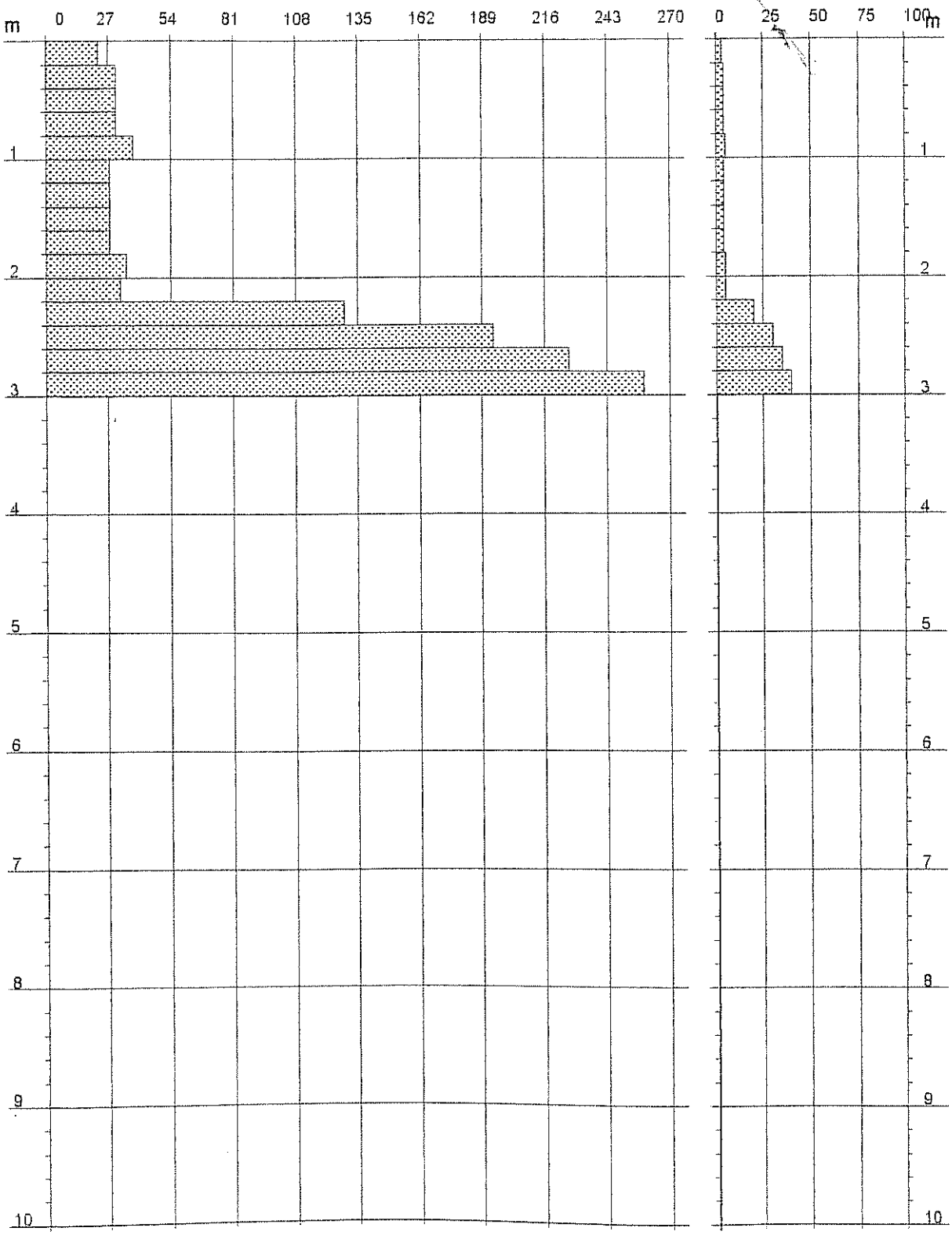
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA RESISTENZA DINAMICA PUNTA

DIN 3

Scala 1: 50

- committente :	Parrocchia di S. Maria Assunta	- data :	31/05/2006
- lavoro :	Richiesta di inserimento nel POC	- quota inizio :	p.c.
- località :	Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti	- prof. falda :	Falda non rilevata

Rpd (kg/cm²) Resistenza dinamica alla punta, formula "Olandese" N = N(20) n° colpi δ = 20



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 08-2006

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- committente : Parrocchia di S. Maria Assunta
- lavoro : Richiesta di inserimento nel POC
- località : Area NU.1d - Via U. Manfredi - Cast. ne' Monti
- note :
- data : 31/05/2006
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	3,7	3	4	3,3	----	----	----	4	1,06	4
			Rpd	27,9	23	30	25,3	----	----	----	30		
2	0,60	2,20	N	4,4	4	5	4,2	----	3,9	4,9	4	1,06	4
			Rpd	30,9	28	38	29,5	3,9	27,1	34,8	28		
3	2,20	3,00	N	31,3	20	40	25,6	----	----	----	31	1,06	33
			Rpd	202,2	129	259	165,8	----	----	----	200		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,06) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60	Terreno vegetale	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
2	0.60	2.20	Deposito da geliflusso	4	15.0	27.6	222	1.87	1.39	0.25	1.80	42	1.125
3	2.20	3.00	Torbiditi arenaceo-pelitiche	33	68.0	36.8	446	2.07	1.71	2.06	2.18	16	0.444

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

SISMICA A RIFRAZIONE

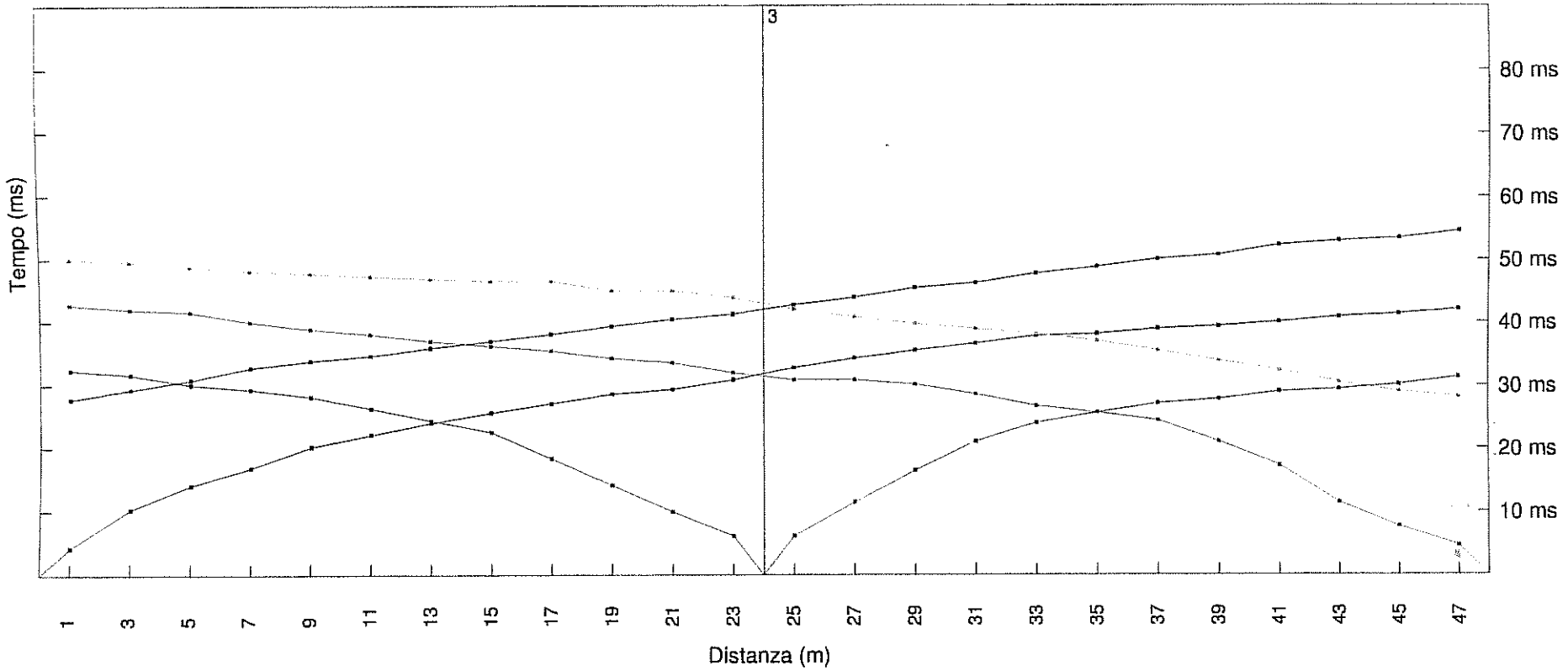
SISMOGRAFO: PASI 16SG12

Stendimento sismostratigrafico STRATIGRAFIA - ABC method depth computation
Località: via U. Manfredi - Castelnovo ne' Monti (RE)

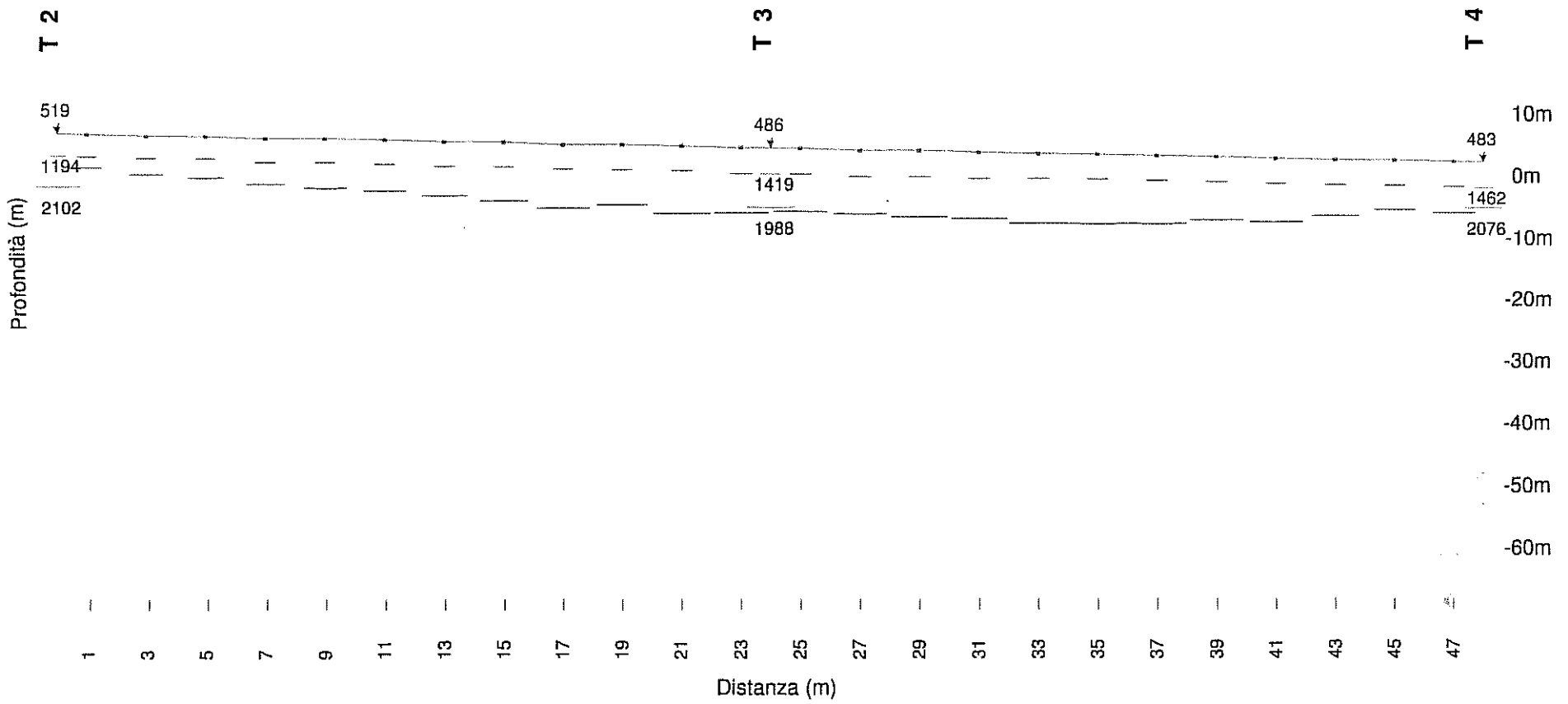
Receiver number																							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Receiver elevation																							
6.8	6.5	6.4	6.1	6	5.8	5.5	5.4	5.1	5	4.8	4.5	4.4	4.1	4	3.7	3.5	3.4	3.2	3	2.7	2.5	2.4	2.2
Receiver distance																							
1	3	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41	43	45	47
Layer 1 thickness																							
3.75	3.79	3.87	3.92	3.96	4.03	4.09	4.13	4.2	4.24	4.29	4.35	4.3	4.3	4.3	4.3	4.29	4.29	4.28	4.28	4.27	4.27	4.27	4.27
Layer 2 thickness																							
1.85	2.61	2.93	3.68	4.24	4.27	4.81	5.37	6.1	5.66	6.71	6.25	6.1	6	6.5	6.5	7.11	7.11	6.92	6.02	6.03	4.93	3.73	4.03
Bed rock depth																							
5.6	6.4	6.8	7.6	8.2	8.3	8.9	9.5	10.3	9.9	11	10.6	10.4	10.3	10.8	10.8	11.4	11.4	11.2	10.3	10.3	9.2	8	8.3

Committente: Parrocchia di Santa Maria Assunta - 31 maggio 2006

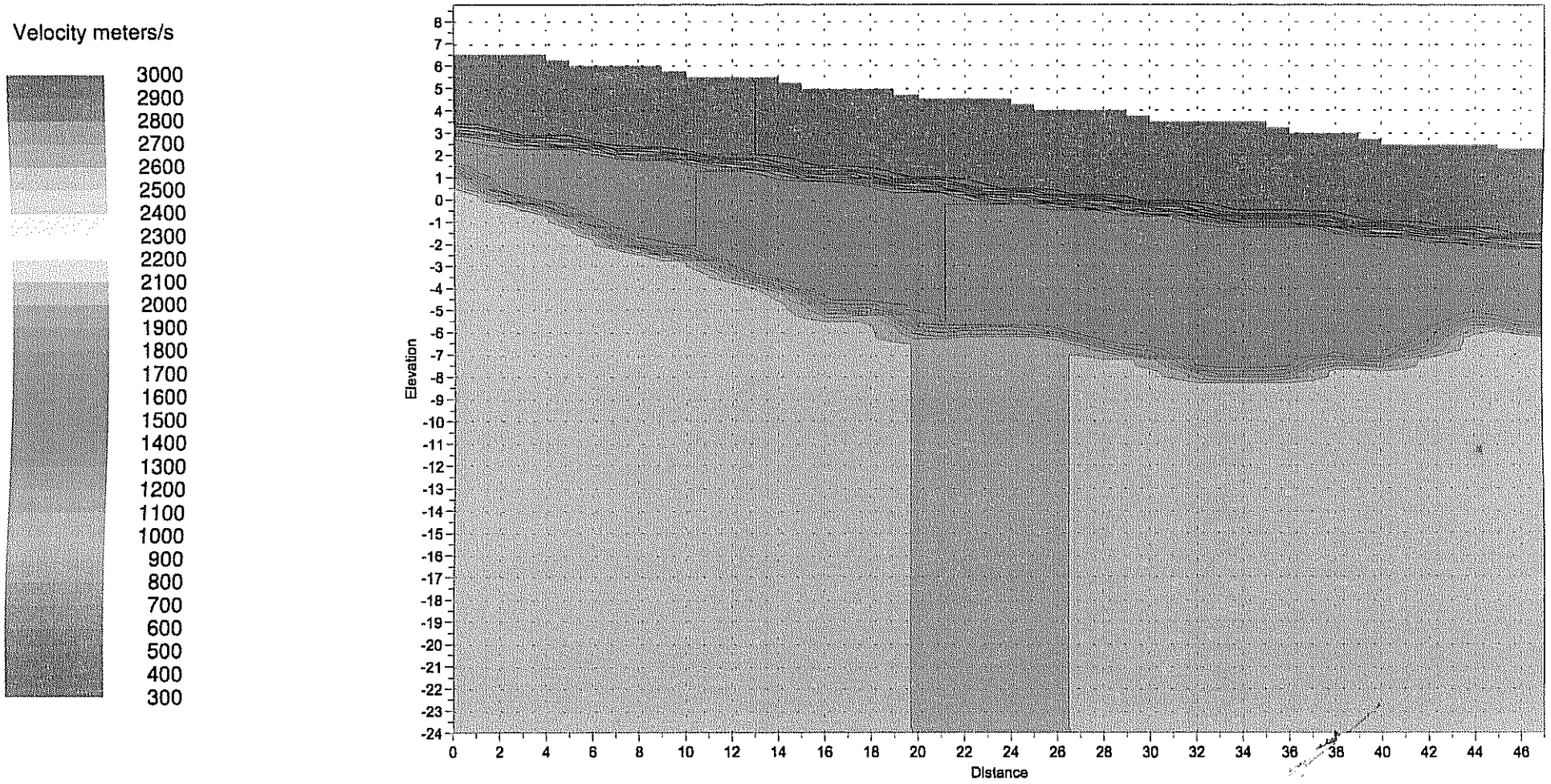
Profilo STRATIGRAFIA



Profilo STRATIGRAFIA



Stendimento sismostratigrafico STRATIGRAFIA - ABC method depth computation
Località: via U. Manfredi - Castelnovo ne' Monti (RE)



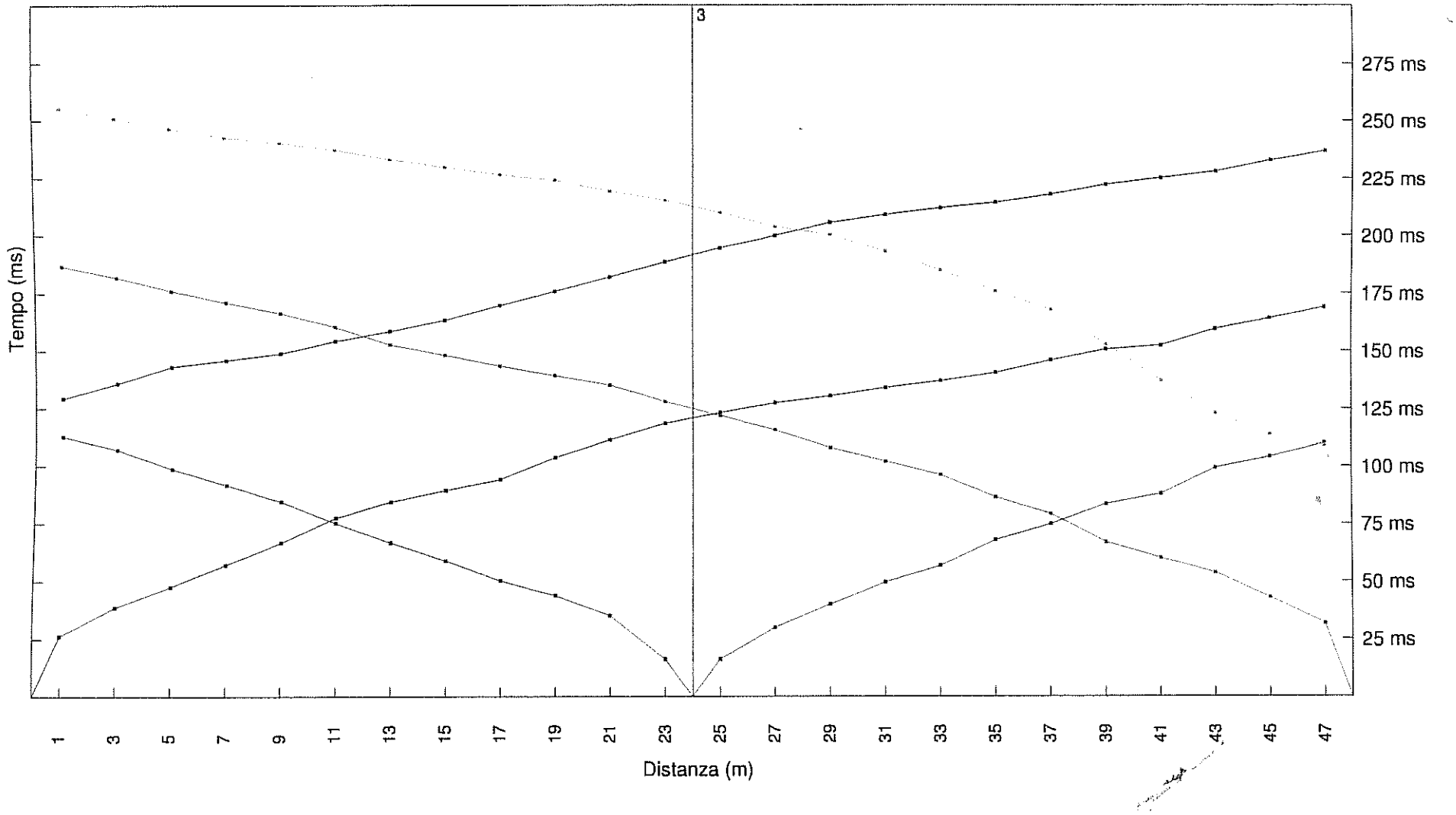
Committente: Parrocchia di Santa Maria Assunta - 31 maggio 2006

SISMICA A RIFRAZIONE

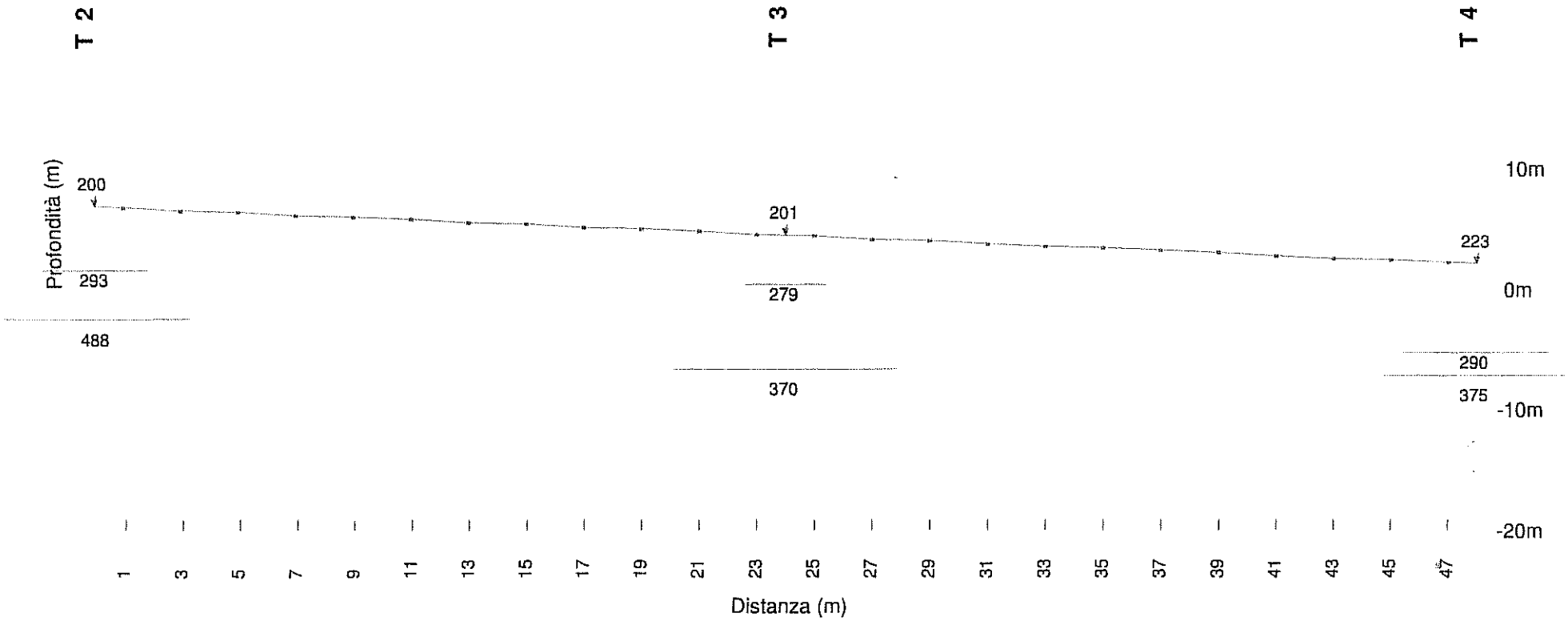
Determinazione del Vs30

SISMOGRAFO: PASI 16SG12

Profilo VS30



Profilo VS30



Dott. Stefano Righetti Geologo
via G. Giacosa, 7 - 42100 Reggio nell'Emilia
tel.: +39 0522 322516 - +39 340 8063931
C. Fisc. RGH SFN 62T22 H294N - P.IVA 01824240350

Località:	**Castelnovo ne' Monti**	data:	**31/05/06**
Committente:	**Parrocchia Santa Maria Assunta**	Cantiere:	**via U. Manfredi**
Tipo di prova:	**Determinazione Vs30 con sismica a rifrazione**	Stendimento n°	**Vs30**

	SHOT B - T2		SHOT C - T3		SHOT D - T4	
	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]	Profondità [m]	Velocità onde S [m/s]
		Vs_i		Vs_i		Vs_i
Base Strato 1	3.7	200	4.3	201	4.27	223
Base Strato 2	5.6	293	10.5	279	8.5	290
Base Strato 3	30	488	30	370	30	375
	h_i		h_i		h_i	
Spessore Strato 1	3.7		4.3		4.27	
Spessore Strato 2	1.9		6.2		4.23	
Spessore Strato 3	24.4		19.5		21.5	
Vs30 [m/s]		400.1		311.5		329.4

Formula per il calcolo della Vs30

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1}^{n} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

Dott. Emilio Schenetti – Geologo –
Via Debbia, 14 – 42010 S.Cassiano (RE) – Tel. 0522/844645

Comune di Castelnovo Ne' Monti
Località: Felina

Committente: Manfredi Manfredo

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

INDICE

1. PREMESSA pag. 1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO pag. 2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO pag. 2
4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA pag. 3
5. STABILITA' pag. 3
6. CARICHI AMMISSIBILI SUI TERRENI DI FONDAZIONE pag. 4
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 5

ALLEGATI

- TAV.1 - UBICAZIONE DELL'AREA
- TAV.2 - PLANIMETRIA CATASTALE
- TAV.3 - CARTA GEOLOGICA
- TAV.4 - CARTA DELLA STABILITA'
- TAV.5 - ESTRATTO DEL P.A.I.
- TAV.6 – ESTRATTO CARTA DEL DISSESTO
- TAV. 7- UBICAZIONE SONDAGGI
- DIAGRAMMI PENETROMETRICI

La presente relazione si compone di n°6 pagine e n°8 allegati.

Geo3005

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e geotecnica viene redatta su incarico del sig. Manfredi Manfredo di Felina, a corredo del progetto di un piano di lottizzazione in località Felina, Comune di Castelnovo Ne' Monti (RE).
Lo studio è eseguito secondo quanto previsto nel D.M. 11.03.'88 e nella circ. Ministero dei LL.PP. n°30483 del 24.09.'88, nonché dalle leggi della Regione Emilia Romagna in materia.
A tale fine è stato realizzato un rilievo diretto in campagna e si è provveduto a reperire la documentazione cartografica e di letteratura disponibili per definire l'andamento geologico e geomorfologico della zona.
Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni che ospiteranno le fondazioni degli edifici, in data 15/12/2005 sono state realizzate n.3 penetrometrie dinamiche con penetrometro dinamico superpesante (DPSH).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di edificazione è localizzata in Comune di Castelnovo Ne' Monti (RE), a nord dell'abitato della frazione di Felina, a margine della via che dalla località "Strada" porta a "Maiola" e circa un chilometro ad ovest della "Torre di Felina".
E' contraddistinta ai mappali n. 31 – 690 dei fogli catastali n°30 e 31 del Comune di Castelnovo Ne' Monti ed è localizzata ad una quota compresa fra 670 e 690 m s.l.m.
L'area è cartograficamente identificata nella Sezione CTR n°218100 "Felina" alla scala 1:10.000 e nel relativo Elemento n°218103 "Magonfia" di cui uno stralcio è riportato in Tav.1.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La geologia dell'area è caratterizzata dalla presenza su vasta scala della Formazione delle Arenarie di Bismantova ed in particolare del termine pelitico-

marnoso delle Marne del Cigarello (ABI3). Si tratta di peliti e peliti sabbiose di colore grigio-chiaro in strati male definiti e di spessore variabile.
La giacitura degli strati ha direzioni molto variabili e inclinazioni generalmente sub-orizzontali, comunque inferiori ai 10°. La morfologia è influenzata dalla litologia, con alternanze di rilievi e guglie in prossimità dei termini meno erodibili e più compatti e avvallamenti ed incisioni in quelli più teneri.
Il terreno oggetto è individuato in un versante che degrada da O verso E con acclività media di 15°. La linea di crinale è localizzata in corrispondenza del lato ovest dell'area da lottizzare. Nella fascia nord, il substrato marnoso è praticamente affiorante, mentre verso sud è mascherato da deboli spessori di coltre colluviale e suolo. Le prove penetrometriche hanno infatti mostrato la presenza di una coltre superficiale di modesto spessore (1.00-3,00 m), con zone dove il substrato è affiorante (zona DPSH1), quello maggiore è evidenziato dalla prova DPSH3.

4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Il terreno oggetto di costruzione è localizzato in prossimità di una guglia e del crinale spartiacque che divide i bacini imbriferi del Rio Maillo e T.Tresinaro, il primo affluente del T.Tassobbio tributario di destra del T.Enza, il secondo tributario di sinistra del F.Secchia.
Le acque di pioggia vengono intercettate per lo più dai fossi di regimazione agricola e dai fossi stradali, per poi essere convogliate nella rete di drenaggio naturale principale.
La permeabilità è limitata per fessurazione e fratturazione nei termini marnosi, comunque limitata negli spessori di deposito ed alterati superficiali.
Nei fori sondaggio non si è rilevata la presenza di acque di falda, così come nell'intorno non si evidenziano sorgenti e non sono presenti captazioni di acque pubbliche.

5. STABILITA'

La stabilità dell'area è riportata in tav.4. Non si ravvisano fenomeni di dissesto in atto o presunti sia sulle opere presenti (strade e altri fabbricati) che sui terreni di nuovo intervento. La posizione di crinale e la presenza del substrato in posto già a modeste profondità, sono una buona garanzia di stabilità. L'area non è compresa fra quelle in dissesto individuate dal P.A.I., di cui uno stralcio è riportato in Tavola 5, né in quelle della Carta del Dissesto della Provincia di Reggio Emilia (TAV.6). Al fine di evitare la possibilità di instaurarsi di fenomeni di instabilità, è comunque opportuno prevedere un corretto smaltimento delle acque piovane che interesseranno il comparto, realizzando una serie di dreni a monte e a coronamento dello stesso. In questo modo si limiteranno possibili ristagni di acqua principale fonte di compromissione della stabilità.
Eventuali terreni di risulta degli scavi di sbancamento e quelli necessari per la costruzione delle fondazioni dei futuri edifici, dovranno essere posizionati in modo da evitare di compromettere la stabilità morfologica dell'area.

6. CARICHI AMMISSIBILI SUI TERRENI DI FONDAZIONE

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche del primo sottosuolo sono state eseguite n.3 prove penetrometriche dinamiche spinte a rifiuto sino alla profondità di: DPSH1: m 1.80, DPSH2: m 2.00, DPSH3: m 3.00, rispetto al piano di campagna.
Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro dinamico super pesante DPSH (Heavy) avente le seguenti caratteristiche:

- massa battente M=63,50 kg; altezza di caduta libera H= 0,75 m;
- peso sistema di battuta Ms=0,63 kg;
- diametro punta conica D=50,50 mm;
- area di base punta conica A=20,00 cm^2;
- angolo di apertura punta a=90°;
- lunghezza delle aste La=1.00 m;
- peso aste per metro Ma=6.40 kg;
- numero colpi punta N=N(20) relativo ad avanzamenti di 20 cm;

LA RESISTENZA DINAMICA È STATA OTTENUTA CON LA FORMULA OLANDESE,

$$RPD=M^2 \times H / (A \times E (M + P))$$

Con:

- e= infissione per colpo; M= massa battente;
- P= peso aste e sistema di battuta.

Dall'elaborazione dei dati si ottengono i seguenti parametri geotecnici rappresentativi:

- Rpd (medio): resistenza dinamica alla punta;
- Cu: coesione non drenata, data da rapporto Rp/20;
- Mo: modulo edometrico. D= termine d'incastro= 1,5 m
- Nc, Nq, Nγ= fattori di capacità portante di Terzaghi.
- γ= peso di volume (definito a priori)= 1,8 kg/cm^2.

Il carico di rottura del terreno in condizioni non drenate, dedotto dall'interpretazione delle prove penetrometriche, può essere così ottenuto:

$$Plim=cN_c + qN_q - 0.5\ D\gamma N_\gamma$$

La pressione di esercizio si ricava dividendo quella limite per il fattore di sicurezza 3. Utilizzando i dati desunti dall'interpretazione della prova DPSH3, quella con le caratteristiche geotecniche più scadenti rispetto alle altre due, alla profondità di -1.50 m da p.d.c. si ottiene:

$$Pamm=Plim/3 = 1.3\ kg/cm^2$$

Data l'ampiezza dell'area da lottizzare questo parametro dovrà essere assunto come ordine di grandezza e valutato nello specifico in sede di progettazione esecutiva dei futuri edifici. Infatti la scelta del tipo di fondazione da adottare è strettamente legata non solo alle caratteristiche geotecniche del terreno, ma anche dalla tipologia della struttura, quindi in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno.

Sulla base dell'indagine eseguita, si ritiene idonea l'adozione di fondazioni superficiali continue (nastriforme, T rovescia) impostate alla profondità di -1.50 m rispetto al piano di campagna, profondità oltre la quale il terreno non risente delle variazioni dovute alle lavorazioni agricole e al gelo.

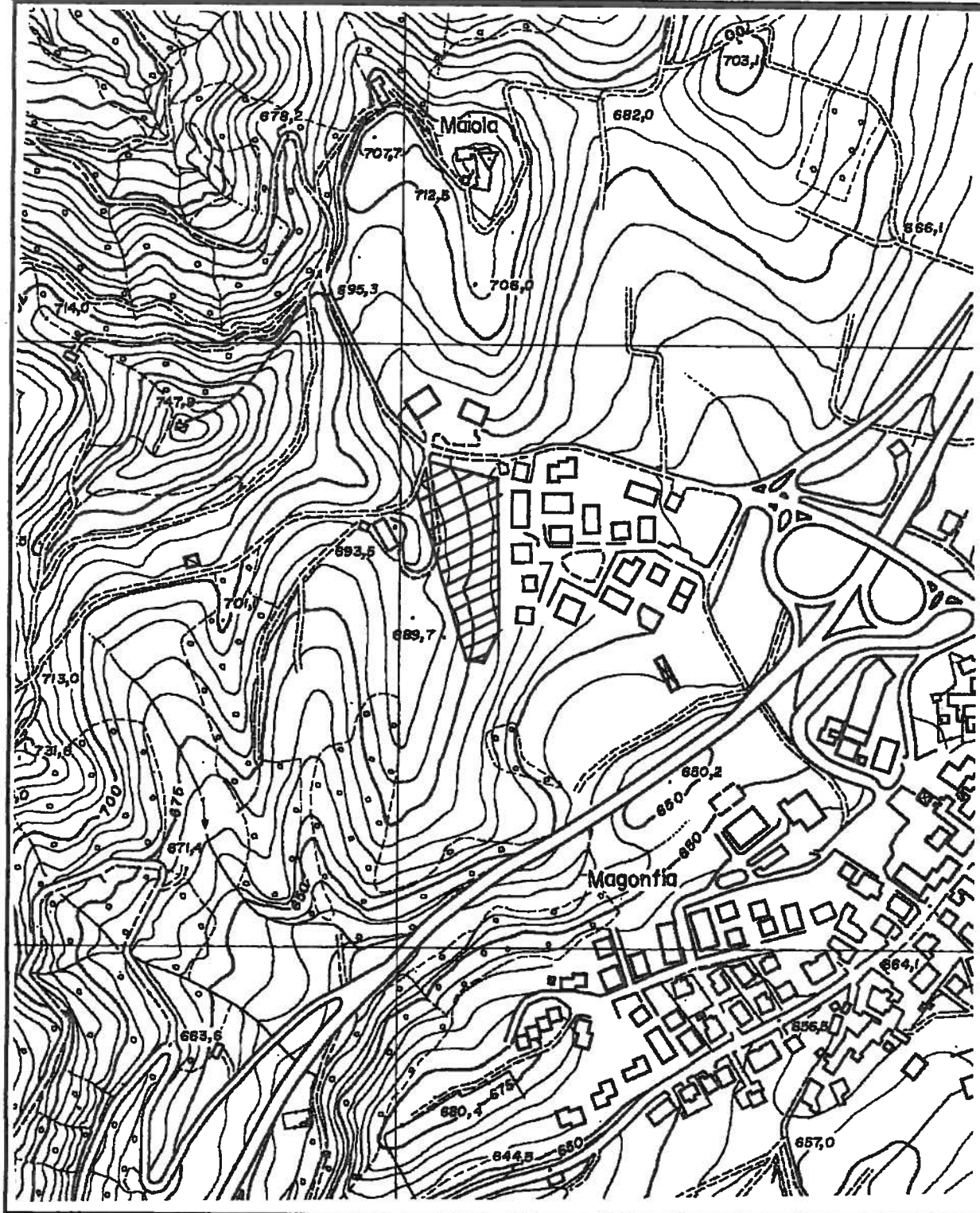
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione tratta dei caratteri geologici, geomorfologici e geotecnici di un terreno posto in località Felina di Castelnovo Ne' Monti (RE), sul quale è in progetto un piano di lottizzazione per edifici civili.
Il terreno indagato è localizzato in prossimità di un crinale, non presenta situazioni di instabilità o di esondabilità e pertanto risulta idoneo per fini edificatori civili. Dall'esame delle prove penetrometriche eseguite si riscontra la possibilità di utilizzare fondazioni continue, localizzate ad una profondità di 1.50 m rispetto a piano campagna, conferendo al terreno un carico massimo ammissibile **kt medio su tutta l'area di 1.30 kg/cm^2**. Come previsto dalla normativa questo parametro dovrà essere affinato in sede di progettazione esecutiva degli edifici, se necessario con un supplemento di indagini.
Al fine di evitare fenomeni di instabilità e infiltrazioni di acque a livello delle fondazioni dei futuri edifici, sul lato verso monte e a coronamento del comparto dovrà essere prevista una serie di dreni superficiali. I terreni di risulta degli scavi di sbancamento e quelli necessari per la realizzazione delle fondazioni, dovranno essere posizionati in modo da evitare l'innesco di fenomeni di scivolamento, avendo cura di costiparli per rullatura successiva di strati omogenei.
Il territorio del Comune di Castelnovo Ne' Monti è classificato **sismico di classe 2,** sia nella nuova normativa (Ordinanza PCM n. 3274/2003) sia nella precedente normativa di settore. Di ciò occorrerà tener conto in sede di progettazione esecutiva degli edifici e delle infrastrutture. Si rilascia parere favorevole all'intervento per gli aspetti geologici e geotecnici, nel rispetto di quanto contenuto nella presente relazione.
S.Cassiano lì, 15/12/2005

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
EMILIO
SCHENETTI
Nr. 207
REGIONE EMILIA ROMAGNA

TAVOLA 1

INQUADRAMENTO DELL'AREA



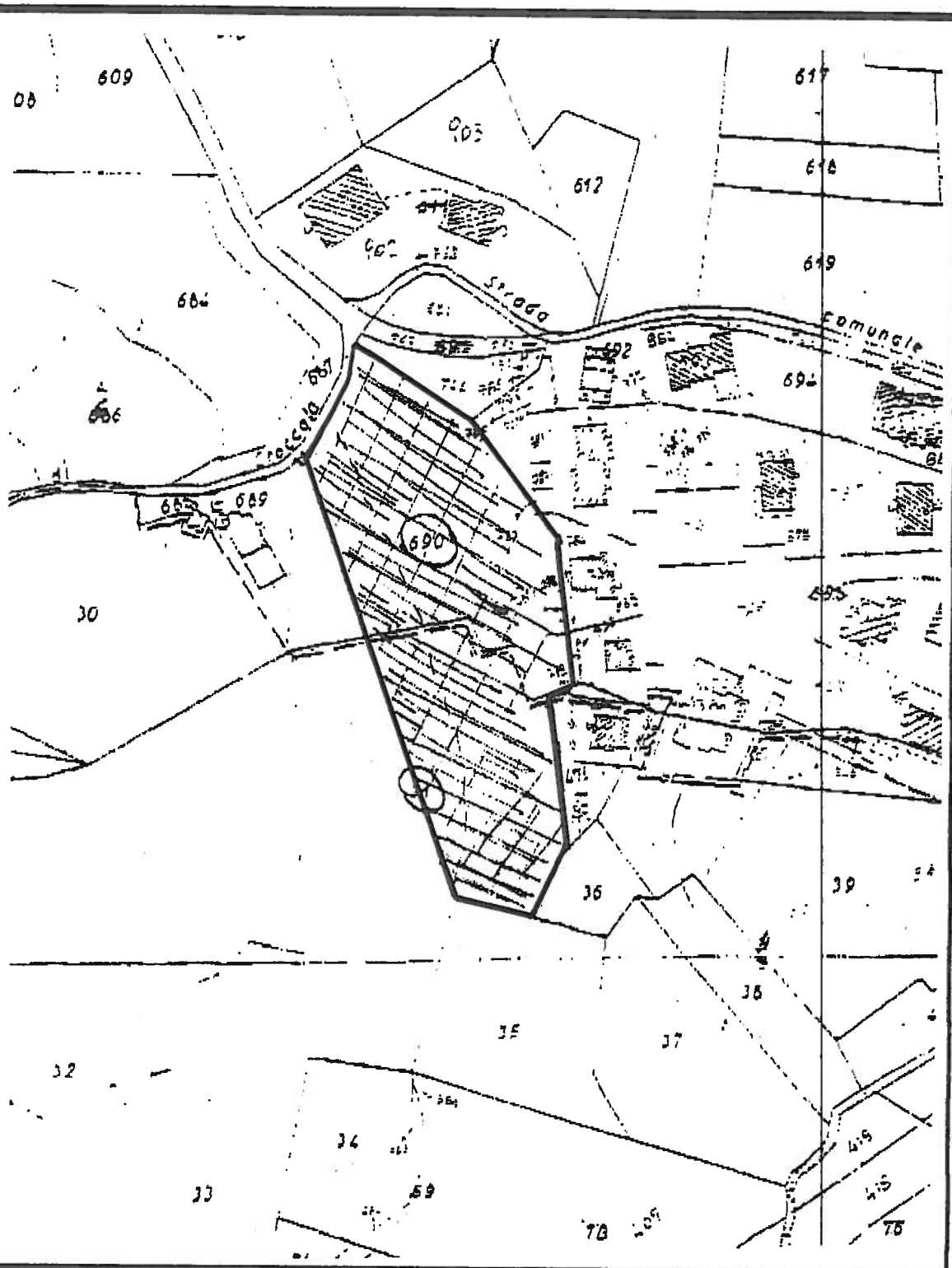
ESTRATTO DELLA C.T.R. n. 218100 "FELINA"

Area da lottizzare

scala 1:5.000

TAVOLA 2

PLANIMETRIA CATASTALE



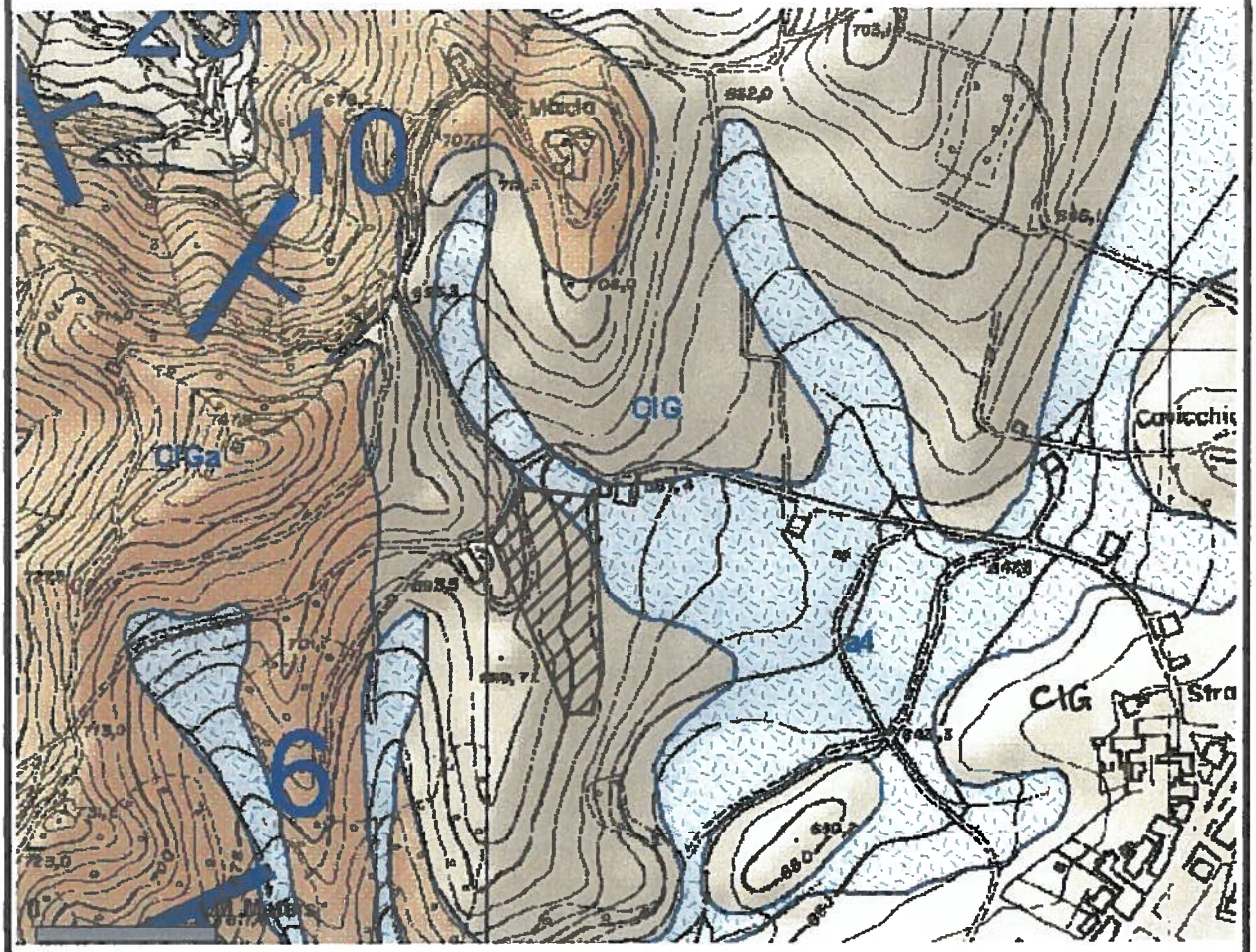
Comune di Castelnuovo Ne' Monti

Fogli n.30-31
Mappali n. 31-690

scala 1:2.000

TAVOLA 3

CARTA GEOLOGICA



Estratto progetto Carg

LEGENDA

Area da lottizzare

a4 depositi eluviali e colluviali

CIG Formazione delle Marne del Cigarello

CIGa *Litofacies arenitica*

scala 1:5.000

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

PARMA

Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti
Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici
Delimitazione delle aree in dissesto

LEGENDA
Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di frana attiva (Fa)			
Area di frana quiescente (Fq)			
Area di frana stabilizzata (Fs)			
Area di frana attiva non perimetrata (Fa)			
Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)			
Area di frana stabilizzata non perimetrata (Fs)			

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata (Em)			
Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)			

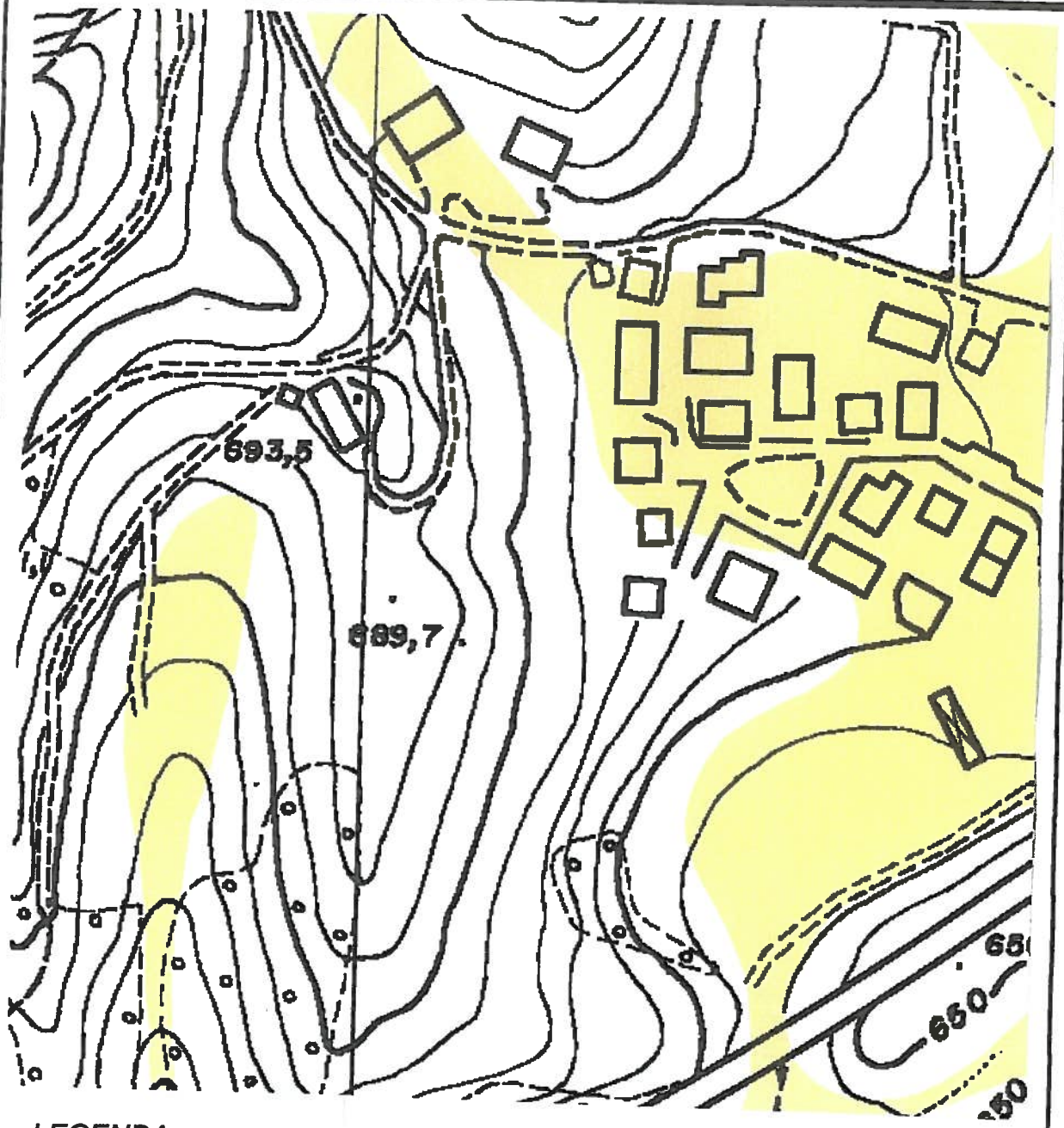
TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di conoide attivo non protetta (Ca)			
Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)			
Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)			

VALANGHE	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)			
Area a pericolosità media o moderata (Vm)			
Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)			
Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Vm)			
		Aree declassificate	
	Aree perimetrate per applicazione salvaguardia (Art. 9 Norme PAI)	All. 4.2: Perimetrazione delle aree in dissesto 1:10.000 - 1:5.000	All. 4.1: Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato 1:10.000 - 1:5.000
		S255 Tavole applicazione salvaguardia (Art. 9 Norme PAI)	Tavola PS267 Tavola integrazioni 2001

Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali
Limite tra la fascia B e la Fascia C
Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C
Limite di bacino idrografico del fiume Po

TAVOLA 6

ESTRATTO CARTA DEL DISSESTO

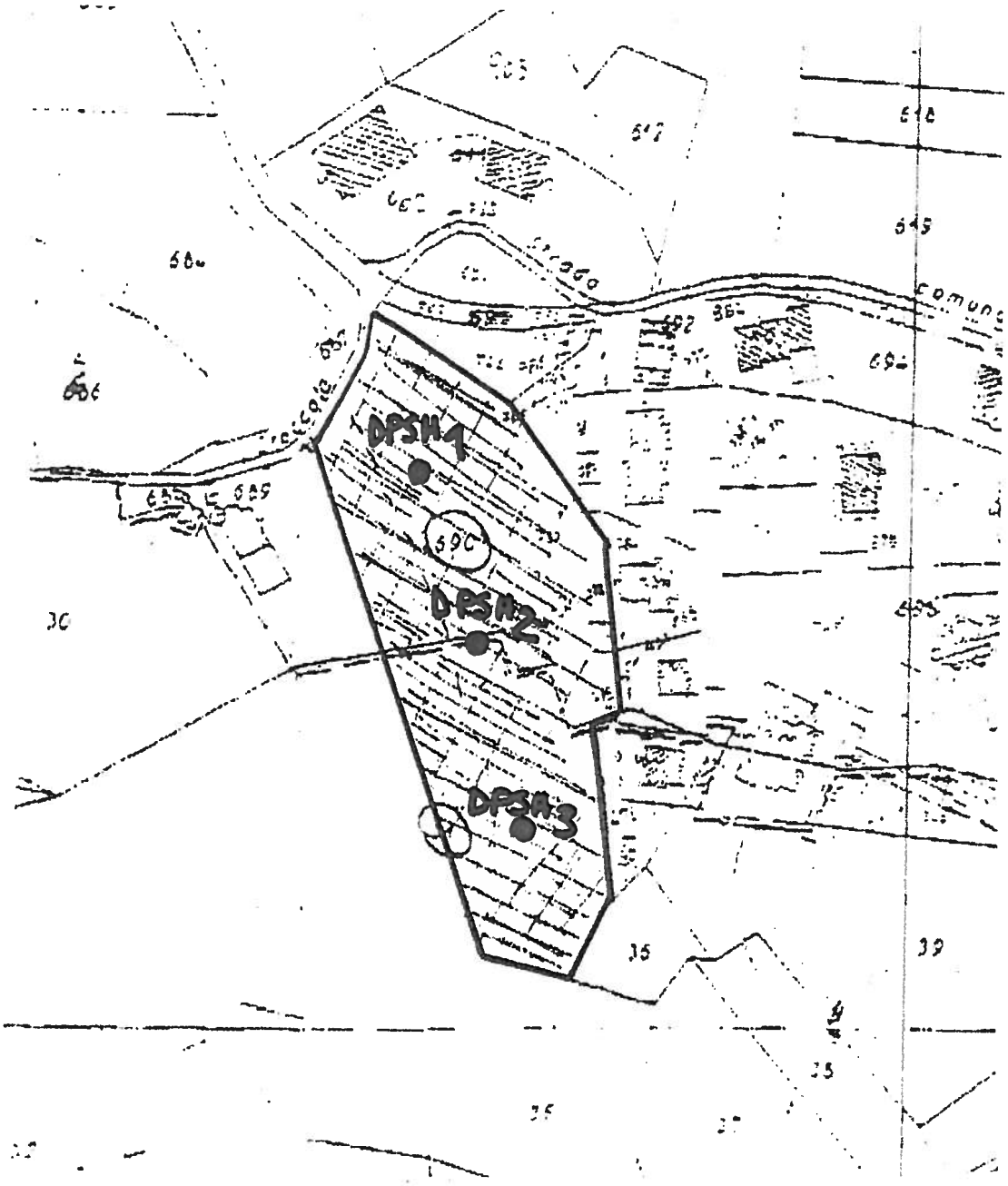


LEGENDA

- *Deposito morenico (c1)*
- *Deposito morenico rissiano (c3)*
- *Deposito morenico wurmiano (c4)*
- *Conoide in evoluzione*
- *Conoide inattiva*
- *Depositi di versante s.l. (a3)*
- *Frana di crollo (a6)*
- *Frana attiva (a1)*
- *Frana quiescente (a2)*
- *Frana quiescente parzialmente erosa (a2a)*
- *Scivolamento in blocco (sb)*
- *Frana stabilizzata*
- *Deposito alluvionale in evoluzione (b1)*
- *Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)*
- *Deposito alluvionale terrazzato (b2)*
- *Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)*
- *Travertini*
- *Accumulo di origine Antropica*

TAVOLA 7

UBICAZIONE SONDAGGI



Area da lottizzare

DPSH1 Prova penetrometrica dinamica con numero d'ordine

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
DATI E DIAGRAMMI

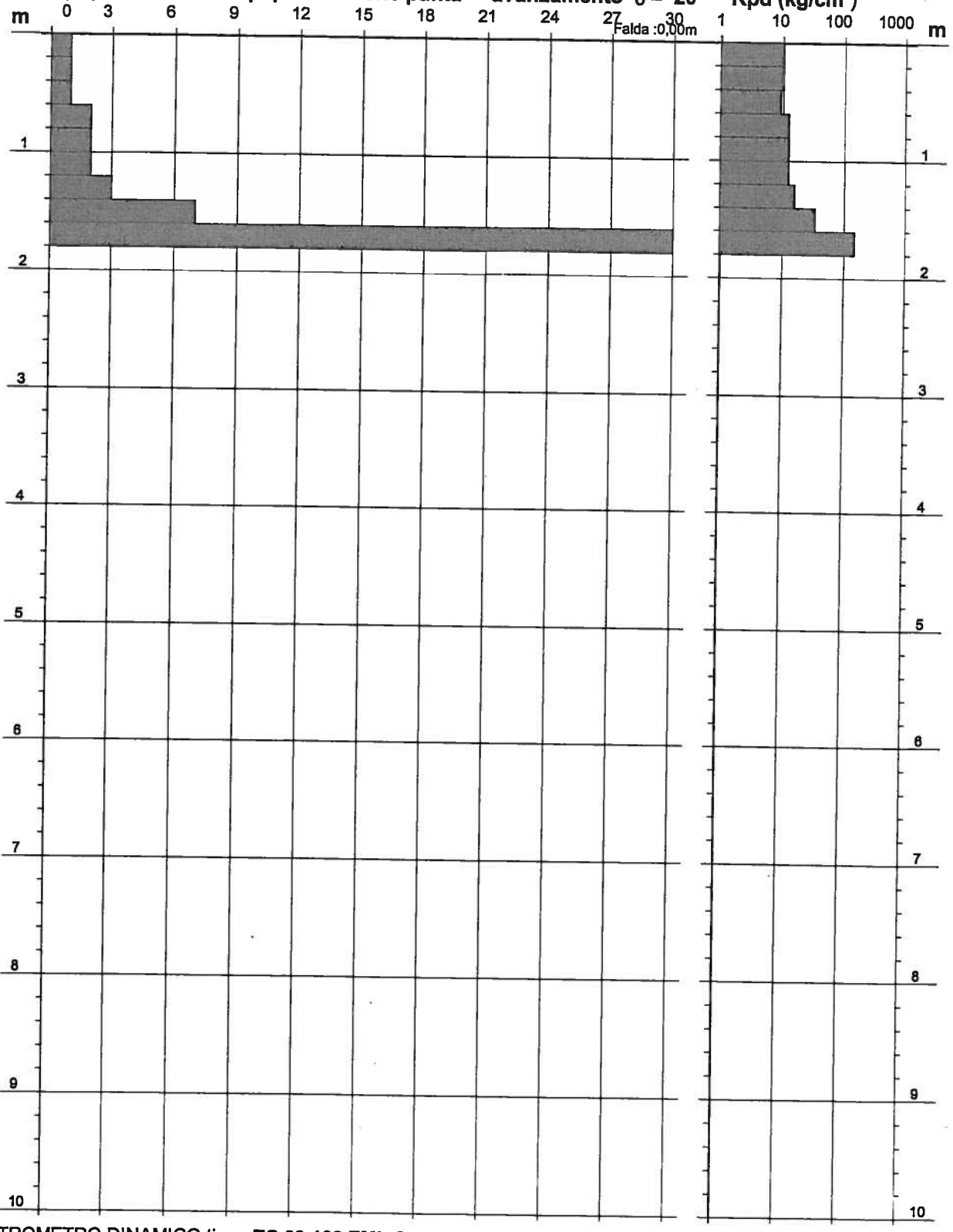
Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

Riferimento: 344-109

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

Riferimento: 344-109

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 1
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- note : prova più a sud

- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	—	1
0,20 - 0,40	1	10,5	—	1
0,40 - 0,60	1	9,6	—	2
0,60 - 0,80	2	19,3	—	2
0,80 - 1,00	2	19,3	—	2
1,00 - 1,20	2	19,3	—	2
1,20 - 1,40	3	28,9	—	2
1,40 - 1,60	7	62,4	—	3
1,60 - 1,80	30	267,3	—	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

Riferimento: 345-109

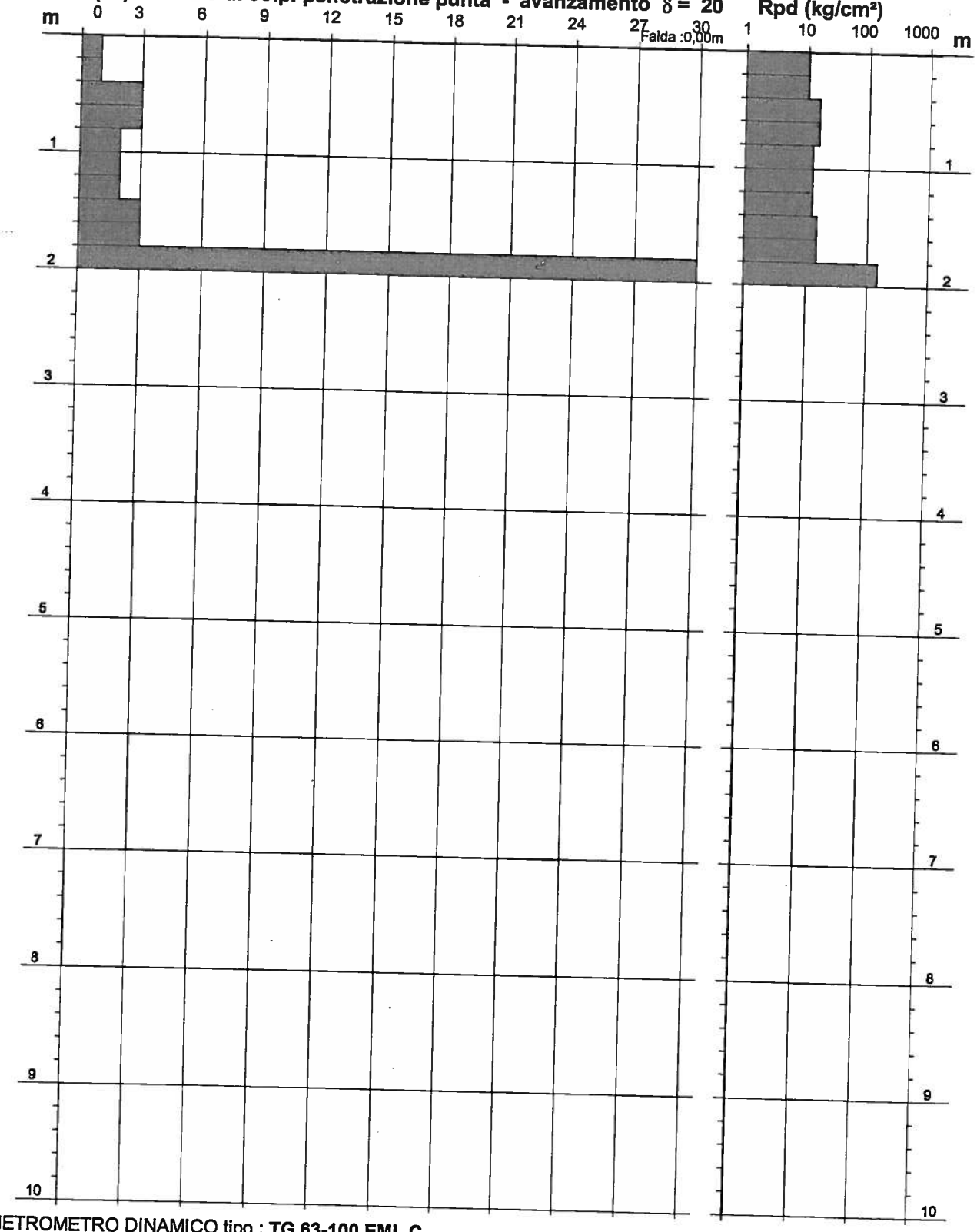
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 2

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 20



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm
- Numero Colpi Punta N = N(20) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

Riferimento: 345-109

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA n° 2
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- note : prova intermedia

- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	—	1
0,20 - 0,40	1	10,5	—	1
0,40 - 0,60	3	28,9	—	2
0,60 - 0,80	3	28,9	—	2
0,80 - 1,00	2	19,3	—	2
1,00 - 1,20	2	19,3	—	2
1,20 - 1,40	2	19,3	—	2
1,40 - 1,60	3	26,7	—	3
1,60 - 1,80	3	26,7	—	3
1,80 - 2,00	30	267,3	—	3

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

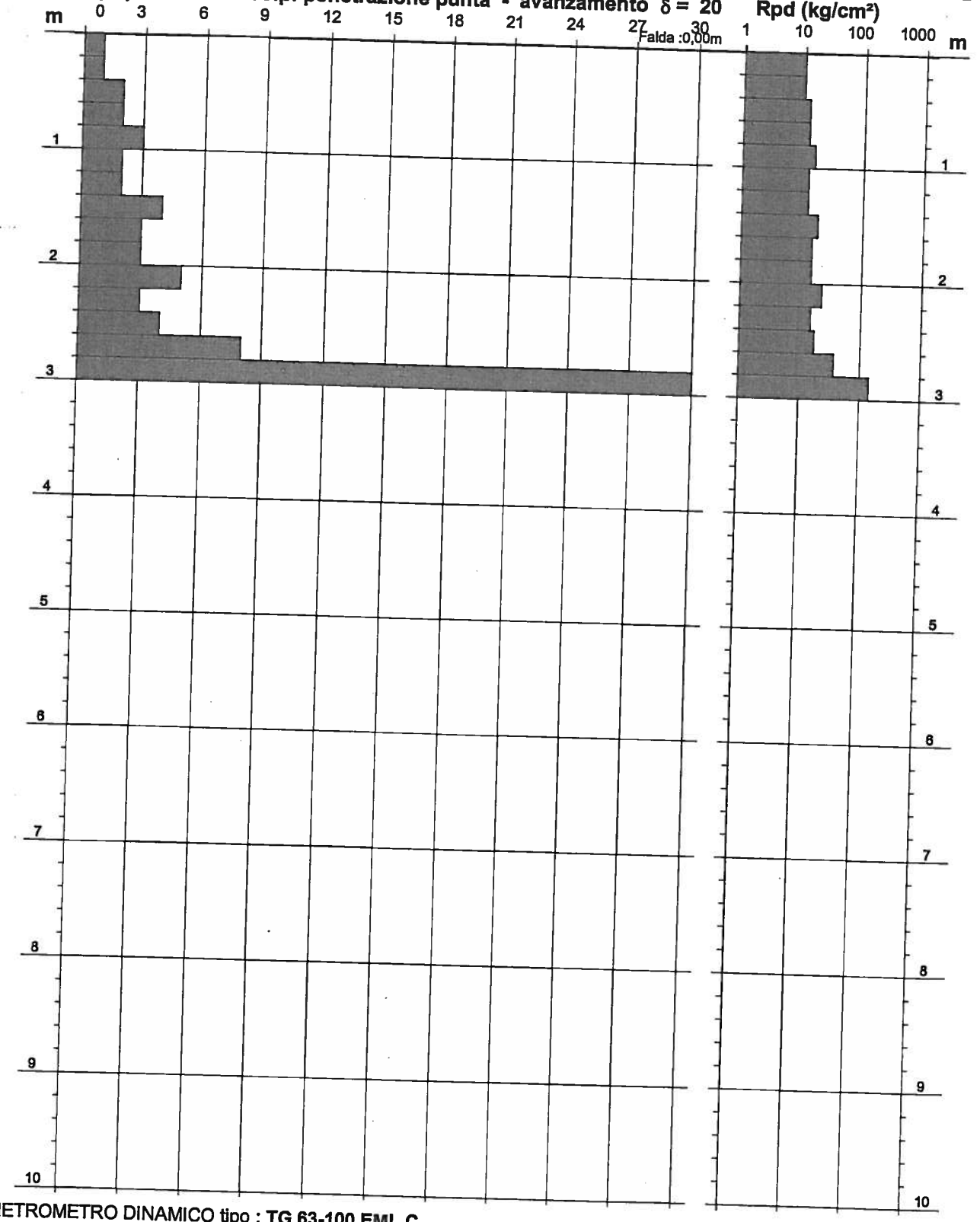
Riferimento: 346-109

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

n° 3

Scala 1: 50

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio



- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

Studio Tecnico Ambientale GEOTECH
Via Martinelli, 51
41010 Fossoli di Carpi (MO)

Riferimento: 346-109

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

n° 3

- indagine : Prova penetrometrica dinamica super pesante
- cantiere : Area di espansione residenziale
- località : Felina di Castelnuovo Monti (RE)
- note : prova più a Nord

- data : 15/12/2005
- quota inizio : 0.00
- prof. falda : 0,00 m da quota inizio
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	N(colpi r)	asta
0,00 - 0,20	1	10,5	—	1
0,20 - 0,40	1	10,5	—	1
0,40 - 0,60	2	19,3	—	2
0,60 - 0,80	2	19,3	—	2
0,80 - 1,00	3	28,9	—	2
1,00 - 1,20	2	19,3	—	2
1,20 - 1,40	2	19,3	—	2
1,40 - 1,60	4	35,6	—	3
1,60 - 1,80	3	26,7	—	3
1,80 - 2,00	3	26,7	—	3
2,00 - 2,20	5	44,6	—	3
2,20 - 2,40	3	26,7	—	3
2,40 - 2,60	4	33,1	—	4
2,60 - 2,80	8	66,3	—	4
2,80 - 3,00	30	248,5	—	4

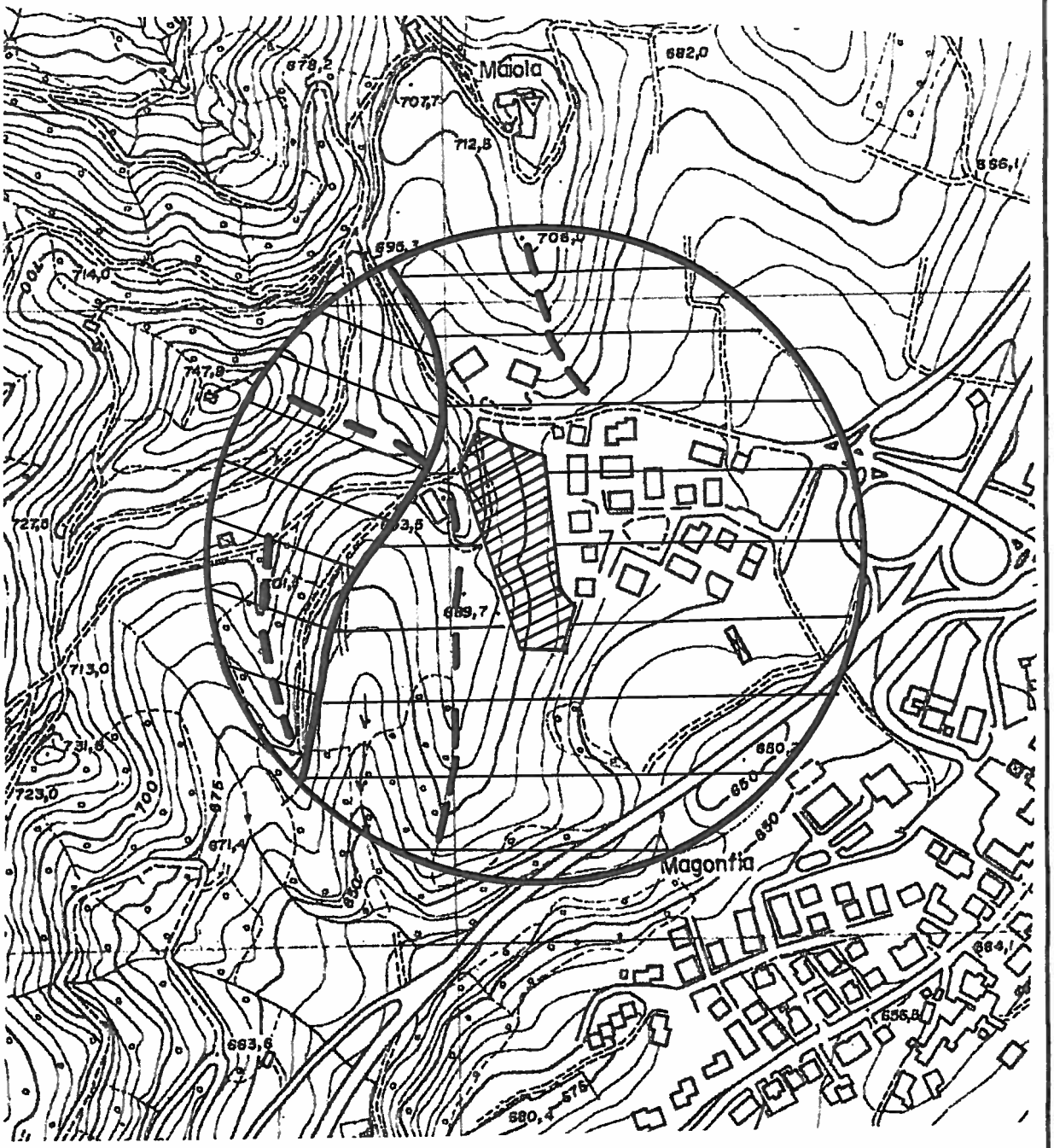
ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. EMILIO SCHENETTI
Nr. 207
REGIONE EMILIA ROMAGNA

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **TG 63-100 EML.C**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,43** cm² - D(diam. punta)= **51,00** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

Software by: Dr.D.MERLIN - 0425/840820

TAVOLA 4

CARTA DELLA STABILITA'



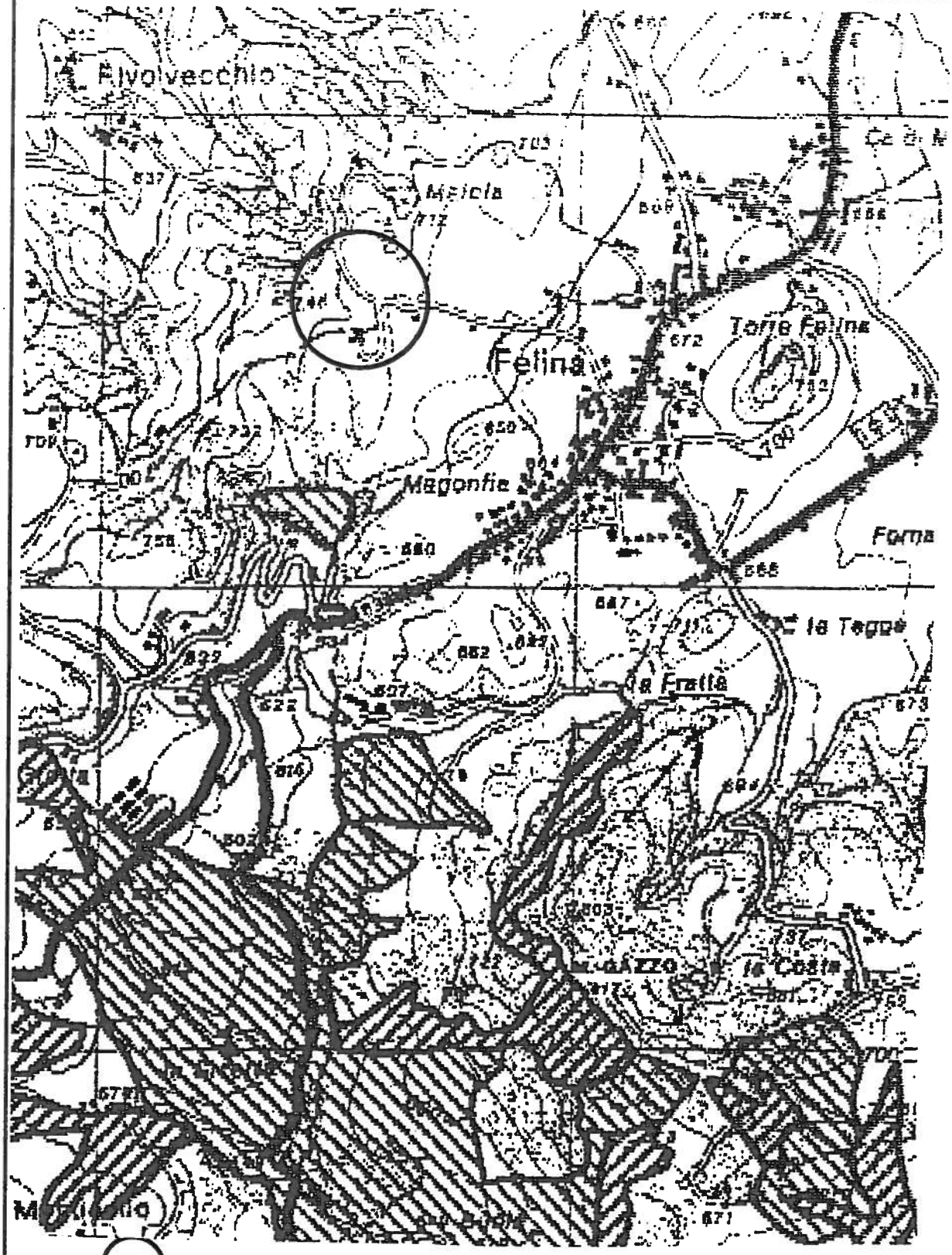
Legenda

- Area d'interesse
- Dorsali
- Impluvi
- Zone a stabilità sufficiente
- Zone ad elevata acclività

scala 1:5.000

TAVOLA 5

ESTRATTO DEL P.A.I.



Ubicazione intervento

Dott. Emilio Schenetti – Geologo –
Via Debbia, 14 – 42010 S.Cassiano (RE) – Tel. 0522/844645

Comune di Castelnovo Ne' Monti

Località: Felina

Committente: Manfredi Manfredo

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA COME DA RICHIESTA DEL COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI PROT. N.19666 DEL 13/11/2006.

INDICE

1. PREMESSA pag. 1

2. CLASSIFICAZIONE MACROSISMICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA LOCALE pag. 2

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 10

ALLEGATI

- UBICAZIONE ESTENDIMENTO MASW
- PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE

La presente relazione si compone di n°10 pagine e n°2 allegati.

Geo2306

1. PREMESSA

La presente relazione costituisce integrazione della precedente relazione geologica e geotecnica redatta a firma dello scrivente in data 15/12/2005, per definire le caratteristiche geofisiche dei terreni oggetto di richiesta di inserimento nel piano operativo comunale – Ambito NU1n, così come prescritto dal Comune di Castelnovo Ne' Monti con comunicazione prot. 19666 del 13/11/2006.

2. CLASSIFICAZIONE MACROSISMICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA.

In riferimento alla nuova classificazione sismica introdotta dall'Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003 il territorio nazionale vede una ridefinizione delle categorie sismiche di ogni singolo comune italiano, rendendo obbligatoria una "progettazione in zona sismica agli stati limite" attraverso l'applicazione di un sisma di progetto corrispondente alla classe a cui appartiene il comune di appartenenza del progetto in esame.
E' stata quindi eseguita una analisi con l'obiettivo di determinare le azioni sismiche di riferimento, in termini di parametri significativi del moto sismico atteso su affioramento rigido e di valutare la risposta del sito alle suddette azioni sismiche di riferimento.

Pericolosità locale

L'indagine della pericolosità locale è improntata alla definizione degli "effetti di sito" ed è fondamentale nella previsione dell'influenza che avrà in superficie la propagazione delle onde sismiche, con definizione dei possibili effetti attesi (amplificazioni, cedimenti, instabilità del versante). Nella cartografia tematica i terreni oggetto d'indagine non sono cartografati fra le aree in dissesto, non sono inoltre note condizioni che abbiano portato ad amplificazioni locali di sismi pregressi.
La situazione geologica e litologica locale, con presenza del substrato a modesta profondità, è caratterizzata da una piccola dorsale e non presenta superfici di scivolamento o condizioni di dissesto in atto o presunto. Nello

spessore indagato dalle prove penetrometriche non sono inoltre stati individuati livelli acquiferi e/o spessori soggetti a possibili effetti di liquefazione dei terreni.

Risposta sismica locale

L'indagine è stata sviluppata attraverso uno stendimento sismico che ha permesso di determinare la velocità delle onde trasversali e di taglio dei terreni in esame.
L'indagine geofisica è stata impostata, mediate una prospezione MASW onde di Rayleigh con rilevazione delle onde di taglio (onde S).

Caratteristiche attrezzatura

La prospezione geofisica per le stese sismiche multicanale di superficie, è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della P.A.S.I. mod. 16SG24, utilizzando un sistema di energizzazione come sotto descritto:

sismica di superficie: energizzatore sismico di superficie con utilizzo di cartucce calibro 8 industriale con innesco a percussione

Le specifiche tecniche dello strumento sono:

-processore: Pentium 200 MMx Intel,
-Trattamento dati: Floating Point 32-Bit,
-Ambiente operativo: Windows 3.11,
-Canali: 12/24
-Display: VGA colori LCD_TFT 10,4"
-Supporto memorizz.: Hard Disk 2,1 Gb
-Risoluzione acquisizione: 6/24 bit
-Sonde ambiente interne: temperatura, umidità relativa
-Formato dati: Pasi (.osv) e SEG-2 (.dat),
-Durata acquisizioni: Rifrazione, 32÷2048 ms Riflessione, 32÷16384 ms,
-Tempi campionamento: da 16 µs a 2 ms
-Filtri digitali: Passa alto (25÷400 Hz) Passa Basso (100÷250 Hz)
Notch (50÷180 Hz)
-Attivazione filtri: in acquisizione o manualmente
-Trigger: inibizione impulsi dovuti a rimbalzi

Importanti funzioni dello strumento sono:

- *possibilità di sommatoria, con/senza previsualizzazione totale/parziale;*
- *marker fisso o dinamico*
- *Auto Gain Control*
- *Delay Time*
- *Pre e post trigger*
- *Noise monitor*
- *Trace size automatica o manuale per ogni canale*

Successivamente, dopo aver computerizzato i dati con un programma specifico, è possibile rivedere i segnali e quindi eventualmente filtrarli od amplificarli per una più corretta acquisizione dei tempi d'arrivo.

La velocità di propagazione delle perturbazioni, indotte energizzando il suolo con i sistemi suddetti, dipende dalle caratteristiche meccaniche di un determinato litotipo ed in particolare dai moduli elastici di: Young, Poisson, d'incompressibilità, di rigidità e dalla densità.

Metodologia d'indagine

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione, e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

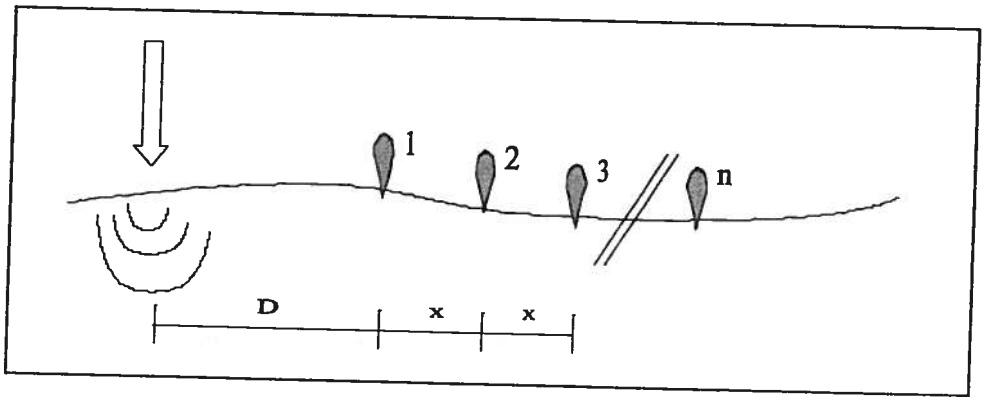


Figura 1. Schema acquisizione multicanale

Con tale tecnica si ottiene una modellazione del sottosuolo, tramite l'analisi delle onde di Rayleigh che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie, che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza e della combinazione di onde sismiche di pressione (P-waves) e onde di taglio polarizzate verticalmente (Sv-waves).

In un mezzo stratificato si verifica una dispersione delle onde prodotte cioè una deformazione del treno d'onda, dovuto alla variazione di propagazione di velocità, con la frequenza.

Le componenti a frequenza minore penetrano quindi più in profondità con velocità di fase in genere più alta, rispetto alle componenti a frequenza maggiore.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh è visualizzato tramite grafici V(fase) / frequenza, e convertito tramite calcoli e programmi appropriati in profili Vs / profondità.

Si ottiene quindi una dettagliata ricostruzione della distribuzione nel sottosuolo, della velocità delle onde S, anche se sono possibili leggere incertezze nella determinazione (<10÷20%), in particolare quando la stratigrafia è completamente sconosciuta. La interpretazione delle tecniche di rilievo sismico MASW traggono spunto dalle prime tecniche studiate da Nazarian e Stokoe (1984) che per primi hanno presentato il metodo SASW che utilizzava una sorgente di impulso e 2 soli sismometri di rilevazione (1 Hz) con spaziatura da 1 sino a 500 m.

Tale tecnica risultava però poco significativa in ambienti rumorosi o nel caso di treni d'onda di pressione molto energetici che quindi coprivano gli arrivi delle onde di Rayleigh.

A tale scopo Park et Alii (1999) hanno sviluppato il metodo MASW, per sopperire in parte alle difficoltà di applicazione della tecnica Sasw in alcune situazioni.

La differenza principale è l'utilizzo simultaneo di 24 geofoni (sismometri polarizzati verticalmente con frequenza di 4 Hz) per consentire di ricavare numerosi profili di velocità Vs, ricavati dallo studio delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

I geofoni sono spaziati in genere da 0,5 a 10 m e forniscono una ridondanza statistica delle misure delle velocità di fase, avvalorandone quindi la veridicità (rispetto al metodo Sasw che si basava solo su 2 geofoni).

Le tracce dei sismogrammi, possono essere salvate nel dominio temporale, permettendo quindi di distinguere ed evidenziare (nel record di registrazione) le onde di Rayleigh, caratterizzate da elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta si ripartisce nelle onde di Rayleigh).

Si può così costruire un grafico ampiezza/frequenza, che consente di individuare il segnale proprio, relativo alle onde superficiali che interessano tale metodologia.

Successivamente eseguendo una particolare "analisi spettrale" si produce un grafico "Velocità di fase/frequenza" da cui è possibile distinguere ed estrarre la curva di dispersione (teorica e di calcolo) ed il profilo iniziale delle Vs, sottoposti ad inversione 1-D, consentendo quindi di minimizzare le imprecisioni (risultati random) ed elevando l'attendibilità del risultato finale.

I dati della prospezione Masw, con riferimento ai principali grafici di riferimento, sopra descritti, ed in particolare alla stratificazione della velocità sismica Vs con la profondità, sono contenuti nella Tavola n.8.

Nella scheda sono riportati:

- Spettro - Frequenza (Hz) / Numero d'onda (rad/m)
- Curva di dispersione e curva teorica - Frequenza (Hz) / Velocità di Fase (m/s)

➢ Modello della velocità – Velocità (m/s) / Profondità (m)

Interpretazione dei dati acquisiti

In base all'analisi ed all'interpretazione dei dati acquisiti sono stati riconosciuti 4 livelli rifrattori, che separano rispettivamente lo strato più superficiale (in geofisica strato aerato) da due strati intermedi, più uno strato di fondo a spessore indeterminato. Non sono state individuate situazioni locali che possano influire direttamente sulla propagazione in superificie con amplificazione delle onde sismiche.
Lo strato aerato più superficiale, a spessore medio di 1.88 m, presenta velocità delle onde S, mediamente di 431 m/s. Successivamente si rileva il primo strato intermedio, compreso tra la profondità di -1.88 m e – 7.49 m m da p.d.c., con velocità S oscillante mediamente attorno ai 479 m/s, il secondo strato intermedio fra le profondità di –7.49 m e – 11.00 m con velocita delle onde S di circa 655 m/s. Oltre gli 11.00 m di profondità è caratterizzato da velocità sismiche delle onde S pari a 896 m/sec.
I dati di tutte le prospezioni eseguite, tempi d'arrivo, profondità relativa di ciascun rifrattore, velocità sismiche dei vari strati, sono contenuti nell'allegato denominato "Prospezione Sismica di Superficie".
Dall'analisi comparativa sono state ottenute le velocità delle onde S per i vari livelli individuati, come sotto riportato:

1° strato:	velocità media onde S =431 m/s
2° strato:	velocità media onde S =479 m/s
3° strato:	velocità media onde S =655 m/s
4° strato:	velocità media onde S =896 m/s

In base a quanto sopra, la classificazione delle categorie dei suoli di fondazione, come da All. 2 (cfr. Ord. Pres. Consiglio dei Ministri 3274 del 20/03/2003), ai vari strati sismostratigrafici individuati, è stato associato il valore della velocità delle onde S direttamente misurate, ed ha consentito di ottenere

la Vs30, cioè la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, dall'espressione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

dove:

hi = spessore dello strato i-esimo V_{Si} = velocità onde S nello stato i-esimo

N = numero strati considerati

Dove h_i *e* v_i *indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori ottenendo in base ai dati sopra esposti:*

V_{s30}= 704 m/sec

In accordo con le norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento degli edifici contenute nell'Ordinanza P.C.M. 3274 (G.U. 08/05/2003 a cui si farà sempre riferimento nel seguito), paragrafo 3.1, al terreno di fondazione è possibile associare una

Categoria del suolo di fondazione di tipo "B"

B	*(Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate, o argille molto consistenza, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec).*

L'azione sismica viene definita sulla base della zonazione sismica, la quale prevede una suddivisione del territorio nazionale in 4 zone sismiche ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro "a_g" (accelerazione di picco in superficie su terreno rigido) nello specifico:

Comune = **Castelnovo Ne' Monti**

Zona sismica = **2**

Valore max di a_g = **0.25 g**

g = accelerazione di gravità

Categoria suolo	*S*	T_B	T_C	T_D
A	*1,0*	*0,15*	*0,40*	*2,0*
B,C,E	*1,25*	*0,15*	*0,50*	*2,0*
D	*1,35*	*0,20*	*0,80*	*2,0*

Tabella - Valori delle componenti orizzontali nello spettro di risposta elastico

TIPO DI SOTTOSUOLO	*S*
B	**1.25**

Da tali dati si è passato a definire l'***"azione sismica di progetto"*** (AS) come:

$$AS = a_g \times S \times St$$

- a_g = accelerazione massima su terreno rigido di riferimento (tipo A) con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni.
- **S** = fattore che tiene conto della categoria del suolo
- **St=** fattore che tiene conto del profilo stratigrafico.

Azione sismica locale di progetto

$$(AS) = S \times a_g \times 1{,}2 = 1.25 \times 0.25 \times 1.2 = \mathbf{0.375}$$

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione tratta dei caratteri sismici di un terreno posto in località Felina di Castelnovo Ne' Monti, sul quale è in corso la richiesta di inserimento nel Piano Operativo Comunale – Ambito NU1n.

L'indagine sismica ha portato alla definizione di un terreno appartenente alla ***"Categoria del suolo di fondazione di tipo (B)"*** *"Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri ....e da valori di Vs30 compresi fra 360 m/s e 800 m/s"*. con valori di V_{s30}= **704 m/s.**

L'indagine della pericolosità locale, improntata alla definizione degli "effetti di sito", non ha portato alla individuazione di situazioni che possano amplificare la risposta sismica del sito ed è stata definita una azione sismica di progetto pari a **0,375**. Non sono inoltre state identificate zone con caratteristiche geotecniche scadenti tali da non consentire l'attività edificatoria.

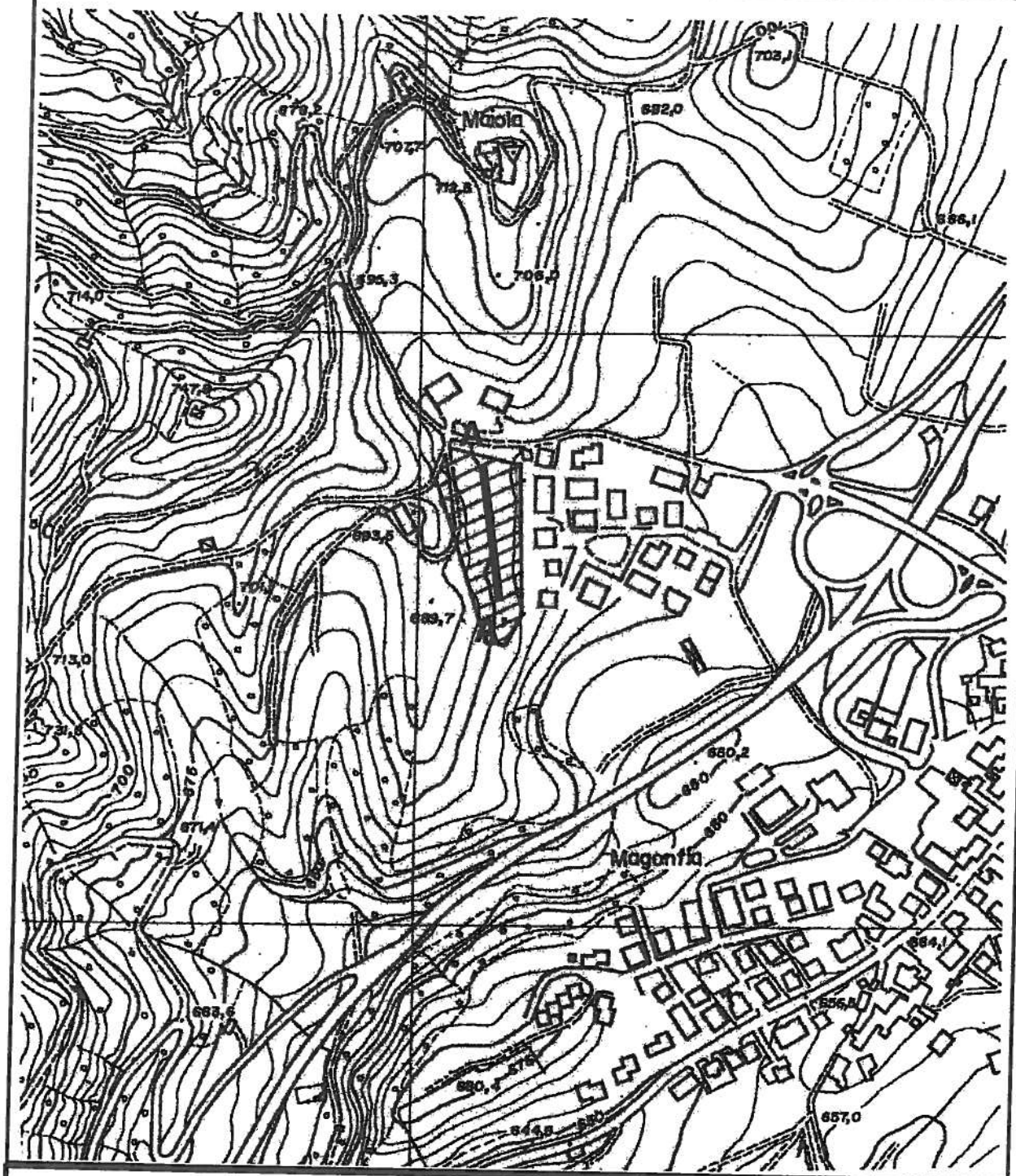
Si rilascia parere favorevole all'intervento per gli aspetti sismici, nel rispetto di quanto contenuto nella presente relazione.

S.Cassiano lì, 23/11/2006

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. EMILIO SCHENETTI
Nr. 207
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Allegato n. 1

UBICAZIONE ESTENDIMENTO SISMICO



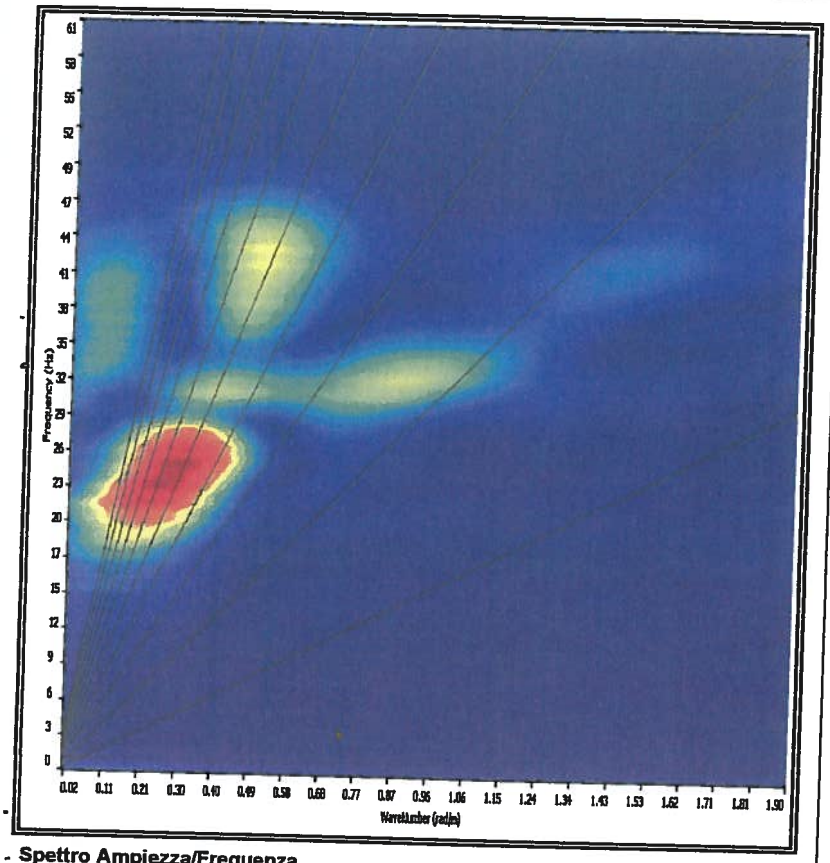
Ubicazione area

Estendimento sismico

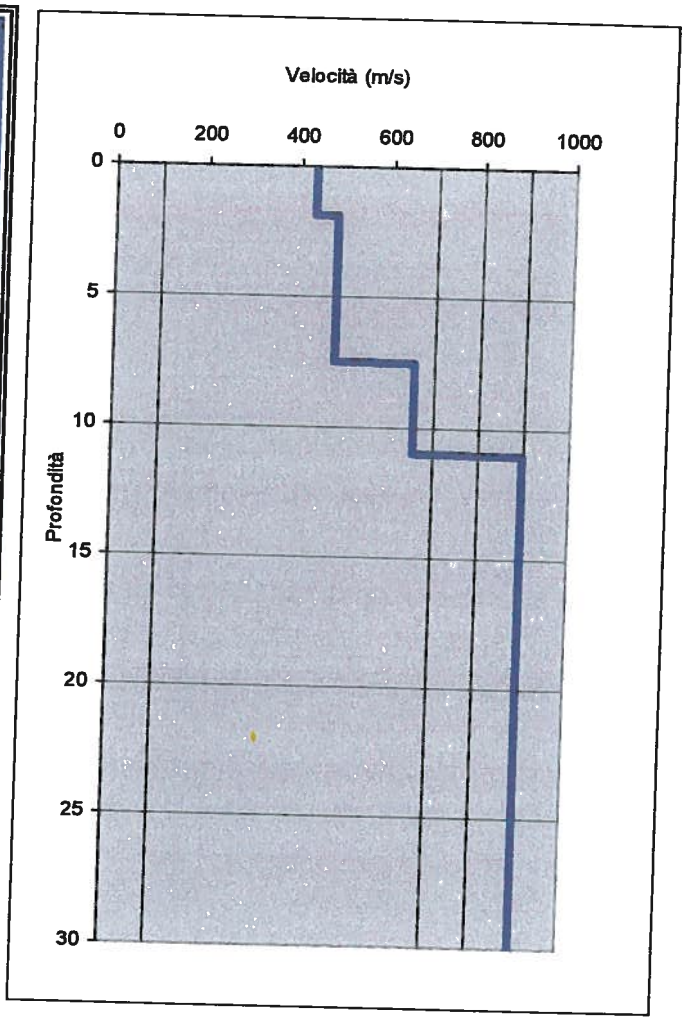
scala 1:5.000

Allegato n. 2
Prospezione sismica di superficie con metodologia MASW

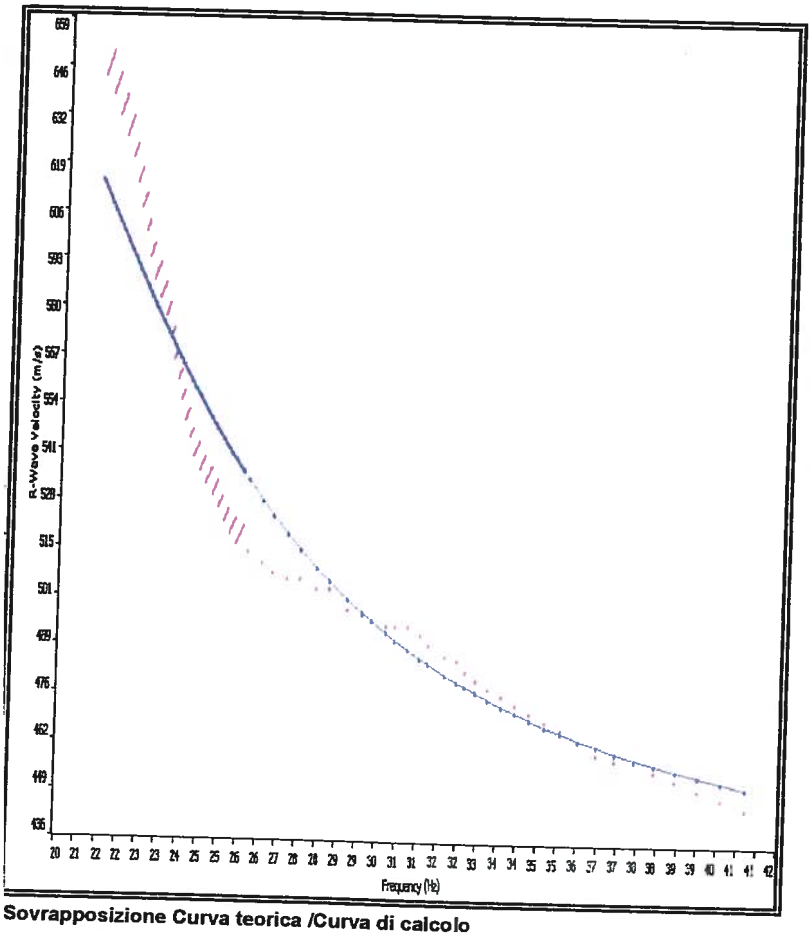
Dr. Geol Emilio Schenetti	**Prospezione Sismica di superficie** **Definizione Azione Sismica di progetto** (in ottemperanza All.2 Ord. 3274 2003) Metodologia MASW	COMMITTENTE: **Sig. Manfredi Manfredo**
Dir. Lavori: Dr. Schenetti Emilio	*Nome File:* Felina_A	*Località:* Felina (RE)
Data: Novembre 2006	*Strumentazione:* PASI SG 24	



- Spettro Ampiezza/Frequenza



Profilo velocità/profondità



Sovrapposizione Curva teorica /Curva di calcolo

	Profondità da	Profondità a	Spessore m	Vel. Media m/sec
Strato1	0	1.88	1.88	**431**
Strato2	1.88	7.49	5.61	**479**
Strato3	7.49	11.00	3.51	**655**
Strato4	11	30.00	19.00	**896**

Vs_{30} = 704 m/sec

Caratteristiche

N° geofoni a 4,5Hz	24
Spaziatura geofoni	1.5 m
Lunghezza base	34.5 m
sparo	8 m

in base al rapporto Ampiezza / frequenza dell'onda sismica si presume una profondità massima d'investigazione di circa 30 m

COMUNE DI CASTELNOVO NÉ MONTI

PROVINCIA DI REGGIO EMILIA
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO MONTI
13. GEN. 2012
PROTOCOLLO N°
CAT. CLAS. FASC.

LAVORO:

RICHIESTA VARIANTE RELATIVA AD AMBITO D'INSEDIAMENTO NU1n CON SCHEDA DI P.O.C. N° 26



FASE:	VARIANTE POC	COMMESSA N°	G 1 1 G A 1 6 0
TITOLO:	RELAZIONE GEOLOGICA RELAZIONE SISMICA E GEOTECNICA	DATA	GENNAIO 2012
		ELABORATO	R G 0 1 A
		DOCUMENTO	G11GA160RG01A

ESTENSORE:

Dott. Geol. Giancarlo Bonini

Progetti Ambientali Integrati
Sas
Via Fontanesi, 18/B
42035 Felina di Castelnovo Né Monti
tel/fax 0522717008 e-mail: paisas@tin.it

Dott. Geol. Sergio Guidetti

COMMITTENTE:

Manfredo Manfredi
Piazza della Resistenza, 3
Loc. Felina
42035 Castelnovo né Monti
(RE)

INDICE

A. Premessa 5

A.1 Normative di riferimento 5

A.2 Localizzazione del sito e descrizione semplicistica del progetto 5

B. Inquadramento geologico ed idrogeologico 6

B.1 Quadro geologico 6

B.2 Stratigrafia 6

B.3 Unità epiliguri 6

B.3.1 Formazione di Cigarello (CIG) 6

B.3.2 Formazione di Cigarello – litofacies arenitica (CIGa) 7

B.4 Depositi quaternari continentali 7

B.4.1 a1 - Deposito di frana attiva 7

B.4.2 a2 - Deposito di frana quiescente 8

B.4.3 a4 - Deposito eluvio-colluviale 8

B.4.4 a6 - Detrito di falda 8

B.4.5 c3 - Deposito morenico scheletrico sparso 8

B.5 Sismicità 9

B.5.1 Quadro normativo 9

B.5.2 Zonazione sismica e pericolosità 9

B.5.3 Classificazione sismica 10

B.6 Elementi di microzonazione sismica 11

B.6.1 Rischio sismico da PTCP di Reggio Emilia 11

B.6.2 Rischio sismico da PSC di Castelnovo né Monti 11

B.6.3 Elementi di Analisi locale di secondo livello 13

B.6.4 Elementi di Analisi locale di terzo livello 15

B.7 Aspetti geomorfologici 21

B.8 Idrogeologia 25

B.8.1 Piezometria 25

B.8.2 Vulnerabilità degli acquiferi 25

C. Dati geognostici 26

C.1 Indagini eseguite 26

C.2 Prove penetrometriche dinamiche (DSPH) 27

C.3 Prova sismica a rifrazione (elaborazione tomografica) 28

C.4 Prova sismica MASW+HVSR 30

C.5 Schema litologico e modello geologico-tecnico 31

C.6 Parametri meccanici 32

C.6.1 Coesione non drenata 32

C.6.2 Modulo Edometrico 32

C.6.3 Resistenza al taglio e densità relativa 33

C.6.4 Classificazione RMR 34

C.6.5 Caratterizzazione dei parametri di resistenza e deformabilità degli ammassi rocciosi 36

C.7 Azioni sismiche e verifiche geotecniche 38

C.7.1 Categorie di sottosuolo 38

C.7.2 Parametri sismici di calcolo 39

C.7.3 Stabilità nei confronti della liquefazione 42

C.8 Analisi geologica di stabilità del pendio 42

C.8.1 Metodo di calcolo equilibrio limite.
C.8.2 Pendio finito
C.8.3 Pendio indefinito
C.8.4 Condizioni dinamiche
C.8.5 Risultati delle verifiche in condizioni statiche e pseudo statiche
C.8.6 Analisi di stabilità con metodi dinamici semplificati.

C.9 Valutazioni preliminare sulle fondazioni
C.9.1 Approccio di calcolo
C.9.2 Metodo di calcolo
C.9.3 Verifiche di capacità portante
C.9.4 Risultati ai sensi del DM 11/03/1988 e DM 16/01/1996
C.9.5 Risultati ai sensi delle NTC 2008

D. Considerazioni finali e fattibilita' geologica

Allegato 1 Indagini geognostiche

TAVOLE ALLEGATE:

Tavola 1 – Inquadramento territoriale (scala 1:5.000)
Tavola 2 - Inquadramento geologico (scala 1:5.000)
Tavola 2 – Inquadramento geomorfologico (scala 1:5.000)
Tavola 3 - Carta idrogeologica (scale varie)
Tavola 4 – Indagini geognostiche e sezione geologica (scala 1:1.000)
Tavola 5 – Sezioni geologiche interpretative (scale varie)
Tavola 6 – Microzonazione sismica (scale varie)

A. PREMESSA

Il presente studio geologico-tecnico e sismico è stato redatto al fine di ricavare le caratteristiche geologico-geomeccaniche del sito posto in località Felina, comune di Castelnovo né Monti (RE).

Lo studio svolto ha contemplato:

- Inquadramento geologico e geomorfologico: in esso vengono descritte le formazioni e le litologie presenti nell'area;
- Esecuzione ed elaborazione indagini geognostiche;
- Ricostruzione stratigrafica ed idrogeologica;
- Caratterizzazione meccanica del sottosuolo;
- Verifiche geotecniche e sismiche preventive;
- Analisi di fattibilità geologica e sismica.

A.1 Normative di riferimento

- Legge n. 1086 del 05/11/1971. *Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.*
- Legge nr. 64 del 02/02/1974. *Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.*
- O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 *Costruzioni in zona sismica*
- D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le costruzioni*

A.2 Localizzazione del sito e descrizione semplicistica del progetto

L'area è ubicata nella Carta Tecnica Regionale sezione 2181030 "Felina" alla scala 1:10.000, ad una quota di circa 670-680 m s.l.m. Latitudine e longitudine (ED50) valgono rispettivamente 44.455° e 10.453°.

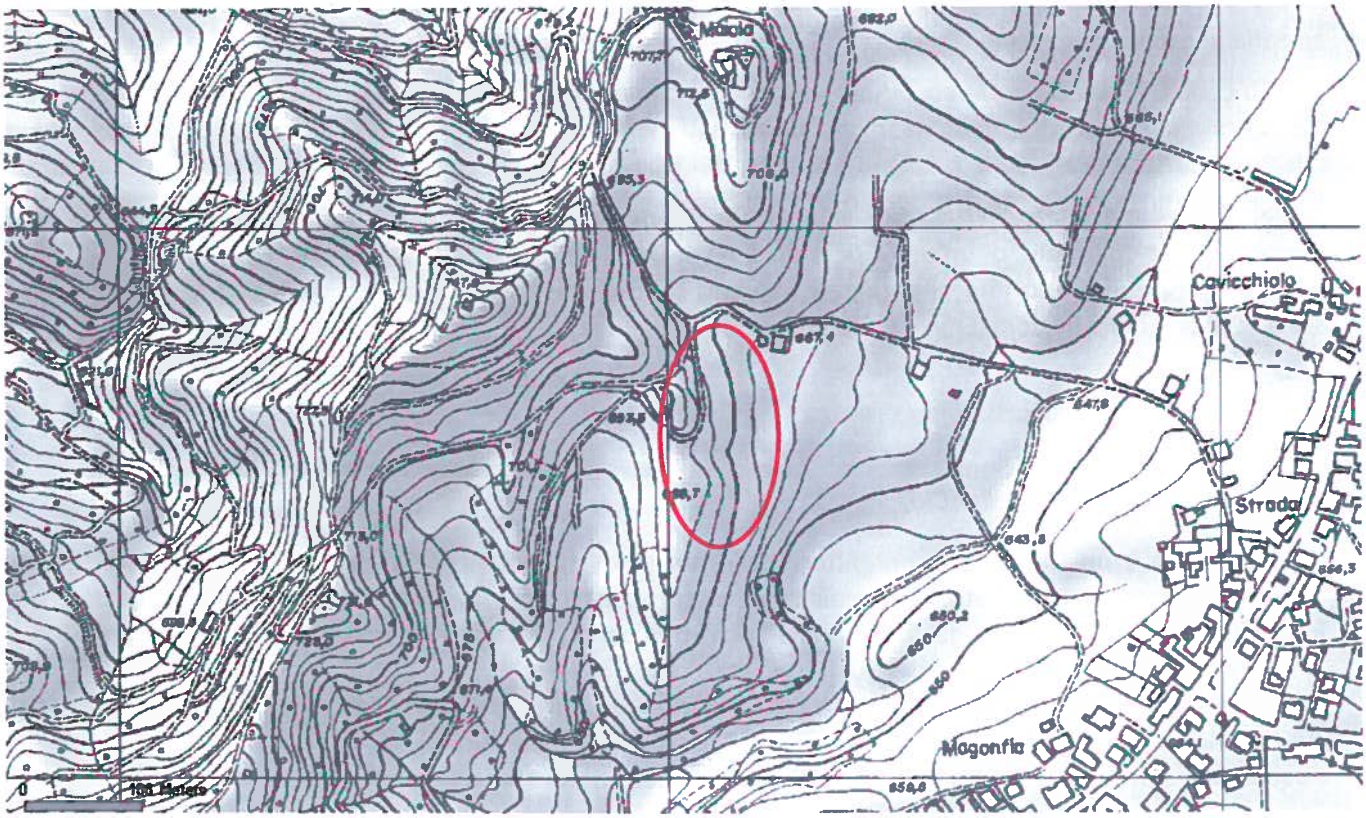


Figura A.1. Ubicazione dell'area su CTR. In rosso l'area in esame.



Figura A.2. Ubicazione dell'area su ortofoto AGEA2008. In rosso l'area in esame.

B. INQUADRAMENTO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

B.1 Quadro geologico

La zona in esame rientra nel Foglio 218 "Castelnovo né Monti" della Carta Geologica d'Italia alla scala 1: (Progetto CARG).

B.2 Stratigrafia

La zona in esame si caratterizza per la presenza, al di sotto delle coperture quaternarie (prevalente depositi eluvio-colluviali), di un'unità riconducibile al Dominio Epiligure denominata "Formazione di Cig (CIG). Le descrizioni riportate ai paragrafi seguenti sono tratte dalla banca dati della cartografia geolc scala 1:10.000 delle Regione Emilia Romagna, disponibile in rete.

B.3 Unità epiliguri

B.3.1 Formazione di Cigarello (CIG)

La formazione è un "litosoma "contenitore" caratterizzata da peliti e peliti con frazione arenitica, gr genere sottilmente stratificate, ma localmente bioturbate ("marne di Cigarello" Auctt.), contenenti a livelli caotici da "slumping" o da "debris flow" ubicati in varie posizioni stratigrafiche, ma principalment la base dell'unità, solo i maggiori dei quali sono stati cartografati.
Nel contenitore pelitico sono ben rappresentati anche corpi arenitici stratificati, situati in differenti p stratigrafiche, in genere costituenti litosomi lenticolari di varie dimensioni.
I dati basati sullo studio dei nannofossili calcarei permettono di stimare un'età compresa tra il Langhia Serravalliano.

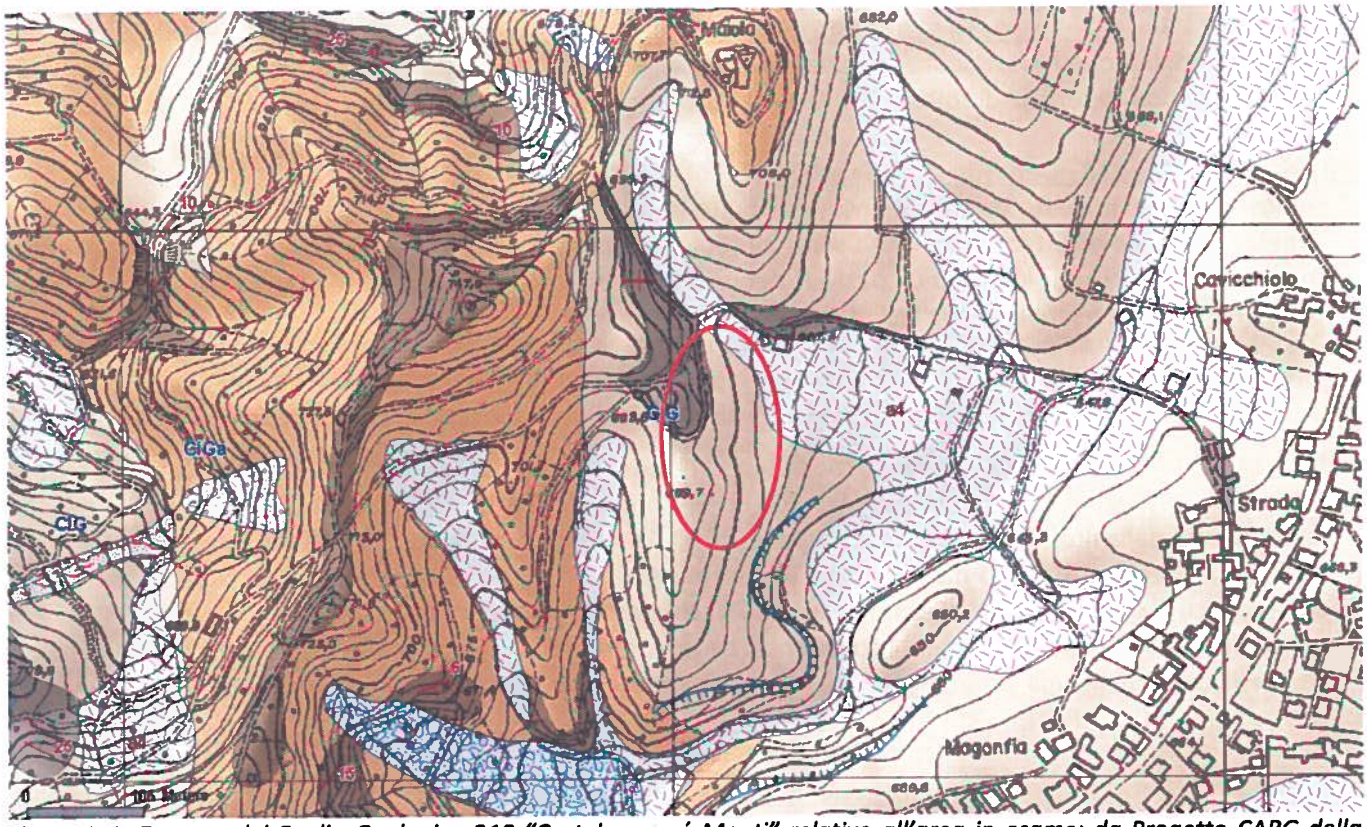


Figura B.1. Estratto del Foglio Geologico 218 "Castelnovo né Monti" relativo all'area in esame; da Progetto CARG della Regione Emilia Romagna (disponibile sul sito http://geo.regione.emilia-romagna.it). In rosso l'intervento in progetto.

B.3.2 Formazione di Cigarello – lifofacies arenitica (CIGa)

Litofacies arenitica (CIGa). Si tratta di corpi decametrici o pluridecametrici presenti in differenti posizioni stratigrafiche, dati da alternanza di areniti gradate e peliti in strati da sottili a spessi, con rapporto A/P molto variabile e caratterizzati dall'avere gli strati arenitici che si sfrangiano nelle peliti. In località Cola con questa sigla è stato cartografato, alla base della formazione, un pacco di strati arenitici da medi a spessi ("banco di Cola"), avente geometria lenticolare, uno sviluppo complessivo di circa 800 m lineari ed uno spessore massimo di 12 m, occupante il fondo di un'ampia depressione erosiva. Il litosoma in questione si presenta con base erosiva e leggera discordanza angolare su PAT. Alla sua base è localmente presente (Case Casella) un *lag* a ciottoli poligenici decimetrici. Le areniti, ricche in quarzo, sono da grossolane a medie, gradate, con abbondanti bioclasti e clasti pelitici, e mostrano a luoghi lamine oblique. Le strutture da corrente alla base e la locale embricazione dei clasti pelitici indicano correnti da S o SSE (F.CAMPIOLI, Tesi di Laurea inedita, A.A. 1988-89).
Essendo la base di questa sottounità discordante ed erosiva sugli strati sottostanti del Membro di Pantano è possibile supporre la presenza di una lacuna alla sua base.

B.4 Depositi quaternari continentali

B.4.1 a1 - Deposito di frana attiva

Deposito gravitativo con evidenze di movimenti in atto o recenti, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente, che è stato generalmente indicato (dove non specificato, il tipo movimento è indeterminato). La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa.

B.4.1.1 a1b - Deposito di frana attiva per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

B.4.1.2 a1d - Deposito di frana attiva per colamento lento

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

B.4.2 a2 - Deposito di frana quiescente

Deposito gravitativo senza evidenze di movimenti in atto o recenti ma con possibilità di riattivazione, costituito da litotipi eterogenei, raramente monogenici, ed eterometrici, più o meno caotici. La tessitura dei depositi è condizionata dalla litologia del substrato e dal tipo di movimento prevalente, che è stato generalmente indicato (dove non specificato, il tipo movimento è indeterminato). La maggior parte dei depositi di frana del territorio appenninico è comunque di tipo complesso ed è il risultato di più tipi di movimento sovrapposti nello spazio e nel tempo (tipicamente scorrimenti/colamenti). La tessitura prevalente risulta costituita da clasti di dimensioni variabili immersi in una abbondante matrice pelitica e/o sabbiosa. (la descrizione delle sigle è analoga ai depositi per frana attiva).

B.4.2.1 a2b - Deposito di frana quiescente per scivolamento

Deposito originato dal movimento verso la base del versante di una massa di terra o roccia, che avviene in gran parte lungo una superficie di rottura o entro una fascia, relativamente sottile, di intensa deformazione di taglio.

B.4.2.2 a2d - Deposito di frana quiescente per colamento lento

Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

B.4.2.3 a2g - Deposito di frana quiescente complessa

Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

B.4.3 a4 - Deposito eluvio-colluviale

Coltre di materiale detritico, generalmente fine (sabbie, limi e peliti) prodotto da alterazione "in situ" o selezionato dall'azione mista delle acque di ruscellamento e della gravità, con a luoghi clasti a spigoli vivi o leggermente arrotondati.

B.4.4 a6 - Detrito di falda

Accumulo detritico costituito da materiale eterogeneo ed eterometrico, generalmente a quote elevate o molto elevate, con frammenti litoidi di dimensioni variabili tra qualche cm3 e decine di m3, privo di matrice o in matrice sabbioso-pelitica alterata e pedogenizzata, di origine gravitativa frequentemente alla base di scarpate e lungo i versanti più acclivi.

B.4.5 c3 - Deposito morenico scheletrico sparso

Depositi detritici sciolti a struttura caotica costituiti da materiali eterometrici inglobati in matrice limoso - sabbiosa. Localmente frequenti i massi erratici.

B.5 Sismicità

B.5.1 *Quadro normativo*

D.M. 14 gennaio 2008 "*Norme tecniche per le costruzioni*"
Legge regionale 30 ottobre 2008, n. 19 "*Norme per la riduzione del rischio sismico*".

B.5.2 *Zonazione sismica e pericolosità*

L'area in esame, nella zonazione sismogenetica pubblicata sul sito http://zonesismiche.mi.ingv.it/ (G.d.L., 2004[1]), si viene a trovare nella zona sismogenetica 913; in questa fascia si verificano terremoti prevalentemente compressivi. L'intera fascia 913-914-918 è caratterizzata da terremoti storici che raramente hanno raggiunto valori molto elevati di magnitudo, si tratta inoltre di terremoti con profondità efficace compresa tra 12-20 Km.
Nel "Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani" (Gruppo di lavoro CPTI, 2004[2]) per un intorno significativo dell'area in esame (un raggio di 30 Km con centro lat. 44.455° e long. 10.453) sono stati identificati oltre 22 eventi significativi dei quali si riportano alcuni dati nella Tabella B.1.

Interrogazione effettuata sui seguenti parametri:

Area circolare con centro C (44.455, 10.453) e raggio 30 km

N	Tr	Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Rt	Np	Imx	Io	TI	Lat	Lon	TL	Maw	Daw	TW	Mas	Das	TS	Msp	Dsp	ZS9	TZ	Ncft	Nnt	Ncpt
471	CP	1720	1	10	15			S.ROMANO	POSSS			60		44.25	10.333		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	915	G		544	471
720	DI	1811	7	15	22	44		SASSUOLO	DOM	21	70	70		44.572	10.728	A	5.24	0.19		4.91	0.28		5.09	0.26	913	G		614	720
740	DI	1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	DOM	27	75	75		44.668	10.286	A	5.57	0.10		5.40	0.15		5.55	0.15	913	G		615	740
966	CP	1869	12	13	2	53		SERRAMAZZONI	POSSS			65		44.5	10.75		5.03	0.33		4.60	0.49		4.80	0.45	913	G		620	966
984	DI	1873	5	16	19	35		REGGIANO	DOM	15	65	65		44.612	10.701	A	5.13	0.20		4.74	0.29		4.93	0.27	913	G		621	984
988	DI	1873	9	17				LIGURIA ORIENTALE	DOM	68	65	65		44.497	10.283	A	5.52	0.13		5.32	0.19		5.47	0.18	916	A		537	988
1190	CP	1892	5	17	3	0	15	CARPINETI	POSSS			60		44.45	10.517		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	913	G		581	1190
1291	DI	1898	3	4				CALESTANO	DOM	260	70	65		44.503	10.314	A	5.07	0.09		4.65	0.14		4.85	0.13	913	G		584	1291
1385	DI	1904	2	25	18	47	50	Reggiano	CFTI	62	70	60		44.48	10.63	A	5.13	0.07		4.75	0.11		4.94	0.10	913	G	461	624	1385
1504	CP	1909	3	16	2	51	52	CARPINETI	POSSS			60		44.5	10.5		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	913	G		625	1504
1590	DI	1913	11	25	20	55		VAL DI TARO	DOM	73	50	50		44.597	10.279	A	4.85	0.14		4.33	0.21		4.55	0.19	913	G		587	1590
1712	CP	1920	12	27	16	19		PIAZZA SERCHIO	POSSS			50		44.25	10.283		4.64	0.14		4.02	0.21		4.27	0.19	915	G		564	1712
1769	DI	1925	3	15	17	15		FRASSINORO	DOM	16	45	45		44.282	10.286	A	4.65	0.14		4.03	0.21		4.28	0.19	915	G		588	1769
1784	DI	1926	6	28	21	15		REGGIANO	DOM	3	40	40		44.488	10.487	A	4.61	0.11		3.97	0.16		4.22	0.15	913	G		628	1784
1797	CP	1927	11	20	10	24	12	CERVAREZZA	POSSS			60		44.4	10.4		4.66	0.09		4.04	0.14		4.29	0.13	913	G		589	1797
1843	CP	1930	9	24	19	10	55	SCANDIANO	POSSS			60		44.6	10.6		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	913	G		629	1843
1954	CP	1940	1	24	23	32	16	CORNIGLIO	POSSS			50		44.467	10.1		4.93	0.09		4.45	0.14		4.67	0.13	915	G		591	1954
2114	CP	1957	10	25	23	2	5	MONCHIO	POSSS			55		44.383	10.2		4.63	0.13		4.00	0.20		4.25	0.19	915	G		592	2114
2218	DI	1965	11	9	15	35		ALTA V. SECCHIA	DOM	32	50	50		44.373	10.355	A	5.01	0.11		4.56	0.16		4.77	0.15	913	G		593	2218
2231	CP	1967	5	15	10	3	34	S.POLO	POSSS			60		44.6	10.4		4.83	0.26		4.30	0.39		4.53	0.36	913	G		637	2231
2278	CP	1970	5	3	4	17	41	S.POLO	POSSS			60		44.633	10.383		4.80	0.21		4.26	0.31		4.49	0.29	913	G		639	2278
2313	CP	1972	6	25	17	10	49	CALESTANO	POSSS			60		44.6	10.2		4.66	0.21		4.04	0.31		4.29	0.29	913	G		642	2313

Numero di record estratti: 22

N numero d.ordine del record N numero d.ordine del record
Tr tipo di record DI: parametri calcolati da dati di base macrosismici; CP: parametri adottati da cataloghi parametrici
Tr tipo di record
Anno tempo origine: anno Anno tempo origine: anno
Me tempo origine: mese Me tempo origine: mese
Gi tempo origine: giorno Gi tempo origine: giorno
Or tempo origine: ora Or tempo origine: ora
Mi tempo origine: minuto Mi tempo origine: minuto
Se tempo origine: secondo Se tempo origine: secondo
AE denominazione dell'area dei massimi effetti
AE denominazione dell'area dei massimi effetti
Rt codice dell'elaborato di riferimento vedi tabella 1
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Np numero dei dati puntuali di intensità disponibili
Imx intensità massima x 10 (scala MCS)
Imx intensità massima x 10 (scala MCS)
Io intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
Io intensità epicentrale x 10 (scala MCS)
TI codice di determinazione di Io M: valore assegnato manualmente
TI codice di determinazione di Io
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lat localizzazione epicentrale: latitudine in gradi sessagesimali-decimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimalidecimali
Lon localizzazione epicentrale: longitudine in gradi sessagesimalidecimali
TL codice di localizzazione A: localizzazione macrosismica automatica M: localizzazione macrosismica manuale S: localizzazione strumentale
TL codice di localizzazione
Me Magnitudo equivalente
De Errore associato alla stima di Me
Mm Magnitudo macrosismica (calibrata a Ms)
Dm Errore associato alla stima di Mm
Tm Codice di determinazione di Mm
Ms magnitudo calcolata sulle onde di superficie
Ds errore associato alla stima di Ms
Ts codice di determinazione di Ms
Maw Magnitudo momento –
Daw Errore associato alla stima di Maw –
TW codice di determinazione di Maw O valore osservato –
Mas Magnitudo calcolata sulle onde di superficie fino al 1980 coincide con Ma di CPTI99
Ma Magnitudo media (calibrata a Ms)
Das Errore associato alla stima di Mas fino al 1980 coincide con Da di CPTI99
Da Errore associato alla stima di Ma
TS Codice di determinazione delle magnitudo per la zona etnea En: valore per il calcolo del quale è stata usata la relazione Io/Mm di Azzaro e Barbano (1997)
Msp Magnitudo da utilizzare in combinazione con la relazione di attenuazione di Sabetta e Pugliese (1996) per Ms>5.5: Msp=Ms; per Ms≤5.5: Msp=(Ms+0.584)/1.079
Dsp Errore associato alla stima di Msp
ZS9 Zona sorgente di ZS9 cui l'evento è assegnato
TZ Codice di assegnazione alla zona sorgente G: assegnazione geografica A: assegnazione ponderata cautelativa
Ncft Numero progressivo del record nel catalogo CFTI2
Ncft Numero progressivo del record nel catalogo CFTI2
Nnt Numero d'ordine del record nel catalogo NT4.1.1

Tabella B.1. Estratto dal Catalogo Parametrico dei Terremoti italiani, terremoti con epicentro compreso in un raggio di 30Km dall'area in esame.

[1] *Gruppo di Lavoro (2004): Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall'Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003. Rapporto conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma.*
[2] *Gruppo di lavoro CPTI (2004). Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna.*

B.5.3 *Classificazione sismica*

Nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003 il Comune di **Castelnuovo né Monti** viene classificato in **zona 2**. Nella Figura B.2 viene riportata la classificazione sismica a scala regionale.

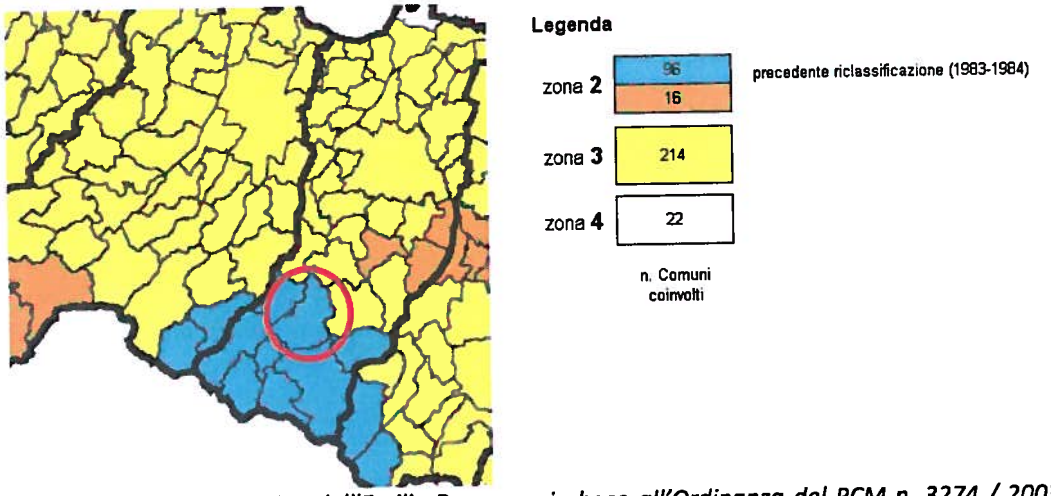


Figura B.2. Riclassificazione sismica dell'Emilia-Romagna in base all'Ordinanza del PCM n. 3274 / 2003, il n° di comuni si riferisce all'intero territorio regionale.

Nelle norme tecniche allegate all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 ogni zona sismica è contrassegnata da un diverso valore del parametro a_g (accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A).

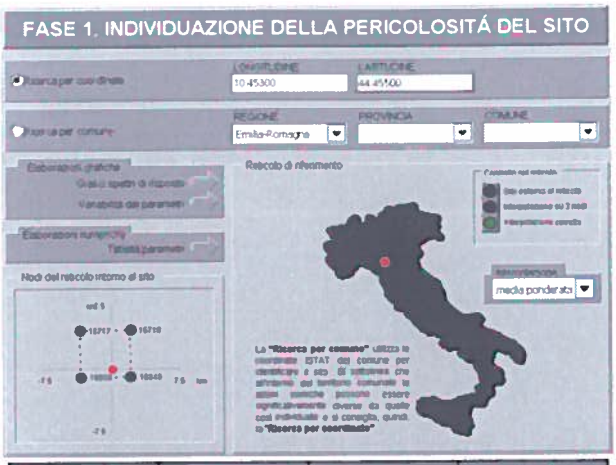
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a_g/g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a_g/g]
1	>0.25	0.35
2	0.15-0.25	0.25
3	0.05-0.15	0.15
4	<0.05	0.05

Con Decreto del Ministero delle Infrastrutture del 14/01/08 sono state approvate le *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni* (G.U. n°29 del 04/02/08) nelle quali è presente un allegato relativo alla pericolosità sismica del territorio nazionale, in particolare è fornita la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento dai dati pubblicati sul sito http://esse1.mi.ingv.it/. Nell'Allegato B delle NTC sono riportati i valori di a_g, F_o, T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento.
Poiché l'area in esame non ricade precisamente su uno di tali punti, i valori dei parametri di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento attraverso la seguente espressione:

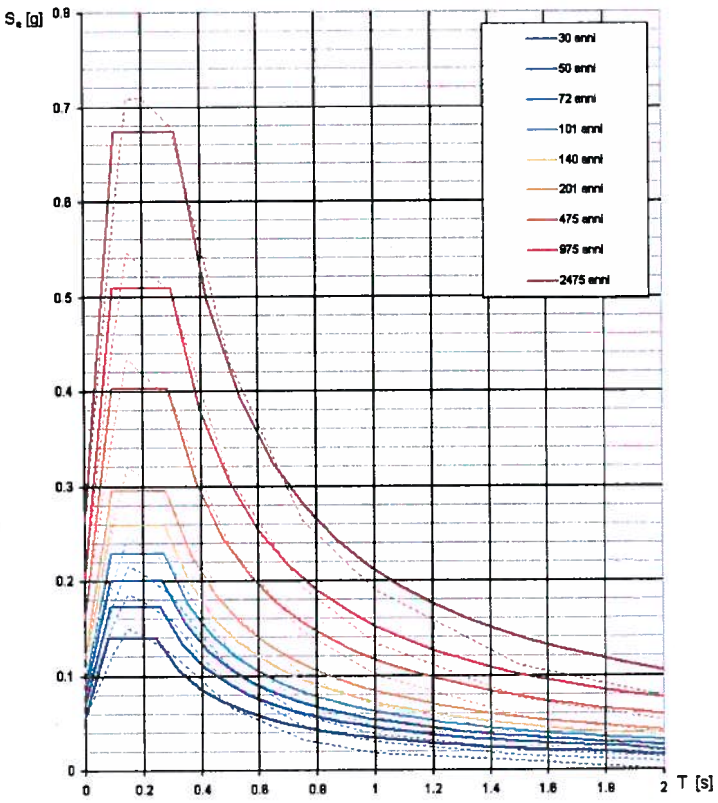
$$p = \frac{\sum_{i=1}^{4} \frac{p_i}{d_i}}{\sum_{i=1}^{4} \frac{1}{d_i}}$$

dove p è il valore del parametro di interesse nel punto in esame; pi è il valore del parametro di interesse nell'iesimo punto della maglia elementare contenente il punto in esame; d è la distanza del punto in esame dall'iesimo punto della maglia suddetta.

Di seguito si riportano i parametri a_g, F_0 e T_c' per diversi periodo di ritorno TR ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici http://www.cslp.it/cslp/.



T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
30	0.056	2.487	0.246
50	0.070	2.480	0.260
72	0.080	2.494	0.266
101	0.092	2.481	0.273
140	0.104	2.486	0.277
201	0.118	2.496	0.283
475	0.160	2.521	0.290
975	0.201	2.529	0.299
2475	0.261	2.575	0.314



B.6 Elementi di microzonazione sismica

B.6.1 Rischio sismico da PTCP di Reggio Emilia

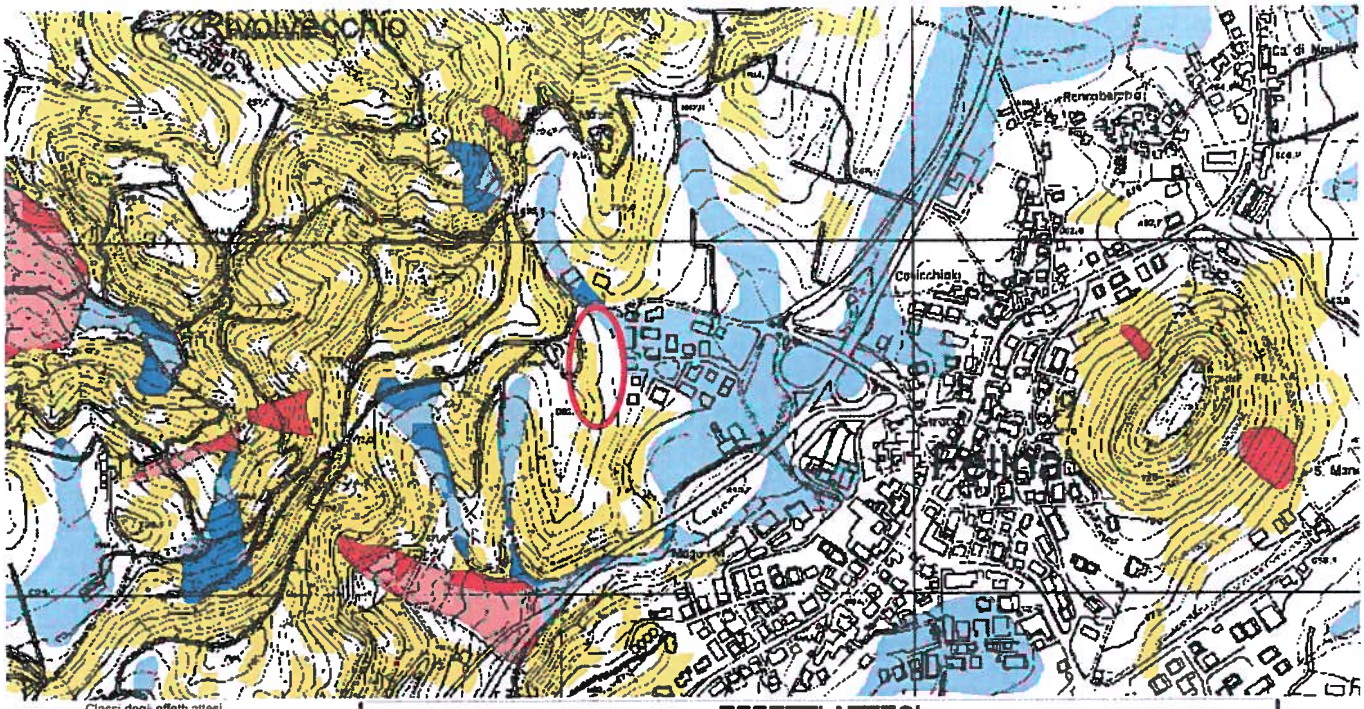
Nella tavola P9a (218SO) "Rischio sismico-carta degli effetti attesi" del PTCP della provincia di Reggio Emilia (Figura B.3), l'area oggetto del presente studio ricade in parte in classe "C" per la quale gli effetti attesi sono l'amplificazione stratigrafica, in parte in classe "E" per la quale gli effetti attesi sono sia l'amplificazione topografica.

Nella tavola P9b (218 SO) "Rischio sismico - carta dei livelli di approfondimento" (Figura B.4) per l'area in esame è indicato un livello di approfondimento "2".

B.6.2 Rischio sismico da PSC di Castelnovo né Monti

Dal PSC di Castelnuovo né Monti si riportano le carte di zonizzazione sismica e le prove sismiche eseguite sulla Formazione di Cigarello (Figura B.5).

Nella carta litotecnica allegata al PSC si evidenzia la presenza di litotipi prevalentemente marnosi pelitici e marnosi (Figura B.6).



Classi degli effetti attesi

A	
B	
C	
D	
E	
F	
G	
H	

CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X	X	X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X				X
G	X			X (potenziale)	
H					

Figura B.3. Estratto dalla tavola P9a (218SO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta degli effetti attesi". In rosso il sito in studio.

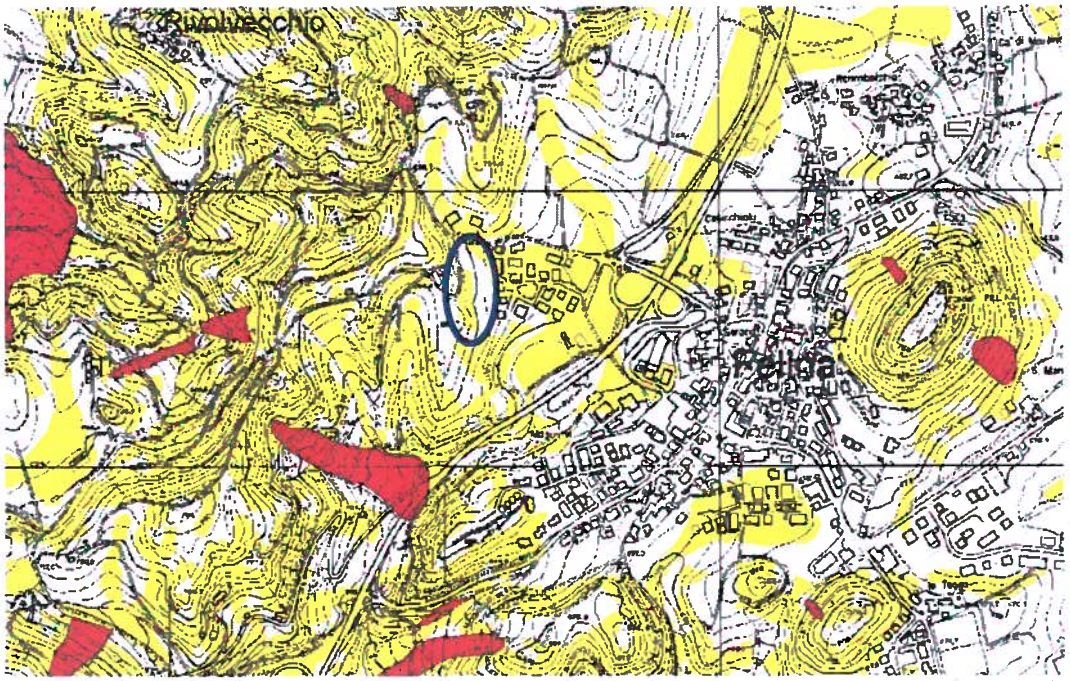


Figura B.4. Estratto dalla tavola P9b (218SO) del PTCP della provincia di Reggio Emilia (2010) – "Rischio sismico-carta dei livelli di approfondimento". In blu il sito in studio.

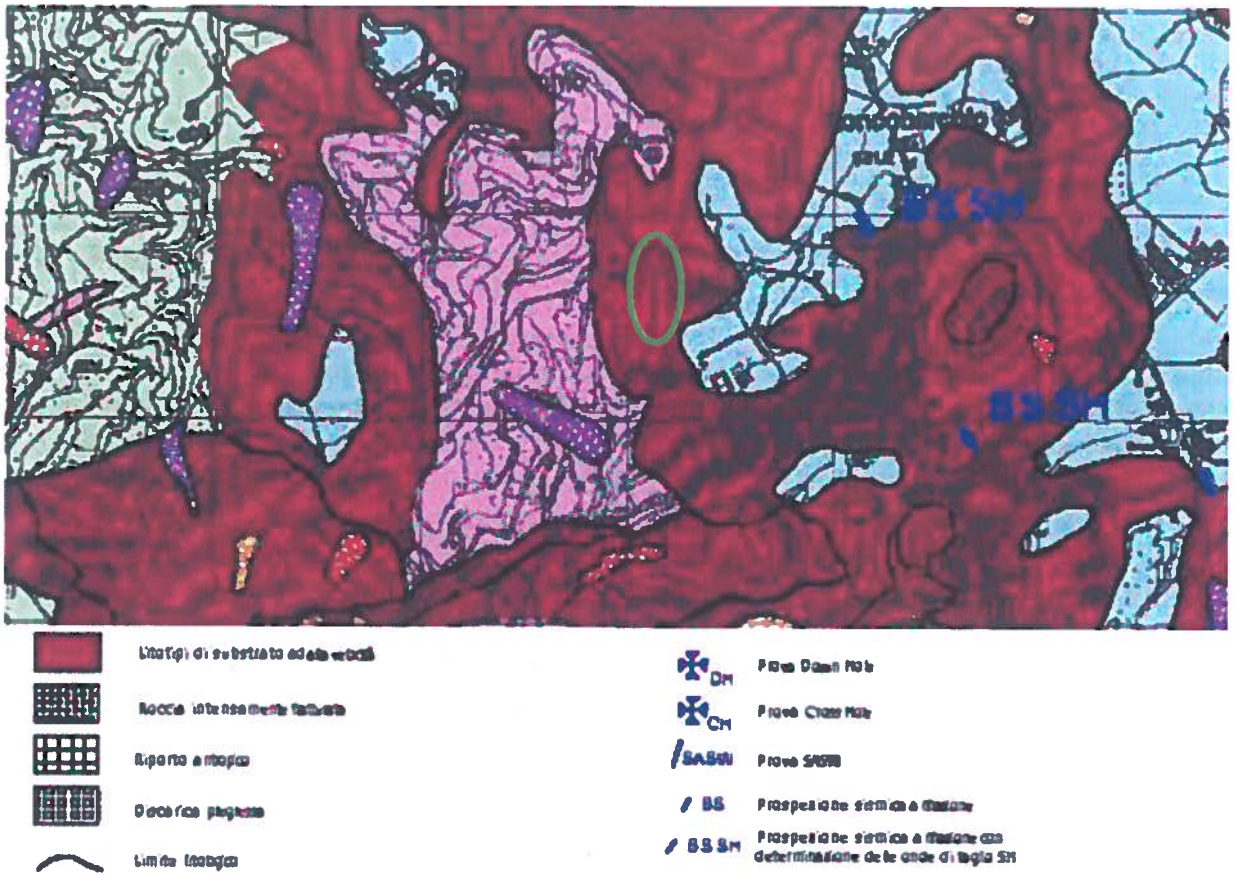


Figura B.5. Estratto tavola PSC del comune di Castelnovo né Monti. In verde il sito in studio.

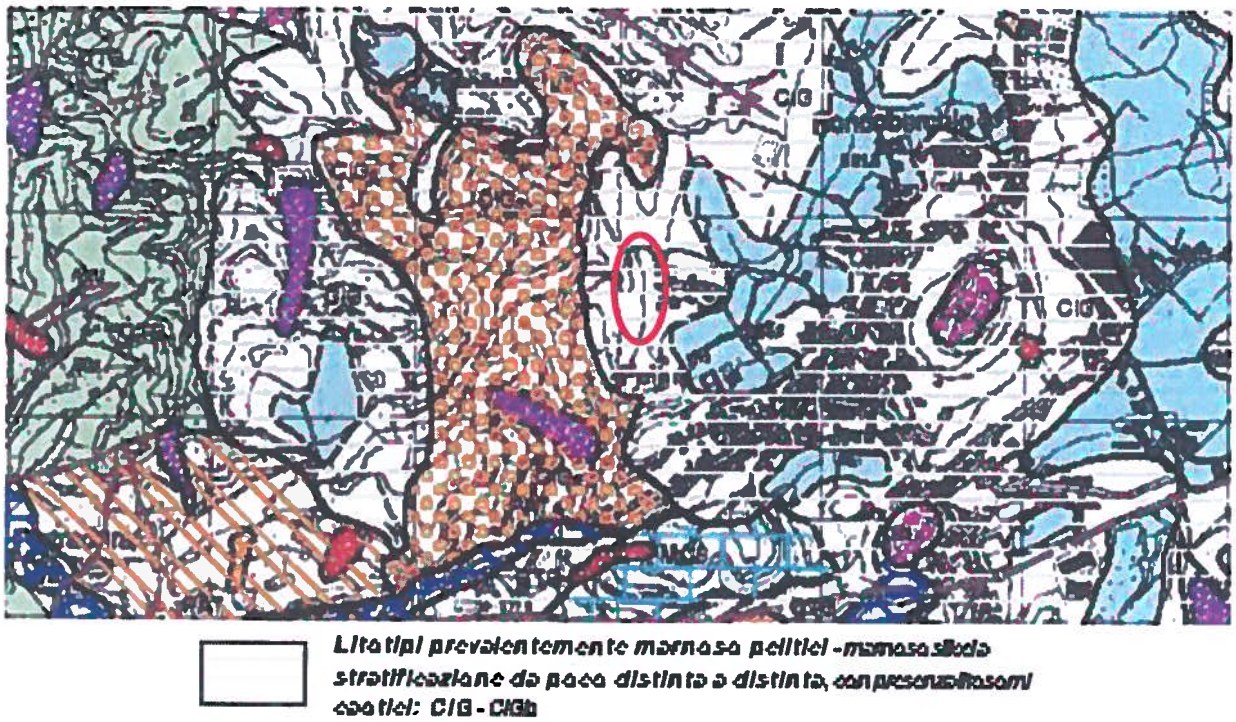


Figura B.6. Estratto tavola PSC del comune di Castelnovo né Monti. In rosso il sito in studio.

B.6.3 Elementi di Analisi locale di secondo livello

L'analisi di secondo livello prevede la definizione dei coefficienti di amplificazione. Nel caso in esame si è calcolato il fattore di amplificazione secondo il metodo riportato nell'Allegato A2 dei già citati indirizzi della Regione Emilia Romagna.

Il primo step del calcolo del valore di FA prevede la determinazione della velocità equivalente delle onde di taglio per lo spessore considerato (Vs_H e Vs_{30}) del deposito di copertura secondo le formule di seguito riportate.
La velocità delle onde di taglio equivalente nei primi 30 m di sottosuolo al di sotto delle fondazioni si determina attraverso la seguente formula:

$$Vs_{30} = 30/[\Sigma_{i=1,n} (h_i/Vs_i)]$$

In modo analogo la velocità delle onde di taglio equivalente fino alla profondità del bedrock si calcola nel seguente modo:

$$Vs_H = H/[\Sigma_{i=1,n} (h_i/Vs_i)]$$

Poiché l'area non risulta omogenea dal punto di vista geologico-stratigrafico è stata eseguita una micro zonazione sismica distinguendo tra zone con spessore della coltre inferiore a 5 m e compresa tra 5-10 m.
L'elaborazione delle prove sismiche eseguite ha restituito un valore di Vs_H pari a 110-130 m/s.
Il valore di a_{refg} per il Comune di Castelnovo né Monti è pari a 0.165g.

B.6.3.1 Il fattore di amplificazione stratigrafico

Dal momento che l'intervento in esame è ubicato in un ambito caratterizzato da substrato marino con Vs>800 m/s si devono usare le tabelle riportate in Figura B.7.

F.A. P.G.A.

Vs_H / H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.6	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0
15	2.0	2.0	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0
20	2.0	2.0	2.0	1.9	1.7	1.6	1.4	1.3	1.1	1.0
25	1.9	2.0	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.3	1.2	1.0
30	1.8	1.9	1.9	1.9	1.7	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0
35	1.7	1.8	1.9	1.9	1.7	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0
40	1.6	1.8	1.9	1.9	1.8	1.6	1.5	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - 0.1s < To < 0.5s

Vs_H / H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.8	1.6	1.4	1.2	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	2.1	2.0	1.7	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
20	2.3	2.3	1.9	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0
25	2.2	2.4	2.2	2.0	1.7	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0
30	2.1	2.3	2.3	2.1	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.0
35	1.9	2.1	2.3	2.2	1.9	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0
40	1.8	2.0	2.3	2.3	2.0	1.8	1.6	1.4	1.3	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - 0.5s < To < 1.0s

Vs_H / H	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
5	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
10	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
15	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
20	1.5	1.4	1.2	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
25	2.1	2.1	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0	1.0
30	2.4	2.3	1.9	1.5	1.2	1.1	1.1	1.0	1.0	1.0
35	2.5	2.4	2.3	1.8	1.3	1.3	1.2	1.1	1.0	1.0
40	2.7	2.6	2.6	2.0	1.6	1.3	1.2	1.1	1.1	1.0

Figura B.7. Valori del Fattore di Amplificazione in ambito caratterizzato da substrato marino con Vs>800 m/s (estratto dall'appendice A2.1.1 dell'Atto di indirizzo).

Spessore (m)	FA di PGA	FA Intensità spetrale 0.1s <T_0< 0.5s	FA Intensità spetrale 0.5s <T_0< 1.0s
0-5 m	1.6	1.2	1.0
5-10 m	2.0	1.8	1.0

Figura B.8. Valori dei fattori di amplificazione per profondità del bedrock differenti.

B.6.3.2 Fattore di amplificazione topografico

Per l'area in esame sebbene presenti una morfologia acclive non sono previsti effetti di amplificazione legati alla topografia. Il fattore S_T (coefficiente di amplificazione topografica) è stato valutato pari a 1.

		Alfa			
		lunghezza in planimetria (m)		17.9	
H=	6.60	diff. Quota (m)		6.6	
α =	0.37				
β =	0.29	Angolo	20.24 °	**36.87**	**%**
a=	2.2	**Beta**			
b=	4.15	Distanza in planimetria (m)		25.9	
c=	1.65	diff. Quota (m)		7.6	
ST	**1.00**				
Area Influenza	**5.80**	Angolo	16.35 °	**29.34**	**%**

B.6.3.3 Microzonazione sismica

Poiché l'area non risulta omogenea dal punto di vista geologico-stratigrafico è stata eseguita una microzonazione sismica dell'area le cui risultanze (fattore di amplificazione FA PGA) sono riportate nella figura seguente.

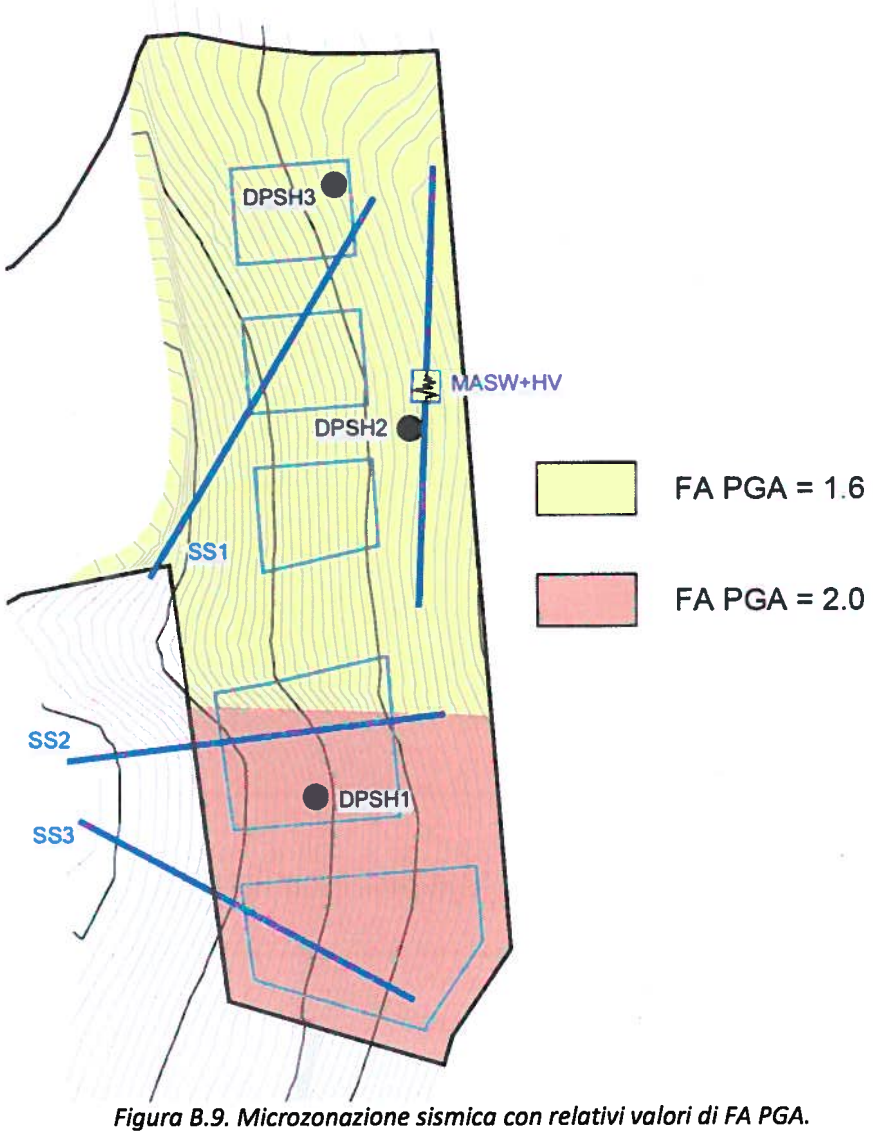


Figura B.9. Microzonazione sismica con relativi valori di FA PGA.

B.6.4 Elementi di Analisi locale di terzo livello

Il terzo livello di analisi è finalizzato alla valutazione dell'effettivo grado della pericolosità sismica locale.

B.6.4.1 Definizione del profilo del terreno e della profondità del bedrock sismico

Il profilo di velocità delle onde di taglio in funzione della profondità è stato determinato sulla base dell'indagine MASW+HVSR. La prova ha permesso di indagare uno spessore di circa 130 m.

B.6.4.2 Definizione del moto di input

La definizione del moto di input è stata eseguita sulla base dei segnali di riferimento della Delibera A.L. 112/2007 della Regione Emilia Romagna, disponibili sul sito www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica per il comune di Castelnuovo né Monti.
Tali segnali sono scalati in modo che la loro accelerazione massima corrisponda al valore di a_{refg} stabilito per il comune di Castelnuovo né Monti (**0.165g**, allegato A4 della DGR 112/2007).

Si tratta di accelerogrammi reali il cui spettro di risposta è compatibile con lo spettro di risposta del moto atteso nel comune di Castelnuovo né Monti con un periodo di ritorno di 475 anni (10% di probabilità di superamento in 50 anni) ottenuto moltiplicando lo spettro di risposta normalizzato presente nell'allegato 4 per il valore di a_{refg} del comune. Le elaborazioni dei dati numerici sono riportate nella Figura B.10.

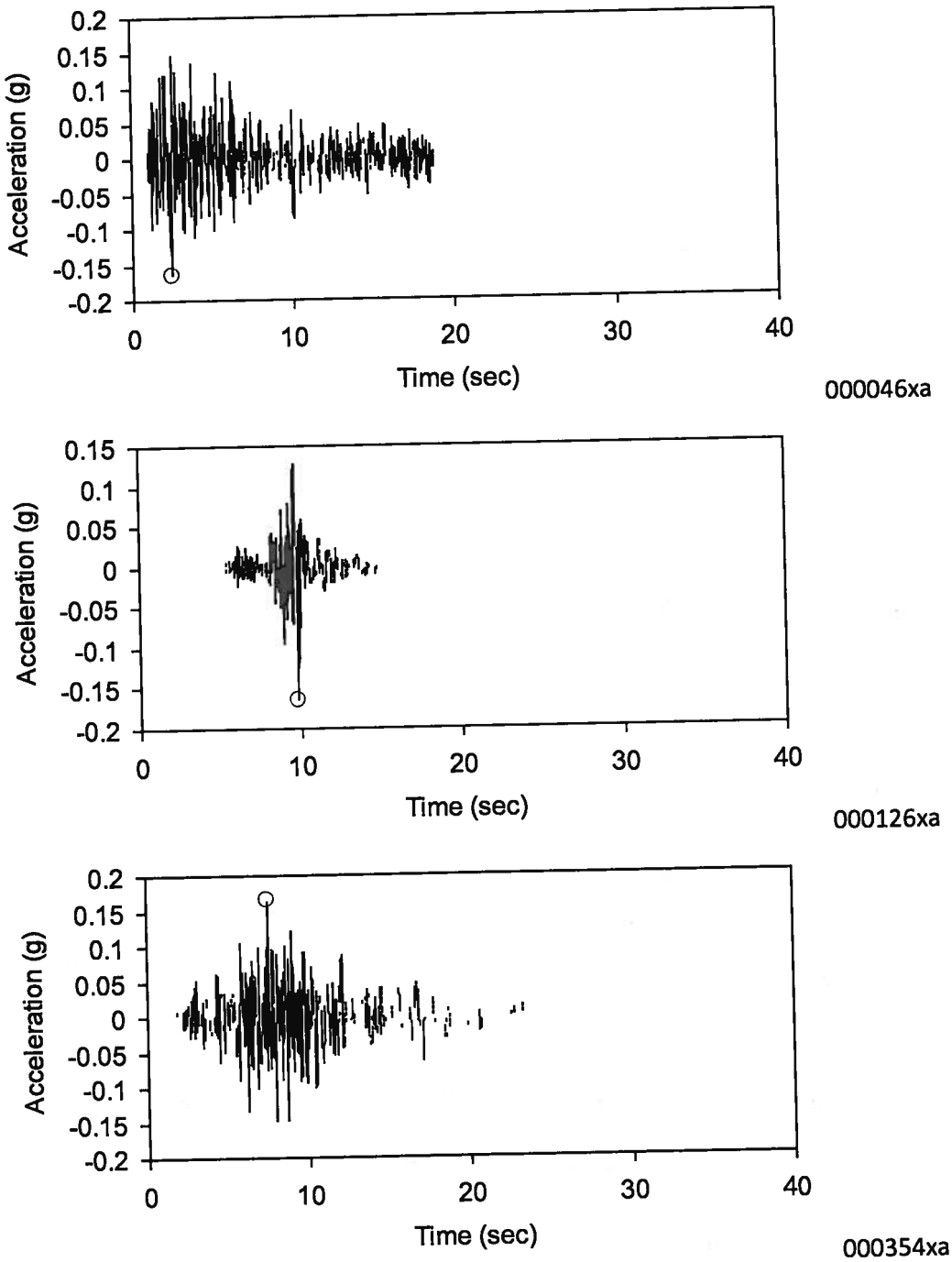
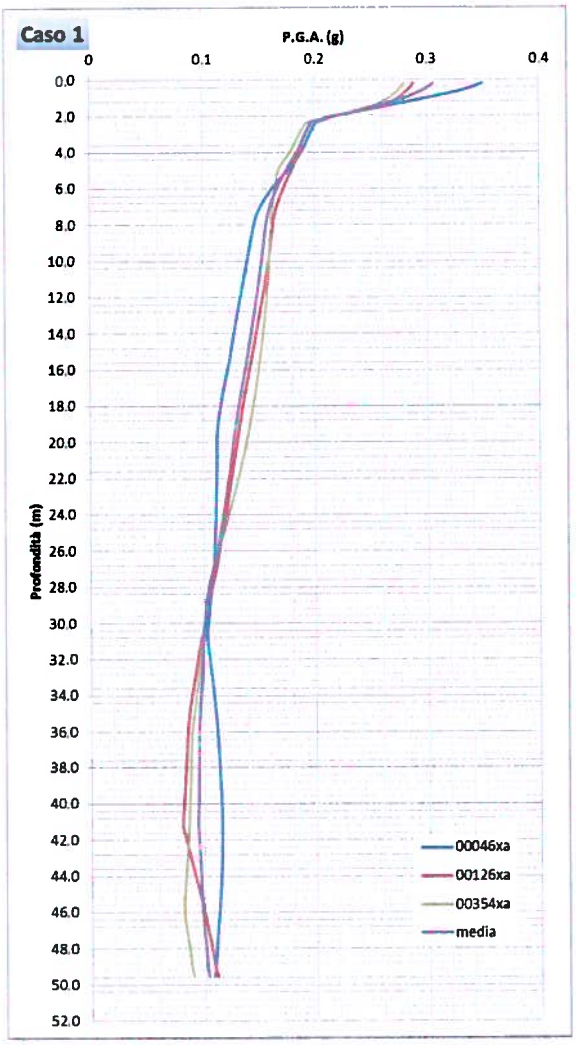
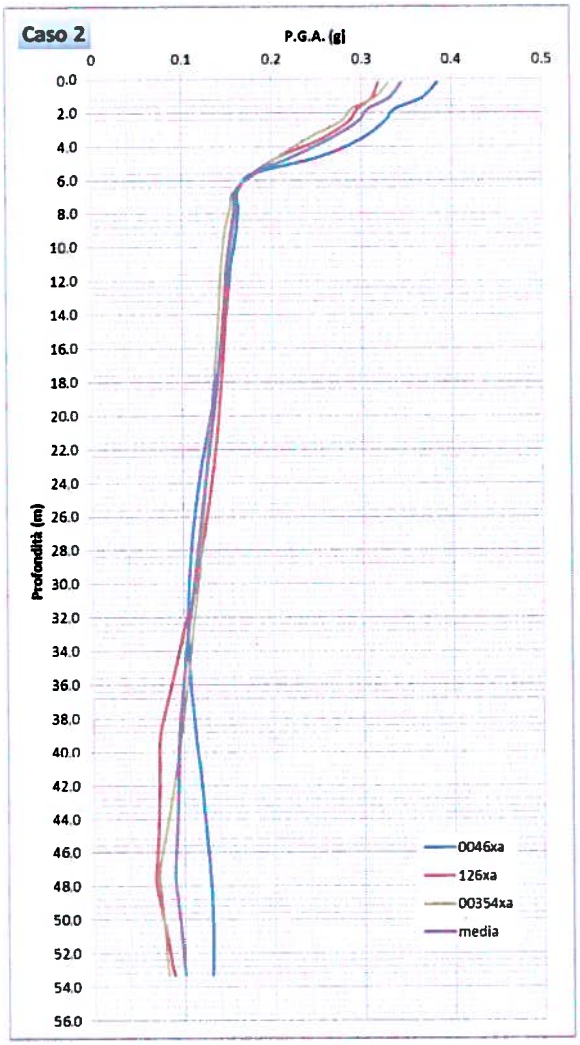


Figura B.10. Accelerogrammi utilizzati per lo studio di risposta sismica locale (dati dal sito www.regione.emilia-romagna.it/geologia/sismica).

B.6.4.3 Analisi di risposta sismica locale

La modellazione quantitativa degli effetti di amplificazione specifici dell'area in esame è stata eseguita tramite l'ausilio dei software EERA[3] (Bardet et al., 2000), e Strata[4] (Kottke et al., 2010) validi per modellare situazioni piano-parallele ad uno o più strati (1D). Nella figura successiva si riportano i grafici relativi alla variazione di PGA con la profondità nei due casi ipotizzati (substrato roccioso alla profondità di 2.4 m da pc e 6.2 m da pc.)





Da cui si ottengono i seguenti valori di PGA e dei coefficienti di amplificazione in termini di accelerazione massima orizzontale (PGA/PGA_0) a livello del piano campagna.

	PGA 000046xa	PGA 000126xa	PGA 00354xa	PGA Valore medio	FA PGA
Caso 1	0.3495	0.2884	0.2796	0.3058	1.85
Caso 2	0.3846	0.3190	0.3295	0.3443	2.08

Nella figura seguente si riportano i risultati ottenuti dalle simulazioni effettuate in termini di spettri di risposta al piano campagna per i tre accelerogrammi utilizzati (in nero è riportato anche il valore medio) per due diverse profondità del substrato roccioso (2.4 m e 6.2 m dal piano campagna). Per confronto sono riferiti anche gli spettri a probabilità uniforme amplificati (FA PGA pari a 1.6 e 2.0) per il comune di Castelnuovo né Monti (DGR 112/2007).

[3] *J. P. Bardet, k. Ichii, and c. H. Lin "EERA A Computer Program for Equivalent-linear Earthquake site Response Analyses of Layered Soil Deposits*

[4] *Albert Kottke; Ellen M. Rathje (2010), "Strata," http://nees.org/resources/692.*

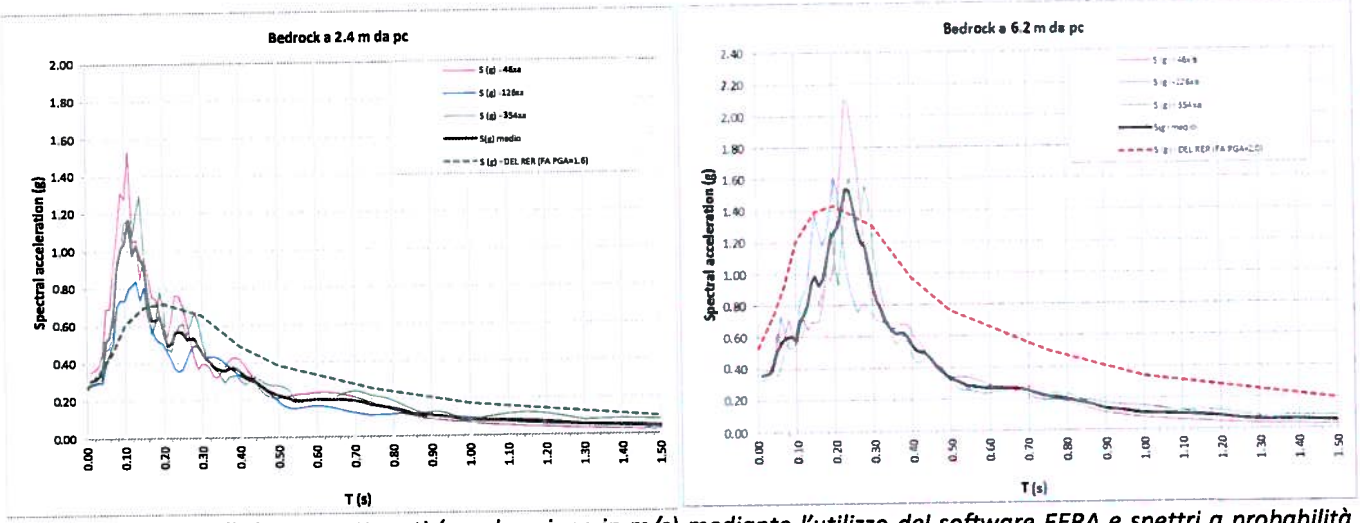


Figura B.11 Spettri di risposta ottenuti (accelerazione in m/s) mediante l'utilizzo del software EERA e spettri a probabilità uniforme amplificati dalla DGR 112/2007 (FA PGA pari a 1.6 e 2.0).

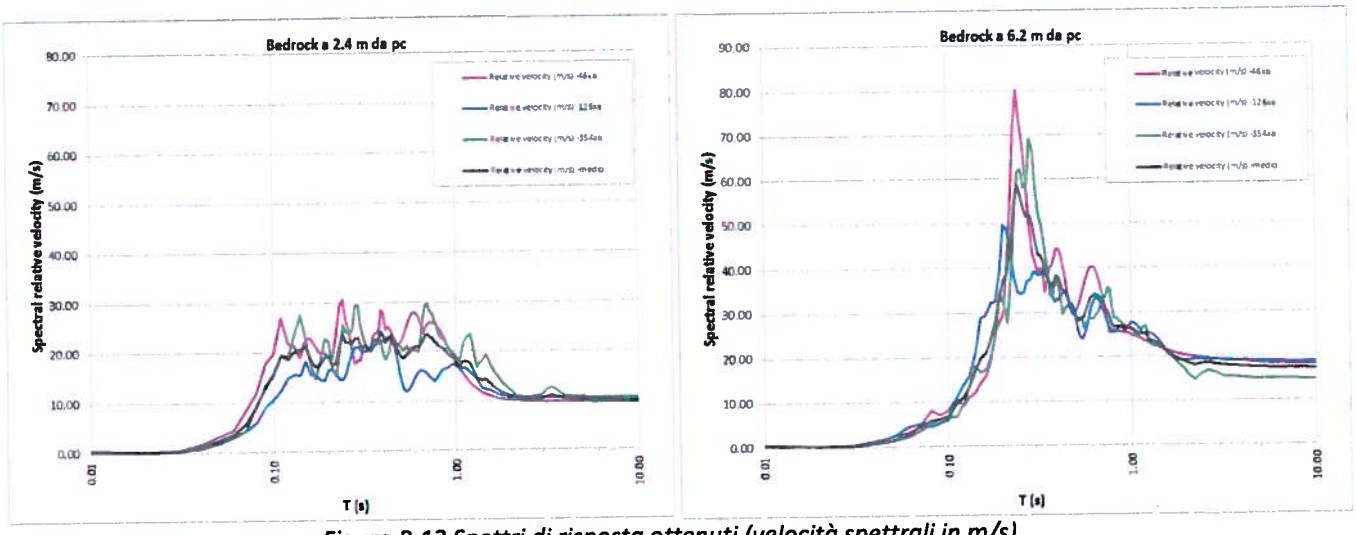


Figura B.12 Spettri di risposta ottenuti (velocità spettrali in m/s).

L'esame dei dati risultanti dalle simulazioni numeriche evidenzia che i valori massimi di accelerazione spettrale sono concentrati nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1-0.5s, il picco di valore massimo è compreso nell'intervallo di periodo compreso tra 0.1 e 0.3s

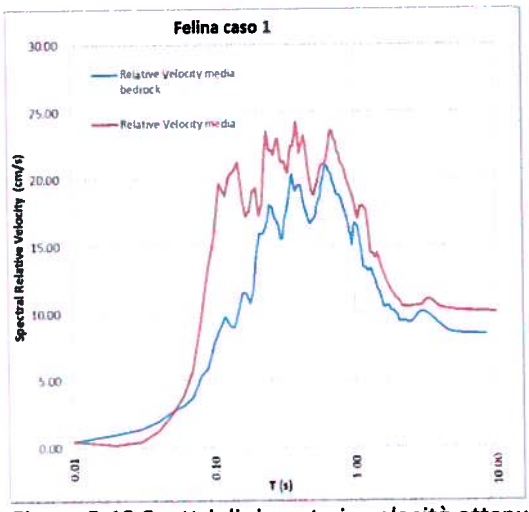


Figura B.13 Spettri di risposta in velocità ottenuti dalle simulazioni con il software EERA.

E' stata inoltre calcolata l'Intensità di Housner (SI) definita come segue

$$SI = \int_{T1}^{T2} PSV \; dT$$

Dove PSV è lo spettro di risposta in velocità (smorzamento ζ=5%).

Sulla base dei risultati ottenuti dalle analisi numeriche sono stati ricavati i valori dei coefficienti di amplificazione in termini di intensità di Housner (SI/SI_0).

FA Intensità Spettrale -0.1s<T_0<0.5s = **2.47**
FA Intensità Spettrale 0.5s<T_0<1.0s = **1.26**

Di seguito si riportano alcuni dei dati principali relativi ai segnali sismici amplificati nei due casi analizzati elaborati con il programma Seimosignal.

0046xa CASO 1	**0126XA CASO 1**	**0354XA CASO 1**
Maximum Acceleration: 0.350g at time t=2.870sec	Maximum Acceleration: 0.288g at time t=9.880sec	Maximum Acceleration: 0.280g at time t=8.740sec
Maximum Velocity: 9.644cm/sec at time t=2.515sec	Maximum Velocity: 9.842cm/sec at time t=9.840sec	Maximum Velocity: 10.420cm/sec at time t=7.635sec
Maximum Displacement: 0.812cm at time t=2.470sec	Maximum Displacement: 0.854cm at time t=9.890sec	Maximum Displacement: 1.760cm at time t=13.490sec
Vmax / Amax: 0.028sec	Vmax / Amax: 0.035sec	Vmax / Amax: 0.038sec
Acceleration RMS: 0.066g Velocity RMS: 1.965cm/sec Displacement RMS: 0.135cm	Acceleration RMS: 0.032g Velocity RMS: 1.225cm/sec Displacement RMS: 0.138cm	Acceleration RMS: 0.054g Velocity RMS: 2.416cm/sec Displacement RMS: 0.414cm
Arias Intensity: 1.343m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.076 Specific Energy Density: 77.147cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 886.155cm/sec	Arias Intensity: 0.317m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.026 Specific Energy Density: 29.975cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 291.448cm/sec	Arias Intensity: 1.130m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.063 Specific Energy Density: 145.920cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 823.371cm/sec
Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.212g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 38.041cm Housner Intensity: 23.723cm	Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.176g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 33.623cm Housner Intensity: 24.632cm	Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.213g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 42.664cm Housner Intensity: 37.423cm
Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.283g Sustained Maximum Velocity (SMV): 7.787cm/sec	Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.198g Sustained Maximum Velocity (SMV): 5.753cm/sec	Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.234g Sustained Maximum Velocity (SMV): 7.468cm/sec
Effective Design Acceleration (EDA): 0.260g	Effective Design Acceleration (EDA): 0.250g	Effective Design Acceleration (EDA): 0.249g
A95 parameter: 0.343g	A95 parameter: 0.286g	A95 parameter: 0.275g
Predominant Period (Tp): 0.100sec Mean Period (Tm): 0.156sec	Predominant Period (Tp): 0.120sec Mean Period (Tm): 0.182sec	Predominant Period (Tp): 0.140sec Mean Period (Tm): 0.200sec

Caso 2 0046Xa	**Caso 2 0126xa**	**Caso 2 0354xa**
Maximum Acceleration: 0.385g at time t=2.195sec	Maximum Acceleration: 0.319g at time t=9.900sec	Maximum Acceleration: 0.330g at time t=8.175sec
Maximum Velocity: 18.567cm/sec at time t=2.275sec	Maximum Velocity: 14.121cm/sec at time t=9.815sec	Maximum Velocity: 14.581cm/sec at time t=7.685sec
Maximum Displacement: 1.123cm at time t=2.200sec	Maximum Displacement: 1.164cm at time t=9.910sec	Maximum Displacement: 1.855cm at time t=13.505sec
Vmax / Amax: 0.049sec	Vmax / Amax: 0.045sec	Vmax / Amax: 0.045sec
Acceleration RMS: 0.077g Velocity RMS: 3.172cm/sec Displacement RMS: 0.188cm	Acceleration RMS: 0.035g Velocity RMS: 1.603cm/sec Displacement RMS: 0.153cm	Acceleration RMS: 0.067g Velocity RMS: 3.299cm/sec Displacement RMS: 0.439cm
Arias Intensity: 1.804m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.095 Specific Energy Density: 201.091cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 980.415cm/sec	Arias Intensity: 0.369m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.029 Specific Energy Density: 51.374cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 273.891cm/sec	Arias Intensity: 1.729m/sec Characteristic Intensity (Ic): 0.087 Specific Energy Density: 272.031cm2/sec Cumulative Absolute Velocity (CAV): 1055.841cm/sec
Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.345g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 61.987cm Housner Intensity: 33.560cm	Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.260g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 49.634cm Housner Intensity: 31.482cm	Acceleration Spectrum Intensity (ASI): 0.333g*sec Velocity Spectrum Intensity (VSI): 58.493cm Housner Intensity: 45.831cm
Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.345g Sustained Maximum Velocity (SMV): 12.673cm/sec	Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.235g Sustained Maximum Velocity (SMV): 7.197cm/sec	Sustained Maximum Acceleration (SMA): 0.300g Sustained Maximum Velocity (SMV): 11.967cm/sec
Effective Design Acceleration (EDA): 0.363g	Effective Design Acceleration (EDA): 0.308g	Effective Design Acceleration (EDA): 0.314g
A95 parameter: 0.380g	A95 parameter: 0.318g	A95 parameter: 0.324g
Predominant Period (Tp): 0.240sec Mean Period (Tm): 0.246sec	Predominant Period (Tp): 0.200sec Mean Period (Tm): 0.254sec	Predominant Period (Tp): 0.240sec Mean Period (Tm): 0.270sec

B.7 Aspetti geomorfologici

Dal punto di vista morfologico l'area è in prevalenza, il risultato dell'azione prodotta dalle acque di scorrimento superficiale e dall'azione della gravità sui versanti.

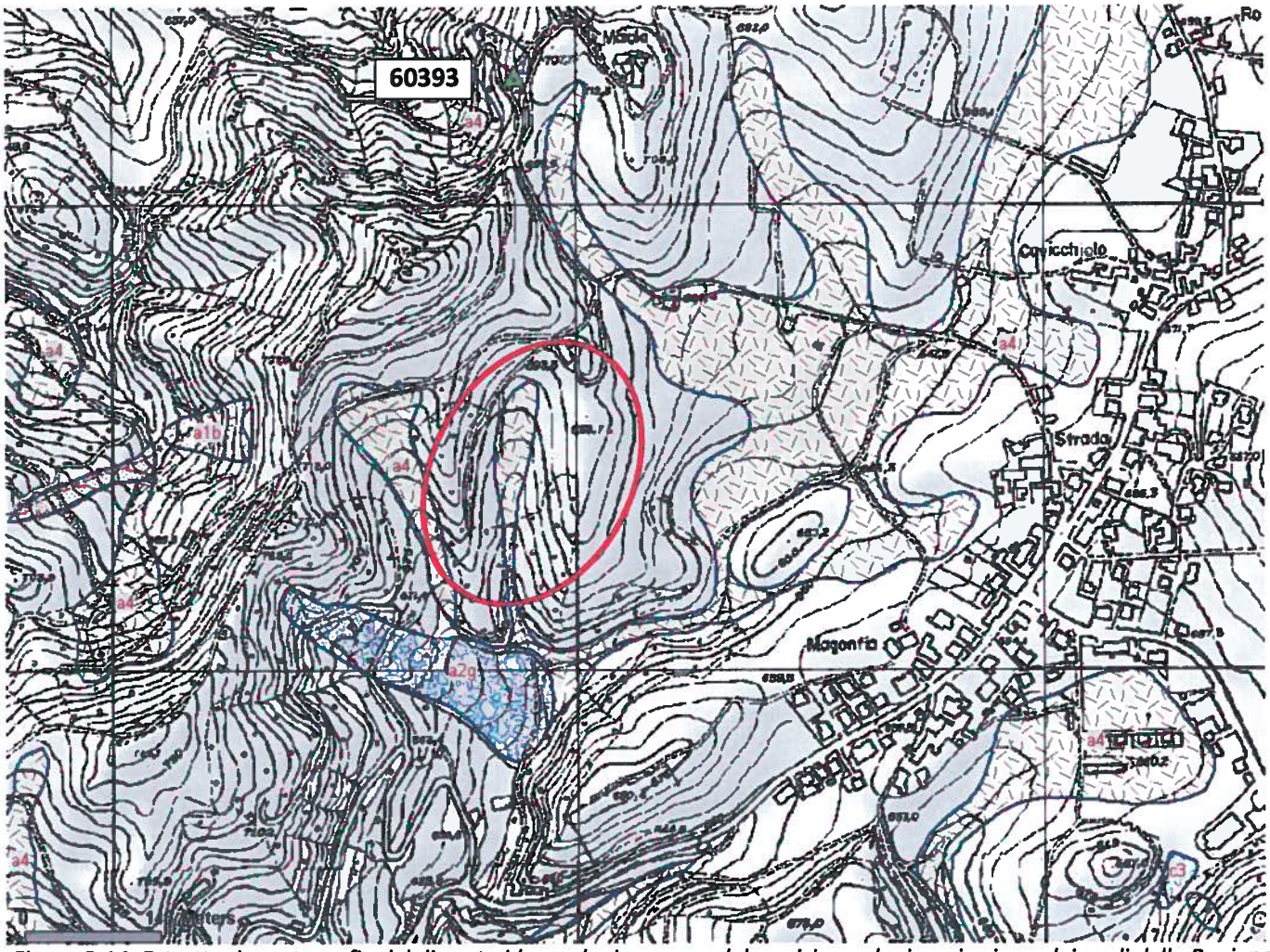


Figura B.14. Estratto da cartografia del dissesto idrogeologico a cura del servizio geologico, sismico e dei suoli della Regione Emilia-Romagna. In rosso l'area oggetto del presente studio.

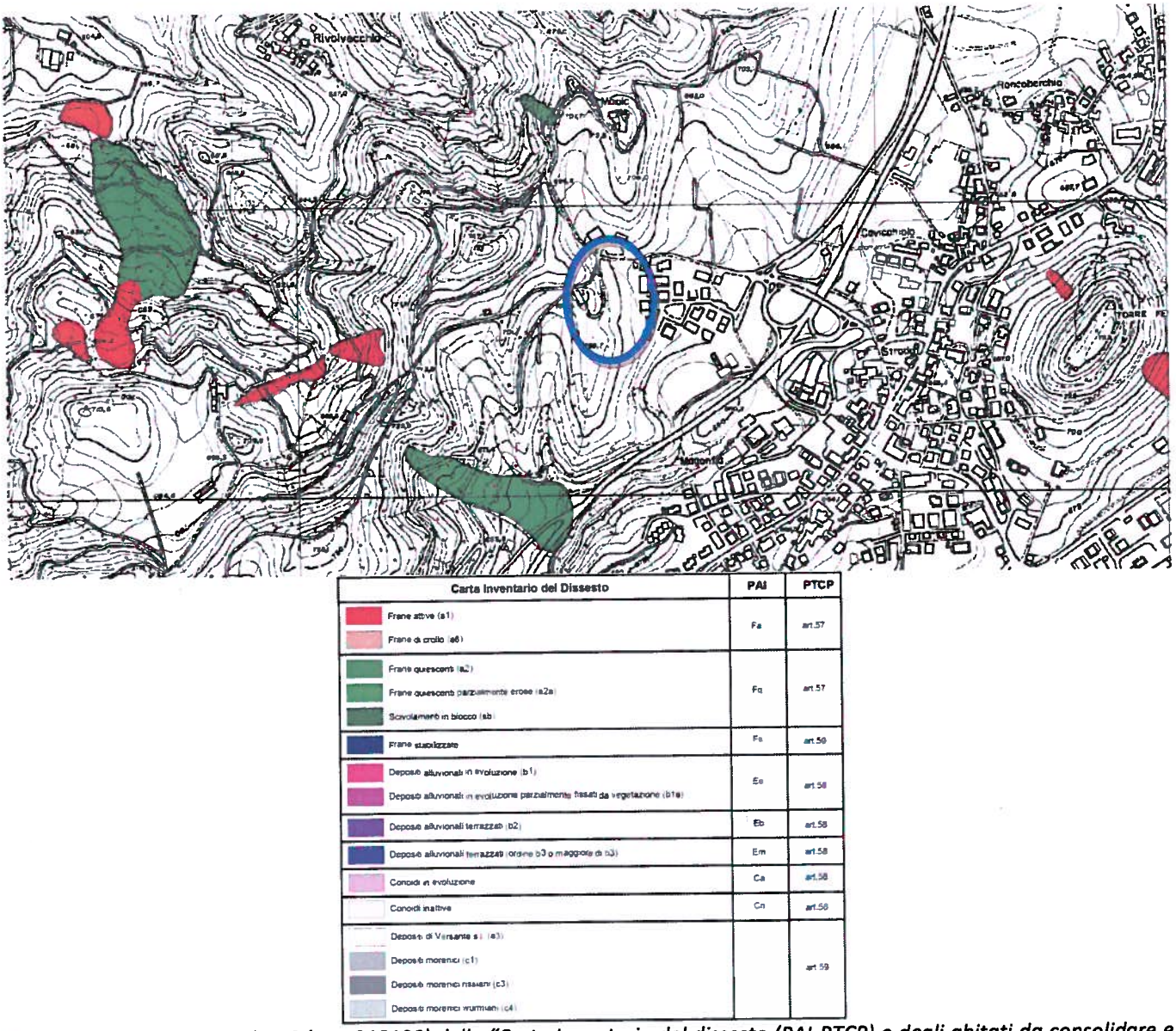
Come si osserva dall'estratto della carta riportato nella Figura B.14 i versanti sono interessati da depositi eluvio-colluviali. Non sono segnalati particolari dissesti fatta eccezione per un piccolo dissesto nelle vicinanze del sito in merito al quale nell'archivio dei movimenti franosi della regione Emilia Romagna si riporta quanto segue:

ID UBICAZIONE: 60393 - ID EVENTO: 60559
data: 01/APRILE/1960
riferimento nella carta tecnica regionale: 218SO
descrizione: rimobilitazione della frana
dimensioni del fenomeno: lunghezza di 60 m
cause innesco: precipitazioni aprile 1960

ID UBICAZIONE: 60393 - ID EVENTO: 60560
data: 01/DICEMBRE/1959
localizzazione: Felina. Strada Felina - Rivolvecchio, loc. a valle di Maiola
bacino idrografico: T. Enza;T. Tassobbio (Rio Maillo, Fosso Acquasanta)
riferimento nella carta tecnica regionale: 218SO
descrizione: Innesco di un movimento sul pendio a monte della strada.Piccola frana non segnalata

dimensioni del fenomeno: lunghezza di 60 m
cause innesco: precipitazioni autunno 1959

Nella figura successiva si riporta un estratto tavola P6 (sez. 215100) della "Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)", da notare come anche in questa cartografia non siano segnalate porzioni in dissesto.



Carta Inventario del Dissesto	PAI	PTCP
Frane attive (a1) Frane di crollo (a6)	Fa	art.57
Frane quiescenti (a2) Frane quiescenti parzialmente erose (a2a) Scivolamenti in blocco (sb)	Fq	art.57
Frane stabilizzate	Fs	art.56
Depositi alluvionali in evoluzione (b1) Depositi alluvionali in evoluzione parzialmente fissati da vegetazione (b1a)	Ee	art.56
Depositi alluvionali terrazzati (b2)	Eb	art.56
Depositi alluvionali terrazzati (ordine b3 o maggiore di b3)	Em	art.56
Conoidi in evoluzione	Ca	art.56
Conoidi inattive	Cn	art.56
Depositi di Versante s.l. (a3) Depositi morenici (c1) Depositi morenici rissiani (c3) Depositi morenici wurmiani (c4)		art.59

Figura B.15. Estratto tavola P6 (sez. 218100) della "Carta Inventario del dissesto (PAI-PTCP) e degli abitati da consolidare e trasferire (L445/1908)". In blu l'area in esame.

Nella Figura B.16 e nella Figura B.17 sono riportati rispettivamente un estratto della carta di suscettività da frana e dell'acclività, tratte dalla cartografia del dissesto idrogeologico a cura del servizio geologico, sismico e dei suoli e disponibile in rete.

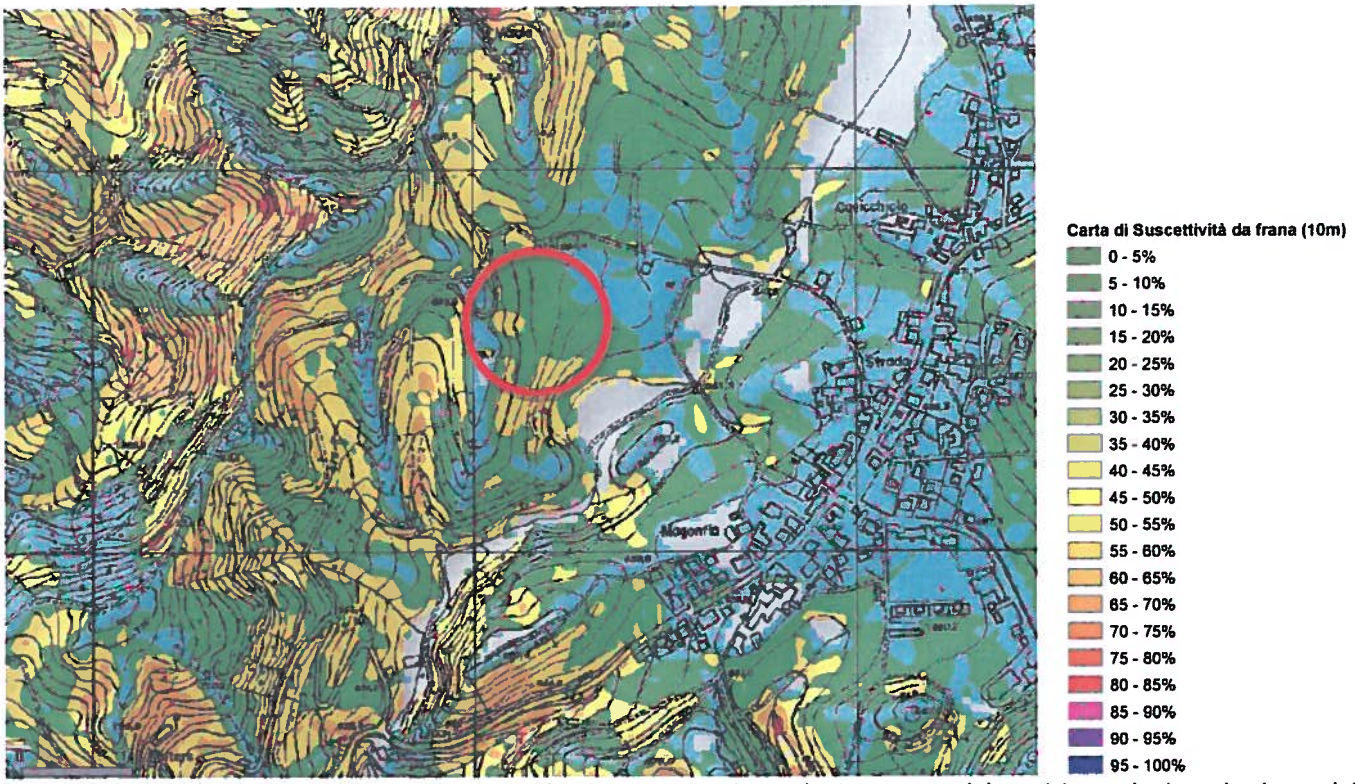


Figura B.16. Suscettività da frana dalla cartografia del dissesto idrogeologico a cura del servizio geologico, sismico e dei suoli della regione Emilia-Romagna.

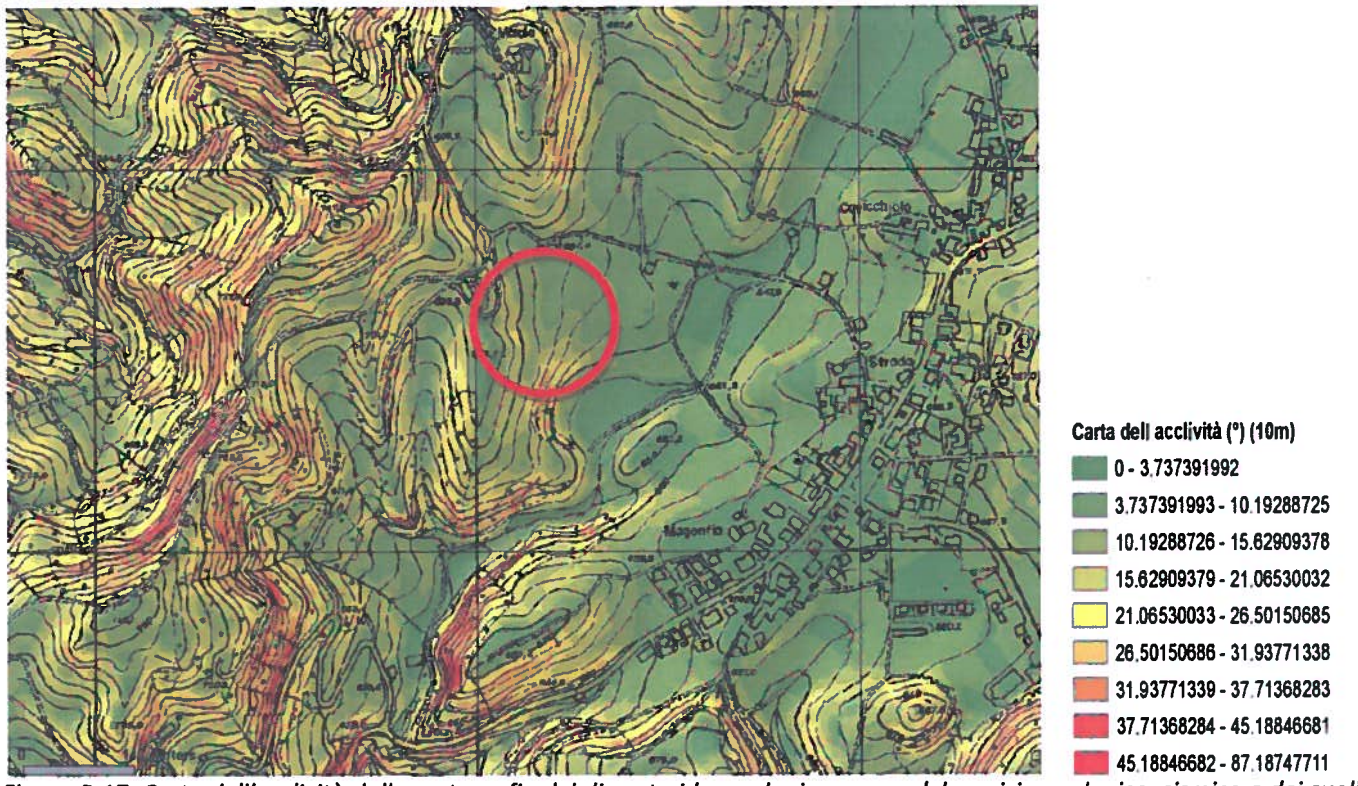


Figura B.17. Carta dell'acclività dalla cartografia del dissesto idrogeologico a cura del servizio geologico, sismico e dei suoli della regione Emilia-Romagna.

Nella tavola P3.c "Rispetti e limiti all'edificabilità" del PSC di Castelnuovo né Monti si evidenzia come l'area rientri tra quelle urbanizzabili e sia soggetta a vincolo idrogeologico.

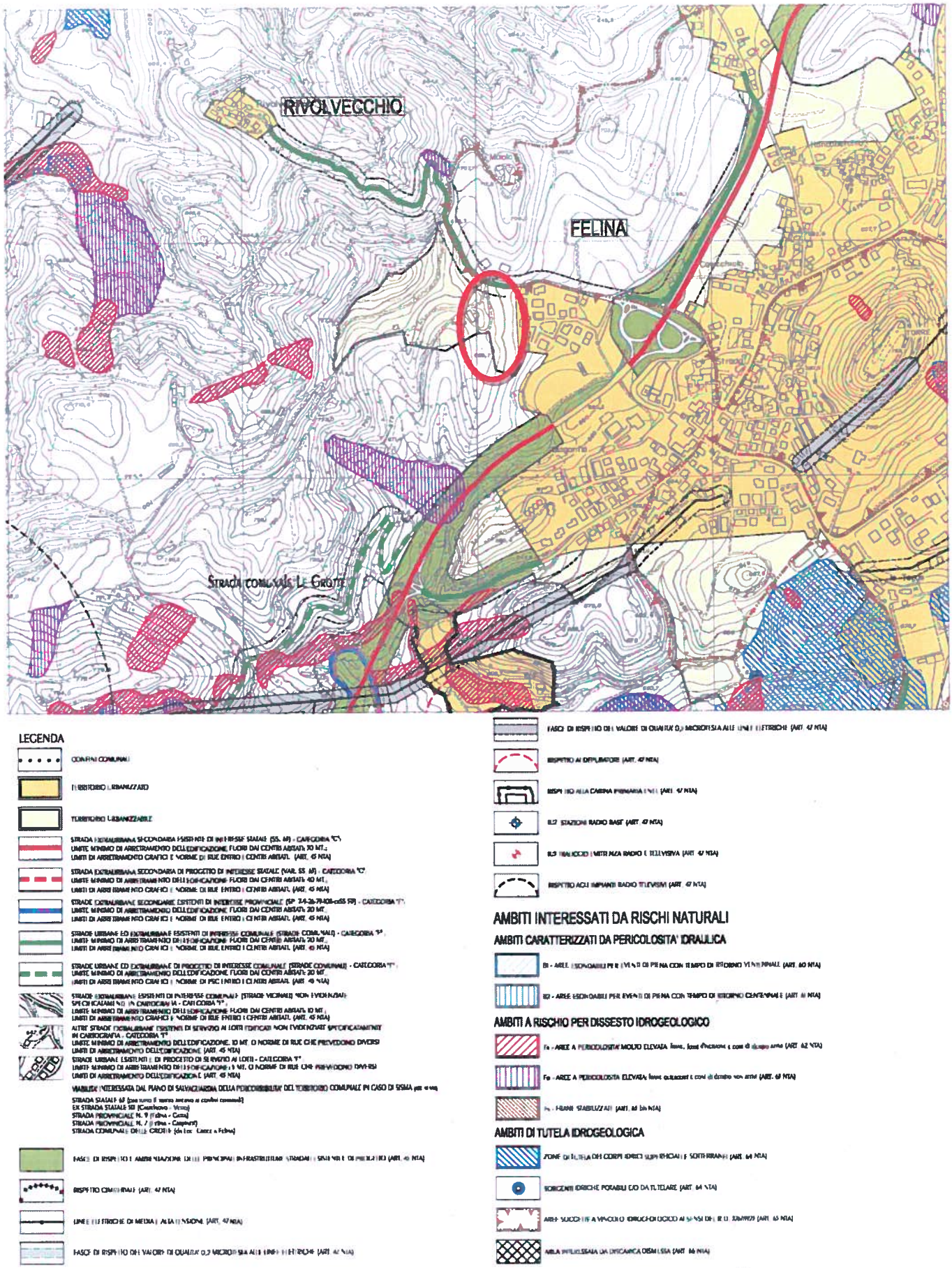


Figura B.18. Tavola P3.c del PSC di Castelnovo né Monti – "Rispetti e limiti all'edificabilità".

B.8 Idrogeologia

All'interno della carta "Sorgenti e unità geologiche sede di acquiferi nell'Appennino emiliano-romagnolo" a cura del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna e disponibile in rete nell'area in esame non sono segnalate sorgenti e ammassi rocciosi "rocce magazzino".

B.8.1 Piezometria

Durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche, marzo 2011, è stata rilevata la presenza della falda a profondità comprese tra 2.0 e 5.2 m da p.c., secondo il seguente schema:

Prova	Profondità della falda (m da p.c.)
DPSH1	-5.13
DPSH2	-1.95
DPSH3	-2.19

B.8.2 Vulnerabilità degli acquiferi

In merito alla vulnerabilità degli acquiferi si fa riferimento alla tavola P10a del PTCP di Reggio Emilia "Carta delle tutele delle acque sotterranee e superficiali". Il sito in esame risulta esterno alle zone di protezione delle acque in territorio collinare e montano, costituite sia dalle rocce magazzino sia dalle emergenze naturali della falda (sorgenti captate) e relative zone di protezione.

C. DATI GEOGNOSTICI

C.1 Indagini eseguite

Per ottenere informazioni relative alla situazione del sottosuolo sono state eseguite 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH), tre stendimenti sismici per prove sismiche a rifrazione (SS1-SS2-SS3) e una prova MASW+HVSR. L' ubicazione delle indagini è riportata nella figura successiva.

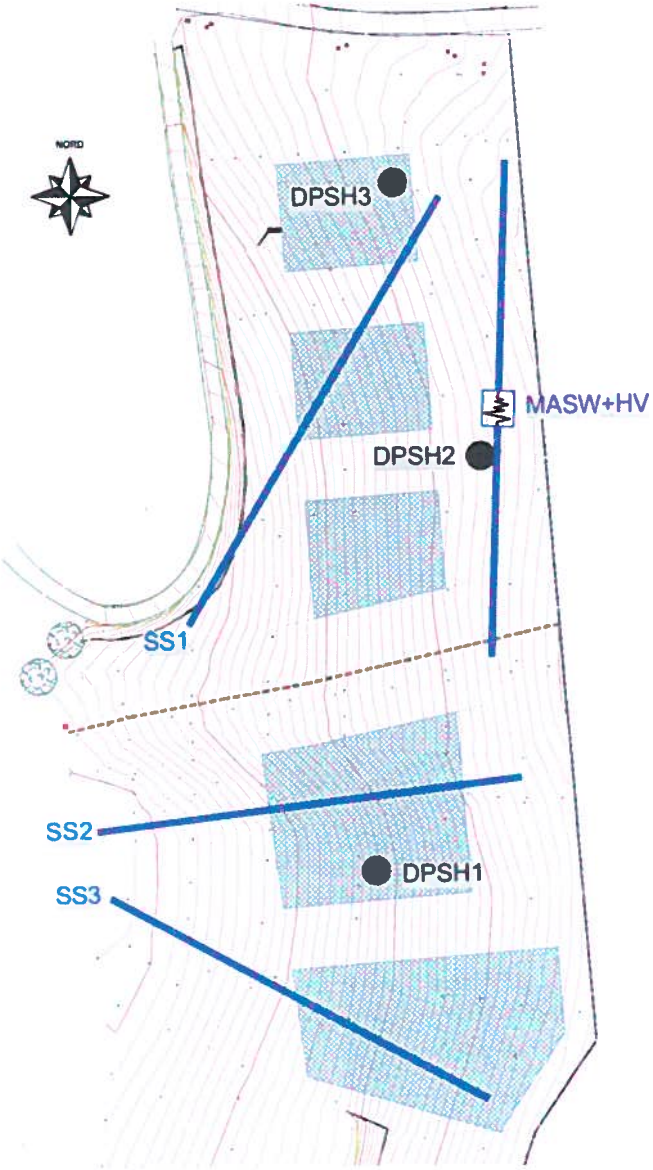


Figura C.1. Ubicazione delle prove geognostiche.

	Tipo	Profondità indagine (m dal p.c.)	Soggiacenza falda (m da p.c.)
DPSH1	Prova penetrometrica dinamica	6.6	6.20
DPSH2	Prova penetrometrica dinamica	3.4	1.95
DPSH3	Prova penetrometrica dinamica	3.6	2.19
SS1	Prova sismica (Sismica a rifrazione)	-	-
SS2	Prova sismica (Sismica a rifrazione)	-	-
SS3	Prova sismica (Sismica a rifrazione)	-	-
MASW+HVSR	Prova sismica (onde di superficie + microtremore)	-	-

Tabella C.1. Elenco indagini geognostiche eseguite.

C.2 Prove penetrometriche dinamiche (DSPH)

Tale indagine è stata effettuata con penetrometro dinamico tipo Pagani avente le seguenti caratteristiche: Massa maglio = 63.5 kg; Altezza caduta = 75 cm; Area punta = 20.00 cmq; Penetrazione standard = 20 cm.
L'indagine consiste nell'infiggere nel terreno un'asta o una serie di aste con punta conica o con curetta. Il sistema d'infissione è costituito da un maglio che batte sulle aste; il dato rilevato è il numero di colpi (numero di volte) che occorre per abbassare il sistema aste/punta di 20 cm nel terreno. Si ottengono così diagrammi che discretizzano il sottosuolo in livelli di 20 cm per l'intera profondità d'indagine. Frequentemente, come in questo caso, si sono interrotte le prove quando il numero dei colpi diventava particolarmente elevato vicino al rifiuto. In allegato sono riportati i valori del numero di colpi N in funzione della profondità. Per il calcolo dei parametri geomeccanici, i valori d'infissione relativi all'avanzamento di 20 cm, sono stati trasformati in valori d'infissione della prova standard (Nspt), per mezzo di un coefficienti noti in bibliografia.
Le letture di campagna ed i tabulati dei calcoli per i relativi parametri geomeccanici ricavabili dalle prove eseguite sono riportati in allegato.

Nella Figura C.2 si riporta il grafico dell'andamento n°colpi con la profondità per le prove dinamiche eseguite.

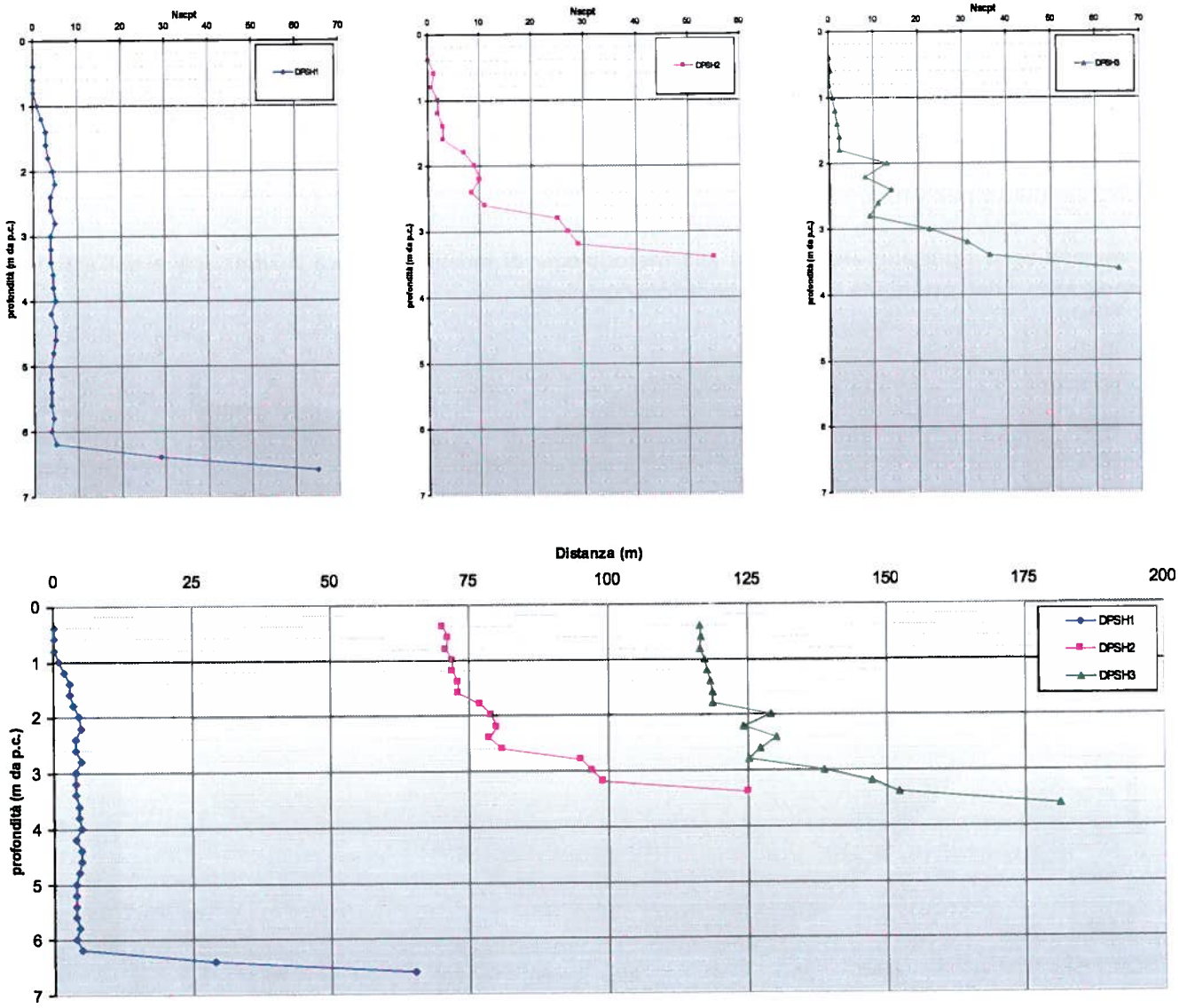


Figura C.2. Diagramma n° colpi (Nscpt) in funzione della profondità per le 3 prove dinamiche eseguite.

C.3 Prova sismica a rifrazione (elaborazione tomografica)

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione (shot) fino agli apparecchi di ricezione (geofoni) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di Snell), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente. La strumentazione necessaria per le prospezioni comprende una serie di geofoni che vengono spaziati lungo un determinato allineamento (base sismica) e un sismografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono.
L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 24 canali (modello Echo 2002) collegato a 24 geofoni verticali aventi frequenza propria di 4.5 Hz. Come sorgente energizzante per le onde P è stata utilizzata una mazza da 8 Kg ad impatto verticale su piastra metallica.
Sono stati realizzati tre stendimenti sismici lineari (SS1-SS2-SS3): l'energizzazione è stata effettuata in 7-9 punti lungo ciascun stendimento.

I dati acquisiti sono stati elaborati secondo il metodo simisco-tomografico. L'elaborazione tomografica è una tecnica di indagine con un alto potere risolutivo che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse. Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

In appendice si riportano alcuni cenni alla metodologia di indagine sismica a rifrazione e dell'elaborazione tomografica, i dati ottenuti e le loro elaborazioni complete.

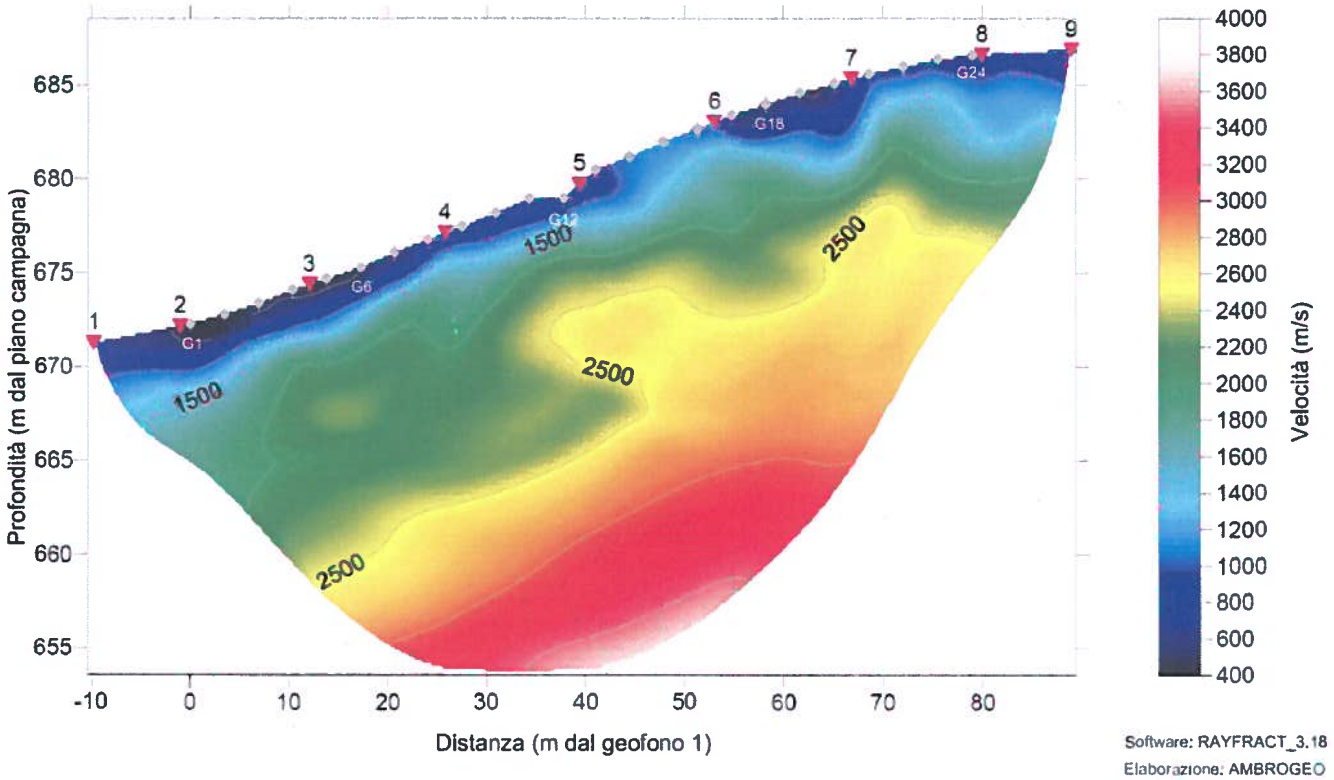


Figura C.3. Sezione tomografica relativa allo stendimento sismico SS1.

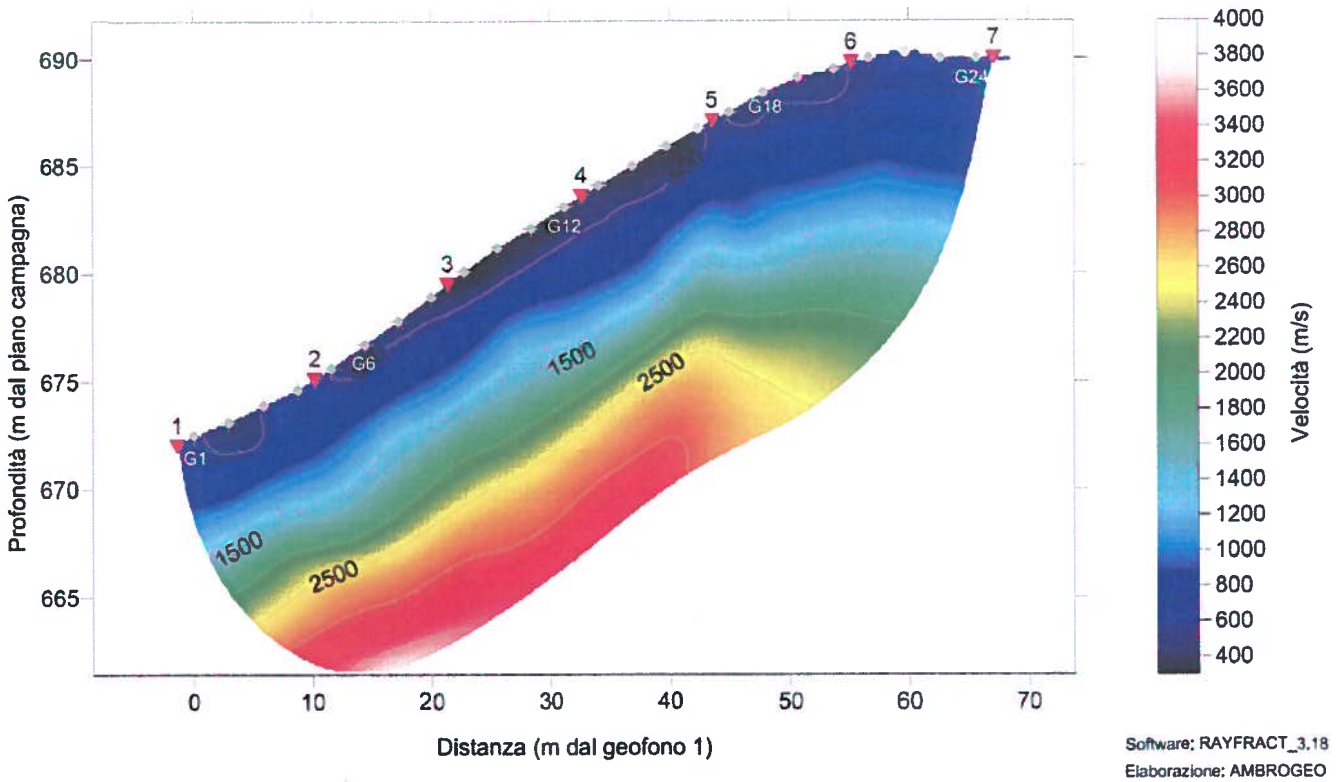


Figura C.4. Sezione tomografica relativa allo stendimento sismico SS2.

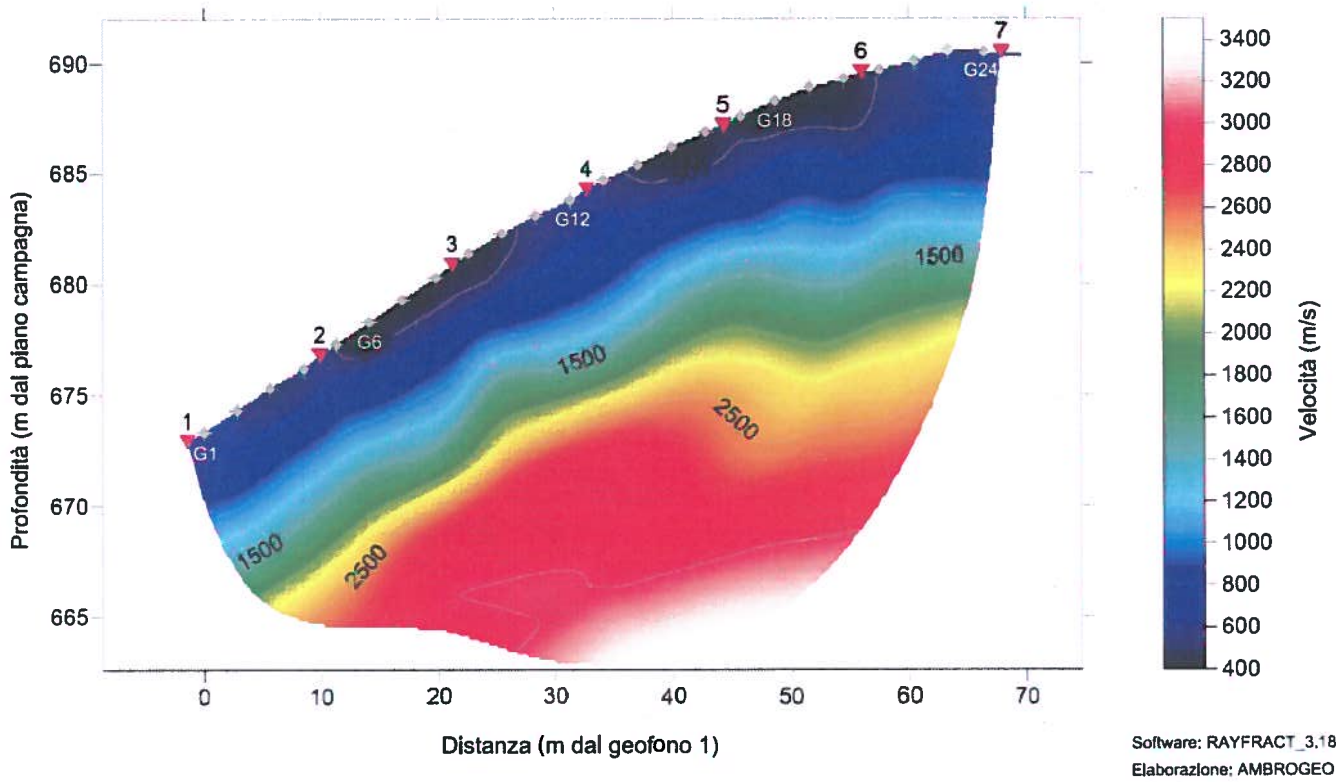


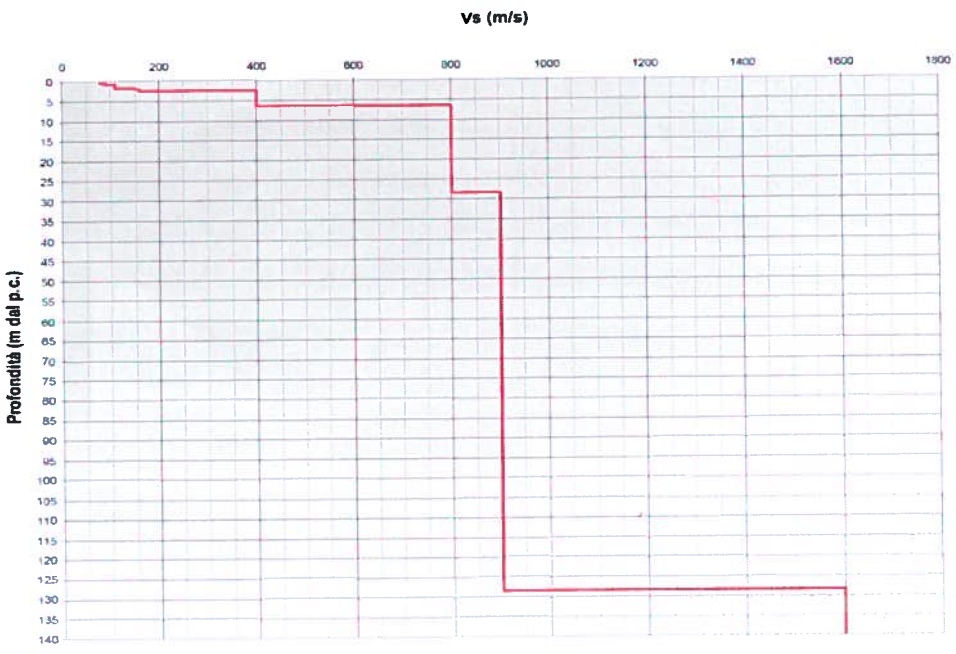
Figura C.5. Sezione tomografica relativa allo stendimento sismico SS3.

Le sezioni tomografiche ottenute e le risultanze delle indagini penetrometriche hanno consentito di individuare, in funzione della velocità sismica, il seguente modello di sottosuolo:

- unità areata superficiale: velocità sismiche fino a 500 m/sec e spessore di circa 1.0-1.5 m;
- unità superficiale a bassa velocità: velocità sismiche inferiori a 1200 m/sec con spessore variabile nei 3 stendimenti sismici (minimo nella sezione sismica SS1 e di circa 6-7 m nelle sezioni SS2 e SS3), probabile coltre detritica superficiale;
- unità intermedia a velocità medio-bassa: velocità sismiche mediamente comprese tra 1200 e 2000 m/sec e spessore di circa 3.0 m, potrebbe trattarsi di un substrato estremamente alterato e fratturato;
- unità di fondo: velocità sismiche maggiori di 2000 m/sec, probabile substrato roccioso.

C.4 Prova sismica MASW+HVSR

Per mezzo della tecnica MASW e quindi dello studio delle onde superficiali che comunemente dominano una porzione considerevole dei sismogrammi, è possibile ottenere delle stime del profilo di velocità delle onde S. Le indagini MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) sono utilizzate per la determinazione del profilo di rigidezza dei terreni più superficiali. L'approccio utilizzato è basato su una doppia trasformata del campo d'onda (trasformate Slant-Stack e di Fourier), per mezzo della quale viene rappresentato il segnale nel dominio ω-p (frequenza angolare-slowness), in cui è possibile identificare la curva di dispersione sperimentale delle onde di Rayleigh.
Le indagini MASW sono eseguite con un sismografo a 24 canali e geofoni a bassa frequenza (<10 Hz); lo stendimento è eseguito partendo da un punto centrale (misuratore) dove è posizionato lo strumento di acquisizione; nella norma i 24 canali sono suddivisi in due stendimenti da 12 geofoni con baricentro posto nello strumento di acquisizione; l'asse intergeofonico è variabile tra 1-5 m. L'energizzazione viene eseguita in posizione esterna con un offset rispettivamente tra i 2-10 m dal geofono più distante dall'acquisitore; l'energizzatore è rappresentato da una mazza battente su piastra orizzontale.
Sono inoltre state eseguite una serie di misure di microtremori atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR) utile a definire eventuali risonanze di sito e, unitamente a misure di dispersione delle onde di superficie, a meglio vincolare il profilo Vs. A causa della pesante non-univocità della soluzione una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazione sulle Vs da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.
Le prove sono state eseguite come riferito nella precedente figura "ubicazione indagini". Il valore di Vs_{30} calcolato al piano campagna sulla base dell'analisi congiunta MASW+HVSR è risultato pari a 491 m/s. Nella figura seguente si riportano i valori di Vs registrati alle differenti profondità ed il profilo verticale delle velocità; in appendice si riportano alcuni cenni sulle metodologie utilizzate e le elaborazioni complete dei dati ottenuti.



Profondità (m) da	Profondità (m) a	Vs (m/s)
0.0	0.4	80
0.4	0.8	90
0.8	1.6	110
1.6	2.0	150
2.0	2.4	160
2.4	6.4	400
6.4	28.4	800
28.4	128.4	900
128.4	Semispazio	1600

Profondità calcolo Vs30 (m da p.c.)	Vs30 (m/s)
0.0	491
- 0.5	540
- 1.0	638
- 2.0	718
- 3.0	742
- 4.0	769
- 5.0	797

Figura C.6. Diagramma Vs-profondità.

C.5 Schema litologico e modello geologico-tecnico

La stratigrafia è stata determinata considerando le prove penetrometriche spinte fino alla profondità massima di 6.6 m dal p.c. e le prove sismiche.
Le sezioni geologico interpretative riportate nella tavola 5 allegata al presente lavoro evidenziano la presenza di depositi di copertura costituiti da argille e limi sabbiosi (ALS), il cui spessore aumenta allontanandosi dalla zona alla strada (da N a S), caratterizzati da una porzione sommitale di circa un metro a bassa consistenza (AL). Questo livello terroso (AL+ALS), di natura eluvio-colluviale, è continuo nell'intera area indagata e presenta caratteristiche fisico meccaniche abbastanza omogenee, così come evidenziato nelle diverse prove penetrometriche. Al di sotto dei depositi di copertura si trova un orizzonte costituito da un substrato roccioso alterato (CIG_B), il cui spessore appare costante (circa 3 m in corrispondenza dei lotti), ricoprente un substrato roccioso di maggiore compattezza (CIG_A). Il litotipo roccioso sub affiorante è comunemente conosciuto in bibliografia geologica come Formazione di Cigarello (CIG).

Sezione SS2

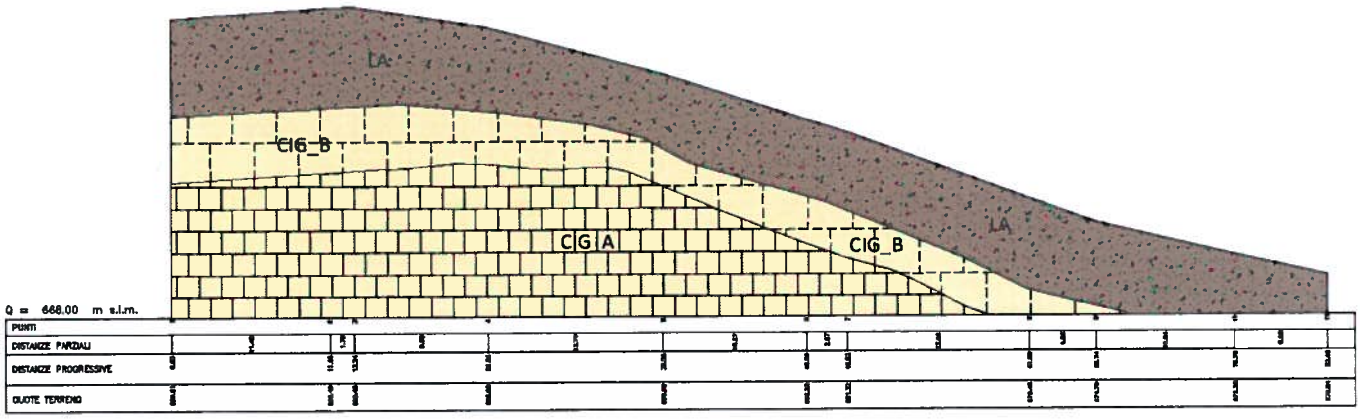


Figura C.7. Sezione geologica interpretativa.

Codice geotecnico	Litologia	Comportamento	Profondità (m da p.c.)	Parametri
ALS	Suolo + argille e limi a bassa consistenza	Coesivo	0.0-1.0	γ = 19-20 kN/m^3 M = 4.1 MPa Vp < 500 m/s Vs = 80-110 m/s Parametri totali Cuk = 15-40 kPa[5]
ALS	Argille e limi sabbiosi	Coesivo	1.0-2.5/8.5	γ = 19-20 kN/m^3 M = 5.0-8.7 MPa Vp = 500-1200 m/s Vs = 110-160 m/s Parametri totali Cuk = 37-92 kPa Parametri efficaci C'k = 0-10 kPa ϕ'k = 22.4-29.0
CIG_B	Ammasso roccioso alterato e fratturato	Il comportamento è granulare. Si tratta di argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici.	da 2.5/8.5 a 5.0/12.0 m (spessore di 3.0-4.0 m)	γ = 20-21 kN/m^3 Vp = 1200-2000 m/s Vs = 400 m/s Parametri efficaci C'k = 0-10 kPa ϕ'k = 33.6°
CIG_A	Ammasso roccioso fratturato		da 5.0/12.0 m a 128.5 m	γ = 22-23 kN/m^3 Vp > 2000 m/s Vs = 800-900 m/s Parametri efficaci C'k = 41 kPa ϕ'k = 44.2°

Dove: γ = peso di volume naturale; Cu = Resistenza al taglio in condizioni non drenate; M = Modulo Edometrico; ϕ' = angolo di attrito efficace; c' = coesione efficace; Vp = velocità onde P; Vp = velocità onde S.

[5] *S.IN.C. (1996): RELAZIONE GEOTECNICA ED IDROLOGICA "S.S. n. 63 DEL VALICO DEL CERRETO", Progetto costruttivo.*

C.6 Parametri meccanici

C.6.1 Coesione non drenata

Per la valutazione della coesione non drenata (Cu) dalle prove dinamiche DPSH sono state utilizzate le correlazioni con i valori di Nspt 60 fornite da Bowles e da Terzaghi.

Livello ALS	(kPa)	(kg/cmq)
Cu $_{5° percentile}$	37	0.38
Cu $_{medio}$	92	0.94
Cu $_{caratteristico}$	49	0.50

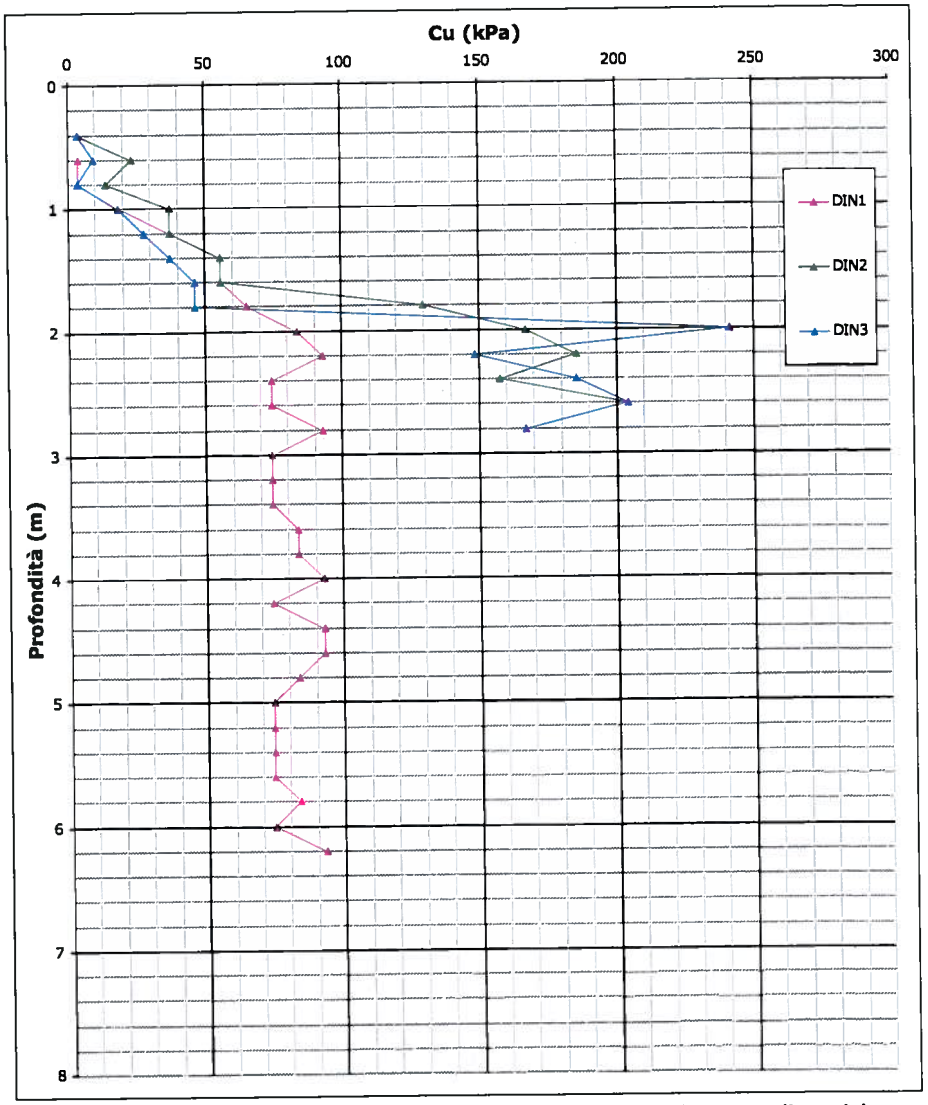


Figura C.8. Variazione di Cu con la profondità desunta dalle prove dinamiche.

C.6.2 Modulo Edometrico

Per la valutazione del modulo edometrico (M) dalla prova dinamica DIN1 è stata utilizzata la correlazione con i valori di Nspt 60 fornita da Menzenbach & Malcev et al. per le sabbie fini:

$$M=38+3.54*Nspt$$

Si è scelto di adottare come caratteristico il valore medio.

Livello ALS	(MPa)	(kg/cmq)
$M_{5° percentile}$	5.0	50.7
M_{medio}	8.7	88.3

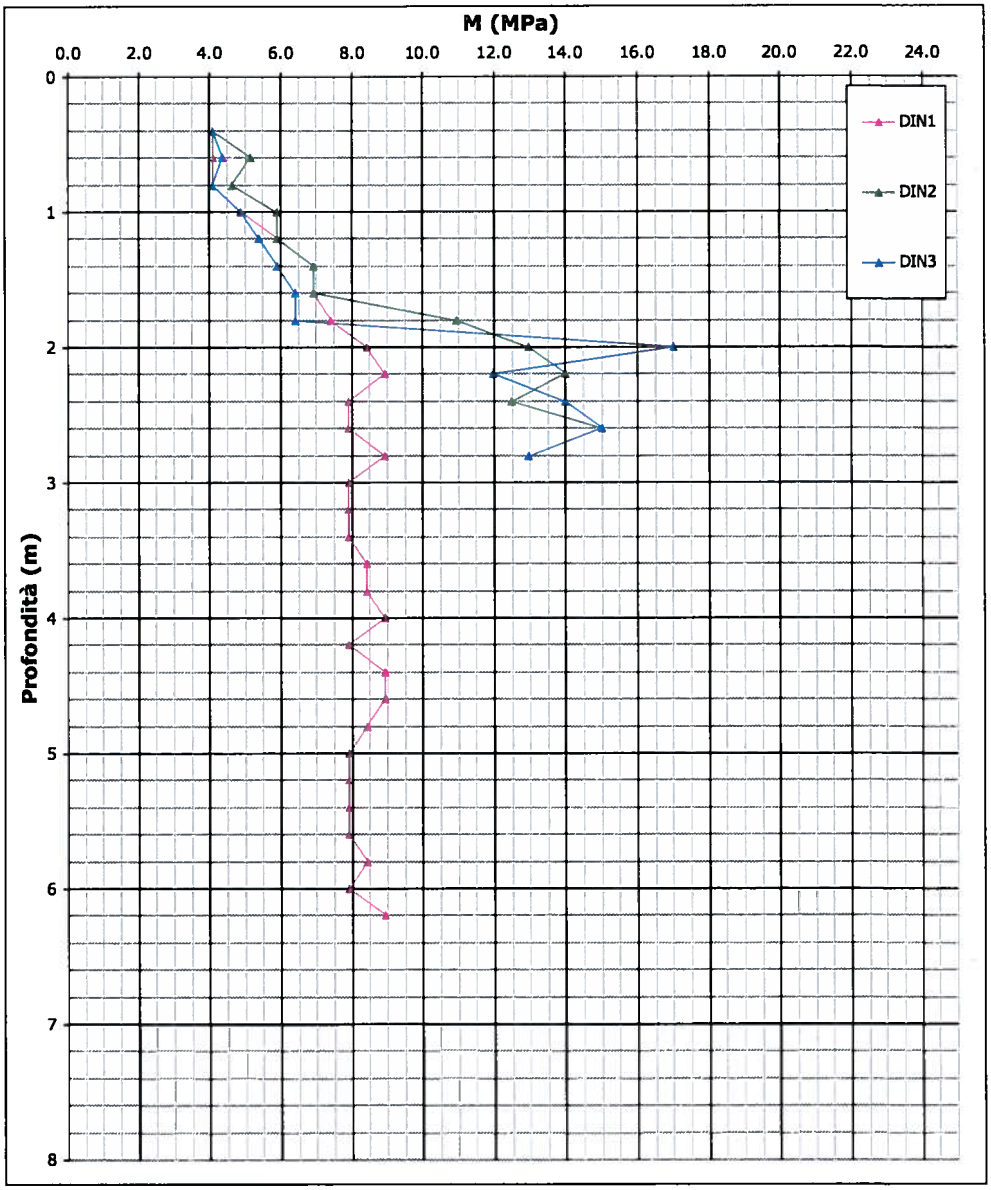


Figura C.9. Variazione di M con la profondità desunta dalle prove dinamiche.

C.6.3 Resistenza al taglio e densità relativa

I valori caratteristici della resistenza al taglio drenata (τ) sono rappresentati dalla coesione drenata c' e dall'angolo di attrito ϕ'. Questo ultimo parametro è stato determinato per dalle prove penetrometriche dinamiche utilizzando le seguenti equazioni:

$\Phi' = (NSPT*0.3)+27$ — Shioi

$\Phi' = (0.14*Dr)+28$ — Schmertmann (1978)[6]

$\Phi' = 19-0.38*\sigma'_v+8.73*\log(NSPT)$ — De Mello (1971)[7]

[6] *Schmertmann J.H. (1978): "Guidelines for cone penetration test performance and design. U.S. Dept. Of Trasportation, FHWA, R78-209, Washington D.C. USA*

[7] *De Mello V.F.B (1971): "The standard penetration test state-of-the art report" 4th Pan-American Conf. On Soil Mechanics Foundation Engineering, Puerto Rico, 1, 1-86*

$\Phi' = 27.2+0.28*(N'60)$ Peck, Hanson e Thornburn (1956)
$\Phi' = 20+9.3*(N'60)$ Peck, Hanson e Thornburn (1953)[8]

La correlazione con Nspt non è sempre diretta, ma in Schmertmann è necessario determinare la densità relativa Dr ricavata con secondo le formule proposte da diversi autori tra cui:

$Dr = EXP(0.478*LN(Nspt)-0.262*LN(\sigma'v)+2.84)$ Schultze & Menzenbach (1961)[9]
$Dr = 21*(Nspt/(\sigma'v+0.7))^{0.5}$ Gibbs-Holz (1957)[10]
$Dr = 25*(Nspt)^{0.44}*(\sigma'v)^{-0.13}$ Yoshida & Kokusho (1988)[11]
$Dr = (N'70/(32+0.288*\sigma'v))^{0.5}$ Meyerhof (1957)[12]

La determinazione attraverso i parametri indiretti è avvenuto secondo l'equazione di Schmertmann '77 in funzione della densità relativa (Dr). Per il calcolo della Dr è stata utilizzata l'equazione di Schmertmann funzione della qc e della pressione litostatica σ'_v.

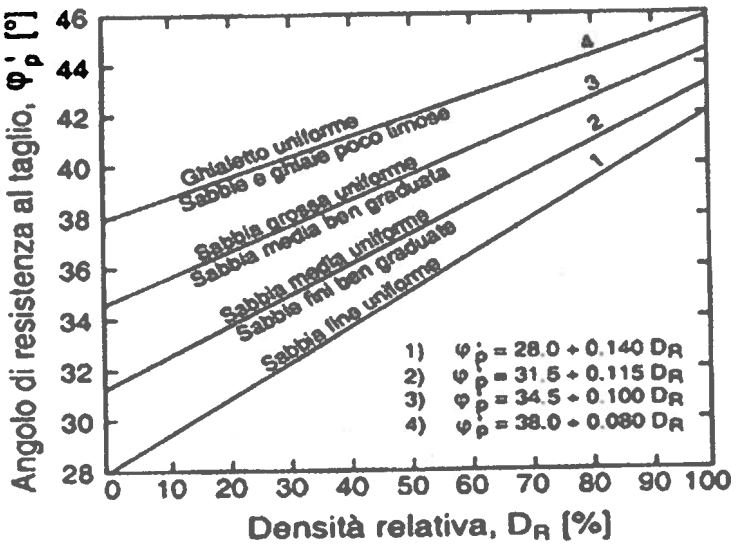


Figura C.10. Diagramma di Schmertmann (1978)

Si è scelto di adottare come caratteristico il valore corrispondente al 5° percentile.

	ALS caso 1	ALS caso 2	CIG_B
Φ'_{medio} (°)	29.1	30.0	43.6
$\Phi'_{5°percentile}$ (°)	22.4	27.5	33.6

C.6.4 Classificazione RMR

La classificazione di Beniawsky, nota come Rock Mass Rating (RMR) System è stata sviluppata a partire dagli anni 1972-1973 per gallerie in rocce competenti fratturate. Si basa sul rilievo, in campagna o in laboratorio, di sei parametri:

A1 = resistenza a compressione uniassiale

[8] *Peck R.B., Hanson W.F., Thornburn T.H. (1953) "Foundation engineering" Wiley, New York*
[9] *Schulze E. & Menzenbach E. (1961): "Standard penetration test and compressibility of soils" Proc. 5th Int. Conf. Soil mechanics, Foundation Engineering, Paris, vol.1, pp527-32*
[10] *Gibbs H.J. & Holz W.G. (1957):"Research on determinig density of sands by spoon penetration testing" Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.1, 35-39.*
[11] *Yoshida Y. & Kokusho T. (1988). Empirical Formulas of SPT blow-counts for gravelly soils. Proc.ESOPT 1, Rotterdam.*

A2 = Rock Quality Designation Index (Indice RQD)

A3 = spaziatura delle discontinuità

A4 = condizioni delle discontinuità

A5 = condizioni idrauliche

A6 = orientamento delle discontinuità

Per la definizione dei punteggi da assegnare ai diversi parametri vengono fornite specifiche tabelle (vedere figura successiva, Bieniawski, 1989) [13]. Sommando i parametri si ricava l'indice RMR.

In funzione del valore di RMR vengono definite 5 classi tecniche che descrivono il comportamento della massa rocciosa, da ottima (Classe I) a pessima (Classe V).

A. CLASSIFICATION PARAMETERS AND THEIR RATINGS									
Parameter			Range of values						
1	Strength of intact rock material	Point-load strength index	>10 MPa	4 - 10 MPa	2 - 4 MPa	1 - 2 MPa	For this low range - uniaxial compressive test is preferred		
		Uniaxial comp. strength	>250 MPa	100 - 250 MPa	50 - 100 MPa	25 - 50 MPa	5 - 25 MPa	1 - 5 MPa	< 1 MPa
	Rating		15	12	7	4	2	1	0
2	Drill core Quality RQD		90% - 100%	75% - 90%	50% - 75%	25% - 50%	< 25%		
	Rating		20	17	13	8	3		
3	Spacing of discontinuties		> 2 m	0.6 - 2 . m	200 - 600 mm	60 - 200 mm	< 60 mm		
	Rating		20	15	10	8	5		
4	Condition of discontinuities (See E)		Very rough surfaces Not continuous No separation Unweathered wall rock	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Slightly weathered walls	Slightly rough surfaces Separation < 1 mm Highly weathered walls	Slickensided surfaces or Gouge < 5 mm thick or Separation 1-5 mm Continuous	Soft gouge >5 mm thick or Separation > 5 mm Continuous		
	Rating		30	25	20	10	0		
5	Groundwater	Inflow per 10 m tunnel length (l/m)	None	< 10	10 - 25	25 - 125	> 125		
		(Joint water press)/ (Major principal σ)	0	< 0.1	0.1. - 0.2	0.2 - 0.5	> 0.5		
		General conditions	Completely dry	Damp	Wet	Dripping	Flowing		
	Rating		15	10	7	4	0		

B. RATING ADJUSTMENT FOR DISCONTINUITY ORIENTATIONS (See F)						
Strike and dip orientations		Very favourable	Favourable	Fair	Unfavourable	Very Unfavourable
Ratings	Tunnels & mines	0	-2	-5	-10	-12
	Foundations	0	-2	-7	-15	-25
	Slopes	0	-5	-25	-50	

C. ROCK MASS CLASSES DETERMINED FROM TOTAL RATINGS					
Rating	100 ← 81	80 ← 61	60 ← 41	40 ← 21	< 21
Class number	I	II	III	IV	V
Description	Very good rock	Good rock	Fair rock	Poor rock	Very poor rock

D. MEANING OF ROCK CLASSES					
Class number	I	II	III	IV	V
Average stand-up time	20 yrs for 15 m span	1 year for 10 m span	1 week for 5 m span	10 hrs for 2.5 m span	30 min for 1 m span
Cohesion of rock mass (kPa)	> 400	300 - 400	200 - 300	100 - 200	< 100
Friction angle of rock mass (deg)	> 45	35 - 45	25 - 35	15 - 25	< 15

E. GUIDELINES FOR CLASSIFICATION OF DISCONTINUITY conditions					
Discontinuity length (persistence)	< 1 m	1 - 3 m	3 - 10 m	10 - 20 m	> 20 m
Rating	6	4	2	1	0
Separation (aperture)	None	< 0.1 mm	0.1 - 1.0 mm	1 - 5 mm	> 5 mm
Rating	6	5	4	1	0
Roughness	Very rough	Rough	Slightly rough	Smooth	Slickensided
Rating	6	5	3	1	0
Infilling (gouge)	None	Hard filling < 5 mm	Hard filling > 5 mm	Soft filling < 5 mm	Soft filling > 5 mm
Rating	6	4	2	2	0
Weathering	Unweathered	Slightly weathered	Moderately weathered	Highly weathered	Decomposed
Ratings	6	5	3	1	0

Figura C.11. Rock Mass Rating System (Bieniawski 1989) [14].

[12] *Meyerhof G.G. (1957):"Discussion on research on determining the density of sands by spoon penetration testing. Proc. 4th Int. Conf. Soil mechanics and foundation engineering, London, vol.3, p110.*

[13] *Bieniawski Z.T. (1989) "Engineering rock mass classifications"*

[14] *Bieniawski Z.T. (1989) "Engineering rock mass classifications"*

La determinazione dei 5 indici è stata valutata assumendo i seguenti valori [15]:
1. Resistenza a compressione monoassiale pari a 22 MPa
2. RQD pari a 60%
3. Spaziatura media pari a 60 mm
4. Condizioni delle discontinuità (indice 10)
5. Condizioni idrauliche bagnate

Nella pratica si usa differenziare tra:
$RMR_{di\ base}$ (RMRb) = A1+A2+A3+A4+A5

$RMR_{corretto}$ (RMRc)= (A1+A2+A3+A4+A5) + A6

L'$RMR_{di\ base}$ è risultato pari a 40.

La determinazione dei parametri di rottura secondo il criterio di Hoek & Brown e la relativa derivazione dei parametri di Mohr-Coulomb è stata eseguita assumendo un valore di GSI pari a 35 (da carte di Hoek & Marinos).

C.6.5 Caratterizzazione dei parametri di resistenza e deformabilità degli ammassi rocciosi

Come detto, la parametrizzazione geomeccanica degli ammassi è stata sviluppata facendo riferimento a un modello "continuo-equivalente". Secondo tale modello la massa rocciosa è assimilata ad un mezzo omogeneo ed isotropo e le relative proprietà d'ammasso sono scalate dalle proprietà della roccia intatta mediante un indice geostrutturale (GSI) che consente di tener conto della fratturazione presente e delle relative caratteristiche delle discontinuità.

C.6.5.1 Resistenza al taglio

I parametri di resistenza al taglio della massa rocciosa si possono ricavare secondo il criterio di rottura di Hoek & Brown, così espresso nella sua forma generalizzata più recente (Hoek et al., 2002):

$$\sigma_1' = \sigma_3' + \sigma_c \left(m_b \frac{\sigma_3'}{\sigma_c} + s\right)^a$$

dove:
σ_1', σ_3' = tensioni principali efficaci;
σ_c = resistenza a compressione monoassiale della roccia intatta;
m_b,s,a = costanti di Hoek-Brown (1980) della massa rocciosa; per la roccia intatta si ha $m_b=m_i$, s=1, a=0.5.

La derivazione delle costanti di Hoek-Brown della massa rocciosa è ottenuta mediante l'indice GSI con le seguenti espressioni:

$$m_b = m_i * \exp\left(\frac{GSI - 100}{28 - 14D}\right)$$

$$s = \exp\left(\frac{GSI - 100}{9 - 3D}\right)$$

$$a = \frac{1}{2} + \frac{1}{6}\left[\exp\left(-\frac{GSI}{15}\right) - \exp\left(-\frac{20}{3}\right)\right]$$

dove
D = fattore di disturbo, variabile tra 0 e 1 in funzione del crescente disturbo arrecato dallo scavo alla massa rocciosa.

[15] *S.IN.C. (1996): RELAZIONE GEOTECNICA ED IDROLOGICA "S.S. n. 63 DEL VALICO DEL CERRETO", Progetto costruttivo.*

La resistenza della massa rocciosa è definita come:

$$\sigma_{cm} = \sigma_c \, s^a$$

L'eventuale derivazione dei parametri di Mohr-Coulomb (φ', c' = angolo di attrito, coesione) dagli inviluppi non lineari di Hoek-Brown è ottenuta nell'intervallo $\sigma_t<\sigma_3'<\sigma_3'$ max mediante le equazioni:

$$\varphi' = sen^{-1}\left[\frac{6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{2(1+a)(2+a)+6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}\right]$$

$$c' = \frac{\sigma_c[(1+2a)s+(1-a)m_b\sigma'_{3n}](s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1}}{(1+a)(2+a)\sqrt{1+(6am_b(s+m_b\sigma'_{3n})^{a-1})/[(1+a)(2+a)]}}$$

dove

$\sigma'_{3n} = \sigma'_{3max}/\sigma_c$

σ'_{3max} = pressione di confinamento massima considerata.

Nello specifico per la stabilità dei versanti:

$$\sigma_{3\max} = \sigma_{cg}\,0.72\left(\frac{\sigma_{cg}}{\gamma H}\right)^{-0.91}$$

σ_{cg} (globale) = resistenza "globale" della massa rocciosa = $2c'\cos\varphi'/(1-\text{sen}\varphi')$ con parametri di Mohr-Coulomb determinati nell'intervallo tensionale $\sigma t<\sigma'3<\sigma_c/4$, con σ_t = resistenza a trazione.

Si ha quindi:

$$\sigma_{cm(globale)} = \sigma_c \frac{(m_b+4s-a(m_b-8s))(m_b/4+s)^{a-1}}{2(1+a)(2+a)}$$

Dall'esame delle equazioni sopra riportate risulta evidente che i parametri fondamentali che entrano in gioco nella determinazione dell'inviluppo di rottura secondo il criterio di Hoek-Brown sono, oltre alla stato tensionale, la resistenza a compressione monoassiale σc, il valore di GSI e la costante m_i il cui valore è riferito ugualmente alla roccia intatta.

C.6.5.2 Deformabilità

Per la valutazione del modulo di deformabilità degli ammassi (Ed) si è fatto riferimento alle recenti formulazioni proposte da Hoek e Diederichs (2005).

Hoek e Diederichs (2005), sulla base di un database più completo, hanno proposto in particolare la seguente equazione completa, in sostituzione della precedente formulazione (Hoek et al., 2002):

$$E_d(MPa) = E_i\left(0.02+\left(\frac{1-D/2}{1+\exp((60+15D-GSI)/11)}\right)\right)$$

dove:

D = fattore di disturbo sulla massa rocciosa legato alle tecniche di scavo (variabile da 0 a 1).

E_i = modulo di deformabilità della roccia intatta, ottenuto con prove di laboratorio.

C.6.5.3 Parametri geomeccanici caratteristici

Nelle pagine successive si riportano i parametri di resistenza dell'ammasso, costanti di Hoek-Brown (pendio con altezza di 5 m) e parametri di Mohr-Coulomb (con quest'ultimi desunti dal criterio di Hoek-Brown) ricavati utilizzando il software freeware RocLab (disponibile al sito www.rocscience.com).

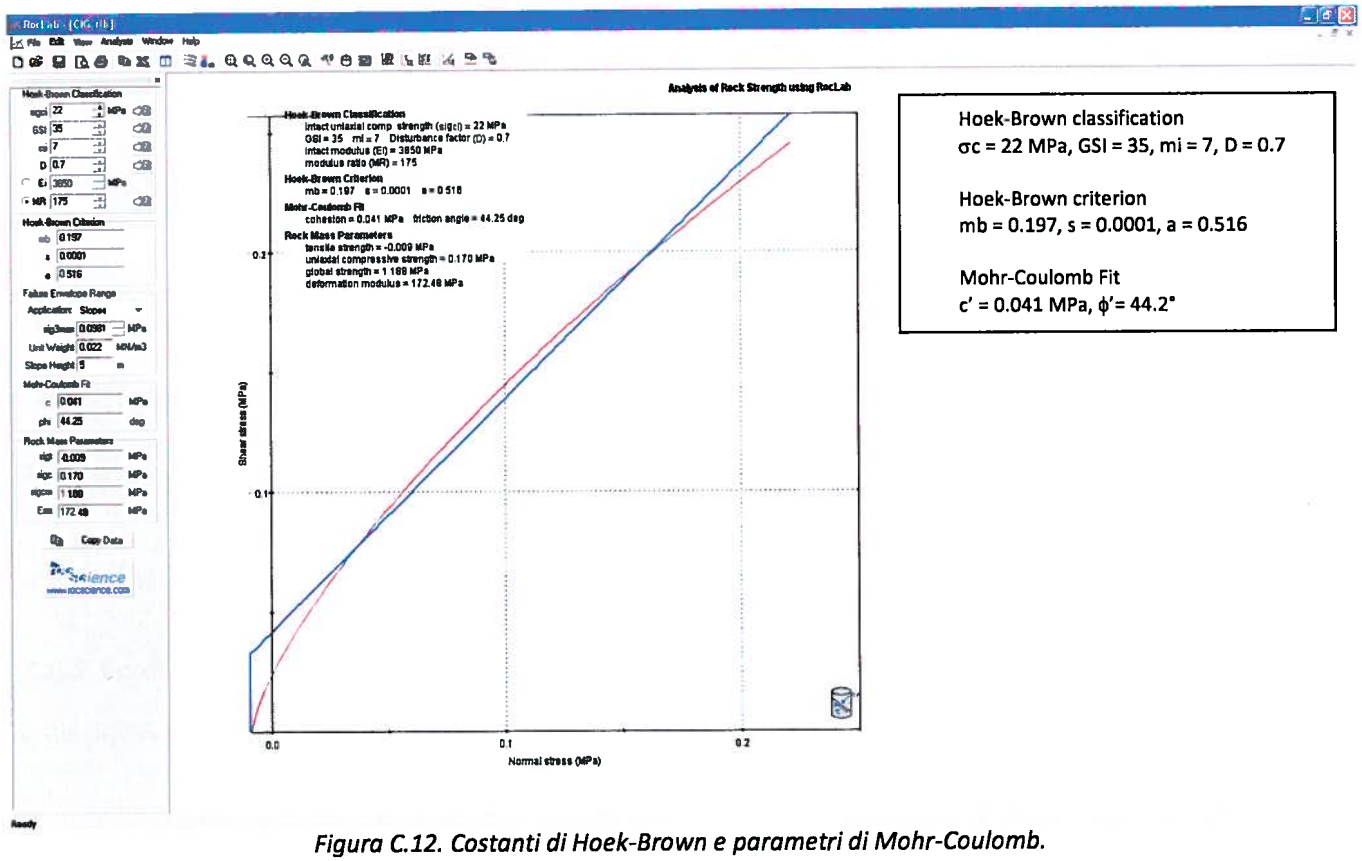


Figura C.12. Costanti di Hoek-Brown e parametri di Mohr-Coulomb.

C.7 Azioni sismiche e verifiche geotecniche

C.7.1 Categorie di sottosuolo

Per la definizione dell'azione sismica si è fatto riferimento all'approccio semplificato riportato nelle NTC2008 che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento così come riportate nelle tabelle seguenti:

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – *Categorie aggiuntive di sottosuolo*

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < c_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Sulla base delle indagini geognostiche eseguite e dei dati bibliografici reperiti (indagini Masw) si ricava una categoria di sottosuolo tipo **B**.

C.7.2 Parametri sismici di calcolo

A titolo esemplificativo si riportano i calcoli relativi ad un'opera con Vita Nominale $V_N \geq 50$ (vedasi tabella 2.4.1 delle NTC 2008), Classe d'uso II, da cui deriva un coefficiente Cu = 1.0 (vedasi tabella 2.4.II delle NTC 2008).

Tabella 2.4.I – *Vita nominale V_N per diversi tipi di opere*

	TIPI DI COSTRUZIONE	Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva[1]	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tab. 2.4.II – *Valori del coefficiente d'uso C_U*

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0.7	1.0	1.5	2.0

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso *III* o in Classe d'uso *IV*, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso *IV*. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Sulla base delle definizioni precedenti le azioni sismiche si possono calcolare in relazione ad un periodo di riferimento V_R, che si ricava moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_u secondo la relazione riportata nella formula 2.4.1 delle NTC 2008 e di seguito riportata.

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Per l'opera in esame il valore di V_R risulta pari a 50 anni.

Come parametro caratterizzante della pericolosità sismica è utilizzato il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R espresso in anni e calcolato secondo la formula (1) dell'allegato A delle NTC 2008, riportata di seguito:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln\left(1 - P_{V_R}\right)}$$

Il valore di probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR cui riferirsi per individuare l'azione sismica in ciascuno degli stati limite sono riportate nella tabella 3.2.I delle NTC2008.

Tabella 3.2.I – *Probabilità di superamento P_{V_R} al variare dello stato limite considerato*

Stati Limite		P_{V_R} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Il valore del tempo di ritorno T_R in anni per l'opera in esame è risultato pari a 475 anni.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano i dati relativi all'area di interesse per una costruzione con Vita Nominale 50 anni e coefficiente d'uso Cu =1 ottenuti con il programma "Spettri-NTC ver 1.3" disponibile sul sito del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici http://www.cslp.it/cslp/.



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

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.056	2.487	0.246
SLD	50	0.070	2.481	0.260
SLV	475	0.160	2.521	0.290
SLC	975	0.201	2.529	0.299

In sintesi i parametri di calcolo per le opere di fondazione sono i seguenti:

Comune di		Castelnovo né Monti	
Longitudine		44.455	
Latitudine		10.453	
Zona sismogenetica		913	
Vita nominale	VN	50	anni
Coefficiente d'uso	CU	1	
Periodo di riferimento	VR	50	
Tempo di ritorno	Tr	475	anni
Categoria di sottosuolo		B	
Stato Limite Ultimo		**SLV**	
accelerazione di progetto	ag	0.160	g
Parametro spettrale	F0	2.521	-
Parametro spettrale	Tc'	0.290	s
Stato Limite di Esercizio		**SLD**	
accelerazione di progetto	ag	0.070	g
Parametro spettrale	F0	2.481	-
Parametro spettrale	Tc'	0.260	s

L'accelerazione orizzontale massima attesa al sito a_{max} è stata determinata con la seguente relazione:

$$a_{max} = S_s \times S_t \times a_g$$

dove:

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido;

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica;

S_t = coefficiente di amplificazione topografica.

Il prodotto Ss*St = S = coefficiente di amplificazione locale

Nelle seguenti tabelle si riportano i valori dei coefficienti di amplificazione topografica e stratigrafica, rispettivamente in funzione della categoria topografica e del tipo di terreno.

Tabella 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica* S_T

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1.0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1.2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1.4

Tabella 3.2.V – *Espressioni di* S_S *e di* C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1.00	1.00
B	$1.00 \le 1.40 - 0.40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1.20$	$1.10 \cdot (T_C^*)^{-0.20}$
C	$1.00 \le 1.70 - 0.60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1.50$	$1.05 \cdot (T_C^*)^{-0.33}$
D	$0.90 \le 2.40 - 1.50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1.80$	$1.25 \cdot (T_C^*)^{-0.50}$
E	$1.00 \le 2.00 - 1.10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1.60$	$1.15 \cdot (T_C^*)^{-0.40}$

In sintesi si riporta:

Stato Limite Ultimo (STABILITÀ, FONDAZIONI, MURI DI SOSTEGNO)		**SLV**	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.200	
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = St*Ss	1.440	
Amax	Amax=Ag*S	0.230	g
Coefficiente di riduzione	β =	0.24	Da tabella 7.11.i e 7.11.ii
Coefficiente sismico orizzontale	khk = ag*S*β	0.055	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.028	
Stato Limite di Esercizio (STABILITÀ, FONDAZIONI)		**SLD**	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.20	
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = St*Ss	1.44	
Amax	Amax=Ag*S	0.101	g
Coefficiente di riduzione	β =	0.20	Da tabella 7.11.i
Coefficiente sismico orizzontale	khk = ag*S*β	0.020	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.010	
Stato Limite di Esercizio (MURI DI SOSTEGNO)		**SLD**	
Coefficiente di amplificazione dipendente dal tipo di sottosuolo	Ss	1.20	
Categoria topografica		T2	
Coefficiente di amplificazione topografica	St	1.20	
Coefficiente di amplificazione sismica locale	S = St*Ss	1.44	
Amax	Amax=Ag*S	0.101	g
Coefficiente di riduzione	β =	0.18	Da tabella 7.11.ii
Coefficiente sismico orizzontale	khk = ag*S*β	0.018	
Coefficiente sismico verticale	kv	0.009	

Sulla base di quanto riportato nella Circolare esplicativa n.617 del 2 febbraio 2009 l'azione del sisma si traduce in un effetto cinematico (Khk) e in un effetto inerziale (Khi). Nell'analisi pseudo-statica, modellando l'azione sismica attraverso la sola componente orizzontale, tali effetti possono essere portati in conto mediante l'introduzione di coefficienti sismici rispettivamente denominati K_{hi} e K_{hk}, il primo definito dal rapporto tra le componenti orizzontale e verticale dei carichi trasmessi in fondazione ed il secondo funzione dell'accelerazione massima attesa al sito. I valori K_{hk} possono essere valutati facendo riferimento ai valori di normativa specificati per i pendii (§ 7.11.3.5.2), ovvero Khk=Kh.

C.7.3 Stabilità nei confronti della liquefazione

Sulla base di quanto riportato al paragrafo 7.11.4.3.2. delle NTC2008 l'area in esame può essere esclusa da una verifica alla liquefazione per la presenza di un substrato roccioso sub-affiorante e alla luce del valore di magnitudo M ricavato (< 5). I dati di disaggregazione riportati nel sito http://esse1.mi.ingv.it/ per i vertici identificati come 16717, 16718, 16939 e 16940 riferiscono appunto un valore di magnitudo identificato per a(g) con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni variabile tra 4.880 e 4.910.

	Condizione e quesito	Risposta	Motivazione	Verifica liquefazione si o no
1	eventi sismici attesi di magnitudo *M* inferiore a 5;	Sì	Mw = 4.910	No
2	accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1*g*;	No	ag max=0.230g	Sì
3	profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;	No	Falda a circa 1.95 m da p.c.	Sì
4	depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata ($N1$)60 > 30 oppure q_{c1N} > 180 dove ($N1$)60 è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{c1N} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;	-	Substrato roccioso sub-affiorante	No
5	distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U_c < 3,5 ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità U_c > 3,5.	-	Substrato roccioso sub-affiorante	No

C.8 Analisi geologica di stabilità del pendio

Per valutare la stabilità del pendio esaminato è stata adottata la seguente procedura:

- ✓ Fase1: Ricostruzione geometrica e geotecnica del versante esaminato
- ✓ Fase 2: Verifica di stabilita in condizioni statiche con pendio indefinito e con equilibrio limite del versante. Determinazione coefficiente di sicurezza Fs.
- ✓ Fase 3. Verifica di stabilita in condizioni pseudostatica del versante. In tale verifica, avendo eseguito una analisi della risposta sismica locale (e quindi con determinazione dei parametri simici tra cui accelerazioni sismiche, i coefficienti sismici kh e kv, l'indice di Arias, la velocita massima etc), sono stati applicati i differenti coefficienti.
- ✓ Fase 4. Analisi di stabilita con metodi dinamici. Procedura di Newmark (più metodi di risoluzione semplificati).

C.8.1 Metodo di calcolo equilibrio limite.

La verifica, che confronta il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione E_d con quello di progetto della resistenza del sistema geotecnico R_d, è stata condotta secondo l'approccio 1 con la combinazione 1:

- A1+M1+R1 -

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabella 6.2.I, 6.2.II e 6.8.I delle NTC, di seguito riportati per completezza.

Tabella 6.2.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.*

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevole		1,1	1,3	1,0
Permanenti non strutturali [1]	Favorevole	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevole		1,5	1,5	1,3

Tabella 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	γ_{φ}	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_{γ}	1,0	1,0

Il livello di sicurezza è espresso come rapporto tra resistenza al taglio disponibile, presa con il suo valore caratteristico, e sforzo di taglio mobilitato lungo la superficie di scorrimento effettiva o potenziale. Le NTC08 prevedono un fattore di sicurezza (FS) scelto dal progettista, calcolato sulla base del livello di conoscenze raggiunto, dell'affidabilità dei dati disponibili e del modello di calcolo adottato in relazione alla complessità geologica e geotecnica, nonché sulla base delle conseguenze di un'eventuale frana. Si è optato per un fattore di sicurezza che sia superiore a 1.0

Parametri geotecnici utilizzati nelle verifiche di stabilità

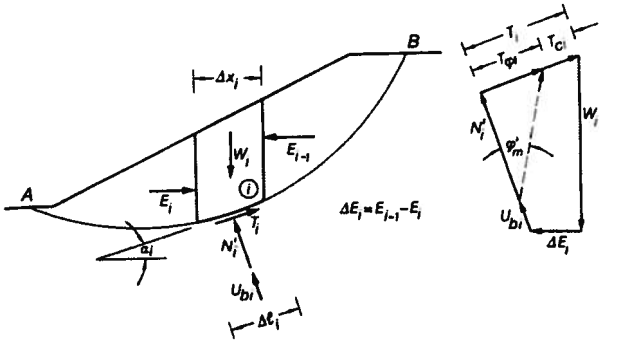
	γk kN/mc	c'k kN/mq	ϕ'k °	γM2c'	γM2ϕ'	γd kN/mc	c'd kN/mq	ϕ'd °
ALS Caso 1	20	10	22.4	1.25	1.25	20	8	18.2
ALS Caso 2	20	10	29	1.25	1.25	20	8	23.9
CIG B	21	10	33.6	1.25	1.25	21	8	28.0
CIG A	23	41	44.2	1.25	1.25	23	33	37.9

		m	s	UCS
Parametri di Hoek-Brown	γk kN/mc	-	-	kPa
Calcestruzzo armato (c.a)	25	8	40	11750

C.8.2 Pendio finito

Le verifiche sono state eseguite utilizzando i metodi di Bishop (1955), Jambu (1955), Spenser (1967) e Morgenstern - Priceed (1965-1968) ipotizzando superfici di scorrimento circolari e non circolari di raggio r, con il materiale coinvolto nella rottura suddiviso in conci di larghezza b (vedi schema riportato di seguito), per ognuna delle quali vengono valutati il momento stabilizzante M_s e il momento ribaltante M_r calcolati rispetto al centro del cerchio.

Il contributo al momento stabilizzante M_s di un concio è fornito in generale dalla resistenza alla base, somma della componente del peso W ortogonale alla base moltiplicata per la tangente dell'angolo di resistenza al taglio ϕ e della eventuale coesione c, moltiplicata per la lunghezza b/cosα, dove α è l'inclinazione della base del concio rispetto all'orizzontale.



Nel caso in esame l'azione di progetto E_d corrisponde al momento ribaltate M_r e la resistenza di progetto R_d al momento stabilizzante M_s; la verifica viene quindi soddisfatta, considerando il fattore parziale γ_r sulla resistenza di progetto, se:

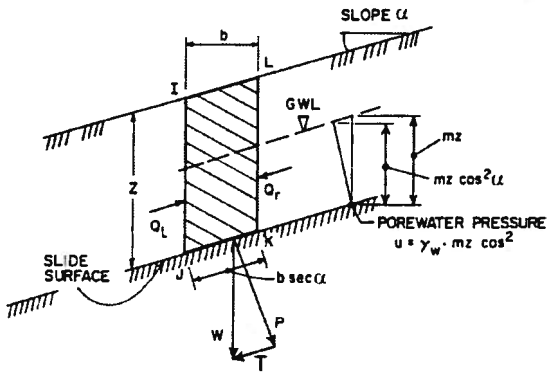
$$E_d \le R_d \Leftrightarrow M_r \le \frac{M_s}{\gamma_r}$$

C.8.3 Pendio indefinito

Lo schema di pendio indefinito è applicabile al caso di frane di scorrimento allungate (come la situazione in esame), in cui l'influenza delle porzioni di sommità e di piede è trascurabile.

Lo schema con filtrazione parallela al pendio è spesso utilizzato per verificare la stabilità di una coltre di terreno, relativamente permeabile e di spessore quasi costante, su un substrato roccioso o comunque di terreno non alterato, poco permeabile e stabile, allorché in seguito a prolungate piogge diviene sede di un moto di filtrazione parallelo al pendio. L'altezza della falda viene messa in relazione alla durata e all'intensità della pioggia, ed al coefficiente di assorbimento del terreno.

Nel metodo del pendio infinito la superficie di scorrimento è considerata piana e parallela alla superficie topografica e le condizioni meccaniche ed idrauliche sono assunte costanti lungo tutta la superficie. In queste condizioni le risultanti delle forze interconcio sono parallele al pendio, uguali in modulo, ed opposte in verso: le forze si elidono e il problema diventa staticamente determinato.



Essendo nulla la sommatoria delle forze interconcio l'espressione generale per il fattore di sicurezza risulta:

$$F = \frac{c' + (\gamma z \cos^2\alpha - u)\tan\phi'}{\gamma z \,\mathrm{sen}\alpha \cos\alpha}$$

C.8.4 Condizioni dinamiche

Le verifiche in condizioni sismiche sono state condotte mediante l'analisi di tipo pseudo-statico che considera un sistema di forze orizzontali e verticali applicate ai volumi di terreno coinvolti.
Le forze orizzontali di inerzia, dovute alla azione sismica e applicate nel baricentro della massa instabile, sono state considerate con intensità pari a:

$$F_h = Kh \times W$$

dove: Kh= coefficiente sismico orizzontale; W = peso del materiale.

Le forze verticali sono state considerate pari a:

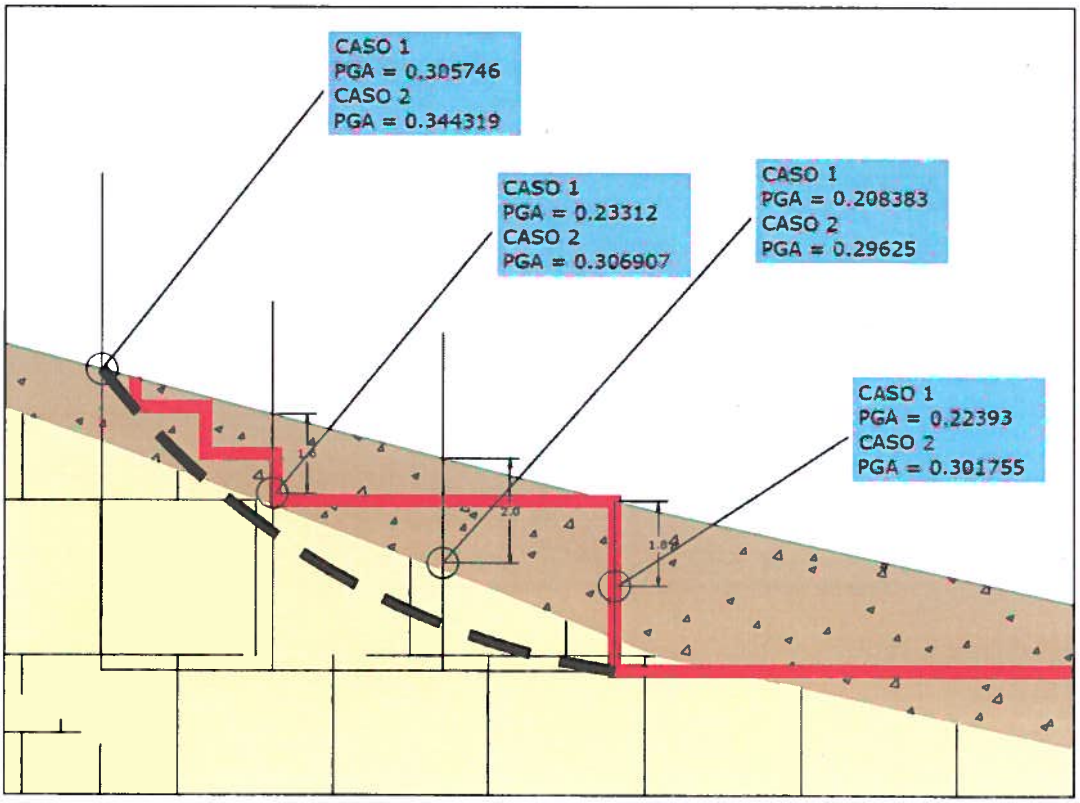
$$F_v = \pm 0.5 \times F_h$$

Il valore di Kh può essere calcolato con formulazioni differenti, derivanti da diverse normative (Eurocodice 8, D.G.R.112/2007, NTC2008) ed autori di seguito riportate:

$$Kh_{EC8} = 0.5*(a_{max})$$
$$Kh_{(Marcuson,\ 1981)} = 0.33*(a_{max})$$
$$Kh_{DGR.RER112/2007} = 0.5*\gamma i*a_{gR}/g$$
$$Kh_{NTC2008} = \beta*(a_{max})/g$$

Dove γi è un fattore di importanza che per costruzioni ordinarie risulta pari all'unità; β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima al sito riportato nella seguente tabella 7.11.I, in funzione della categoria di suolo; a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito; g = accelerazione di gravità.

Sulla base di quanto riportato nel paragrafo B.6. in relazione alle analisi di risposta sismica locale si evidenzia come il valore di a_{max}(PGA) sia variabile in funzione della profondità, poiché le verifiche di stabilità interessano spessori variabili e non trascurabili di materiali è stato calcolato un valore di a_{maxEQ} da applicare al baricentro della massa potenzialmente instabile come media pesata dei valori di accelerazione calcolati al baricentro di diverse strisce verticali individuate nel pendio in esame.



Dal valore medio di a_{maxEQ} si ottiene il valore di Kh_{eq} ottenuto con diverse le diverse formulazioni riportate precedenza e per i due casi analizzati (substrato roccioso alla profondità di 2.4 m da pc –Caso 1 e 6.2 m da p Caso 2)

	Caso 1		Caso 2	
	Kh_{eq}	Kv_{eq}	Kh_{eq}	Kv_{eq}
EC8 –Linee Guida AGI (2005) [16])	0.121	0.061	0.156	0.078
(Marcuson, 1981[17])	0.080	0.040	0.103	0.051
DGR.RER n°112/2007	0.083	0.041	0.083	0.041
NTC2008	0.058	0.029	0.075	0.037

C.8.5 Risultati delle verifiche in condizioni statiche e pseudo statiche

Per le condizioni statiche e pseudo statiche sono state eseguite le seguenti verifiche:

	Statica	Sismica pseudostatica Kh (EC8 – AGI 2005)	Sismica pseudostatica Kh (NTC 2008)
Caso 1 pendio naturale	2.0717	1.3814	1.6915
Caso 1 sezione di progetto	1.6681	1.3501	1.4237
Caso 2 pendio naturale	1.5992	1.1699	1.2838

Le verifiche di stabilità deterministiche indicano un pendio in condizioni naturali stabili sia in situazio statica che sismica.

Nella fase di progetto è necessario effettuare scavi con altezze che possono raggiungere anche 3-4 m; tali situazioni è necessario prevedere opere di sostegno strutturali quali muri di contenimento e palificate. In sede esecutiva sarà necessario definire la tipologia di consolidamento, in questa fase so state valutate sia la possibilità di esecuzione di muri sia la possibilità di realizzare palificate, in entramb casi le verifiche di stabilità hanno fornito coefficienti di sicurezza superiori ai limiti normativi. Per quar concerne le piccole scarpate di eventuale raccordo (altezze inferiori a 1-1.5 m) sarebbe opportu preventivare la messa a dimora di palificate in legno e/o opere di ingegneria naturalistica opportune.

Si raccomanda l'esecuzione di un sistema di drenaggio superficiale e sotterraneo idoneo in grado di evita ristagni e ruscellamenti incontrollati nonché emersione di acqua negli scavi.

Di seguito si riportano gli output di calcolo.

[16] Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore

[17] *Marcuson W.F. III (1981): "Moderator's report for session on Earth dmas and stability of slopes under dynamic loads" Proc. International Conference on Recent Advances in Geothecnical Earthquake Engineering and soil Dynamic , St. Louis, vol3.1175*

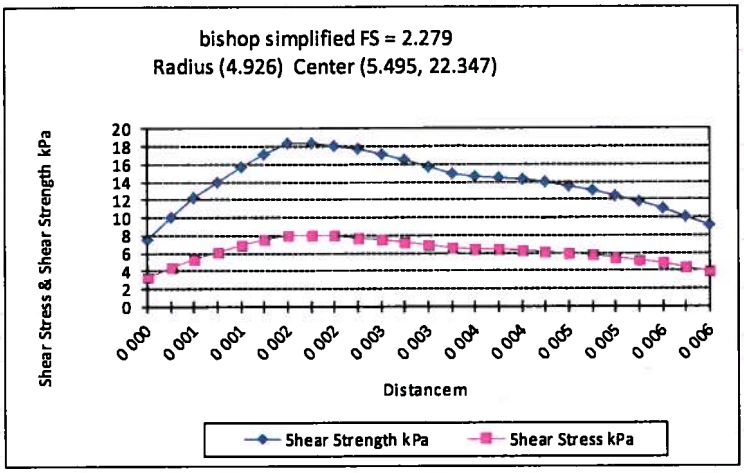
CASO 1 – Pendio naturale - **Condizioni statiche**

CASO 1
Verifica sezione 6 condizione statica

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	2.27885	
Circle Center	0 005	0 022
Radius	4.9264	
Circle Endpoint 1	0 001	0 020
Circle Endpoint 2	0 007	0 018
Surface Intercept 1	0 001	0 020
Surface Intercept 2	0 007	0 018

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	7.55675	3.31604
0 000	10.0298	4.40127
0 001	12.1482	5.33086
0 001	14.0017	6.1442
0 001	15.6436	6.86471
0 001	17.1089	7.50769
0 002	18.2688	8.01668
0 002	18.3172	8.03791
0 002	18.0497	7.92053
0 002	17.6469	7.74378
0 003	17.1186	7.51193
0 003	16.472	7.22819
0 003	15.7126	6.89498
0 003	14.8754	6.5276
0 004	14.5813	6.39854
0 004	14.4536	6.34249
0 004	14.2362	6.24708
0 004	13.9289	6.11223
0 005	13.5307	5.93753
0 005	13.0401	5.72222
0 005	12.4543	5.46516
0 005	11.7697	5.16474
0 006	10.9815	4.81886
0 006	10.0834	4.42476
0 006	9.06732	3.9789

	Rd	Ed
Sommatorie	351.07717	154.05888
Fs =	Rd/Ed =	2.279
		Verifica positiva
γr =	1.1	**Fs**
Analysis Method:	**bishop simplified**	**2.0717**



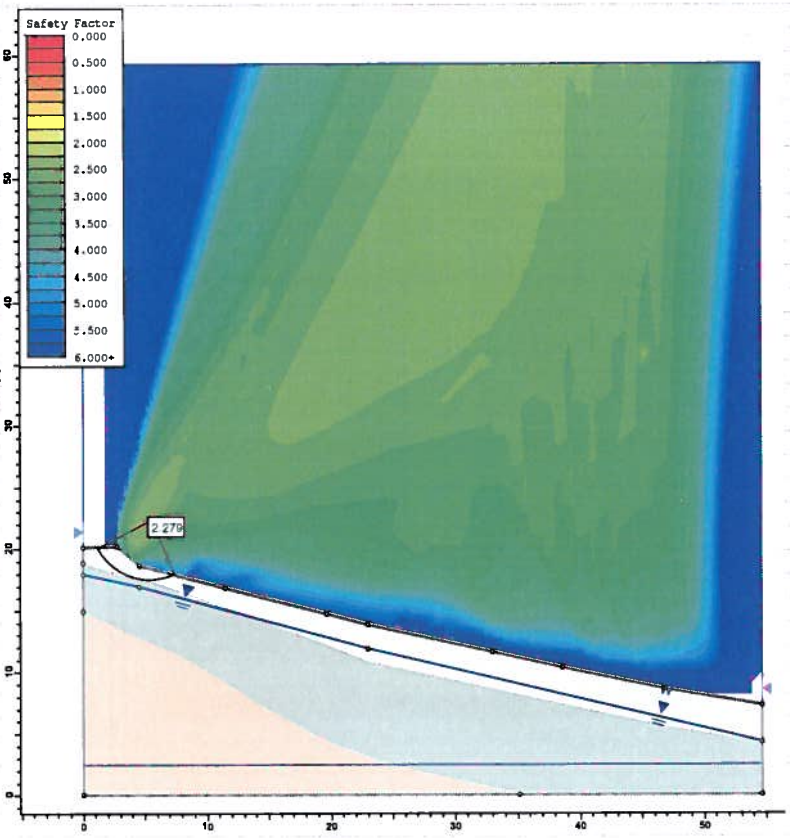


Tabella C.2 Caso 1 – Condizioni statiche

CASO 1 – Sezione di progetto - **Condizioni statiche**

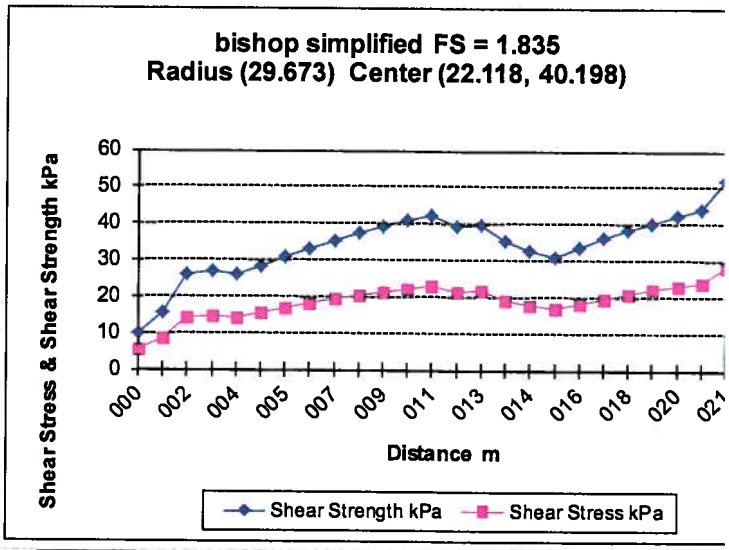
Analysis Method: bishop simplified

Verifica sezione 6 di progetto scavi condizione statica

Factor of Safety	1.83492	
Circle Center	0 022	0 040
Radius	29.6728	
Circle Endpoint 1	0 000	0 020
Circle Endpoint 2	0 023	0 011
Surface Intercept 1	0 000	0 020
Surface Intercept 2	0 023	0 011

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	9.66989	5.26992
0 001	15.4652	8.42829
0 002	25.9676	14.1519
0 003	27.0794	14.7578
0 004	26.1749	14.2649
0 005	28.2559	15.399
0 005	30.837	16.8056
0 006	33.2427	18.1167
0 007	35.4336	19.3107
0 008	37.4156	20.3909
0 009	39.1936	21.3598
0 010	40.7721	22.2201
0 011	42.1637	22.9785
0 012	39.3149	21.4259
0 013	39.7358	21.6553
0 013	35.2162	19.1922
0 014	32.6935	17.8174
0 015	31.0785	16.9373
0 016	33.5682	18.2941
0 017	35.9126	19.5718
0 018	38.1298	20.7801
0 019	40.1985	21.9075
0 020	42.1169	22.953
0 021	43.8829	23.9154
0 021	51.8637	28.2648

	Rd	Ed
Sommatorie	855.38269	466.16891
Fs =	Rd/Ed =	1.835
γr =	1.1	**Verifica positiva**
		Fs
Analysis Method:	**bishop simplified**	**1.6681**



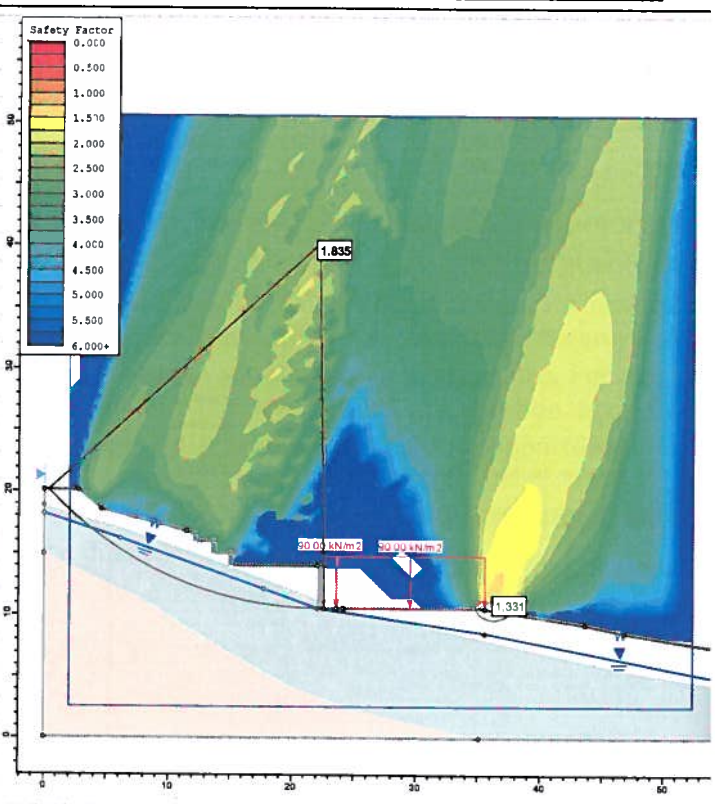


Tabella C.3 Caso 1 Sezione di progetto– Condizioni statiche

CASO 2 — Pendio naturale - **Condizioni statiche**

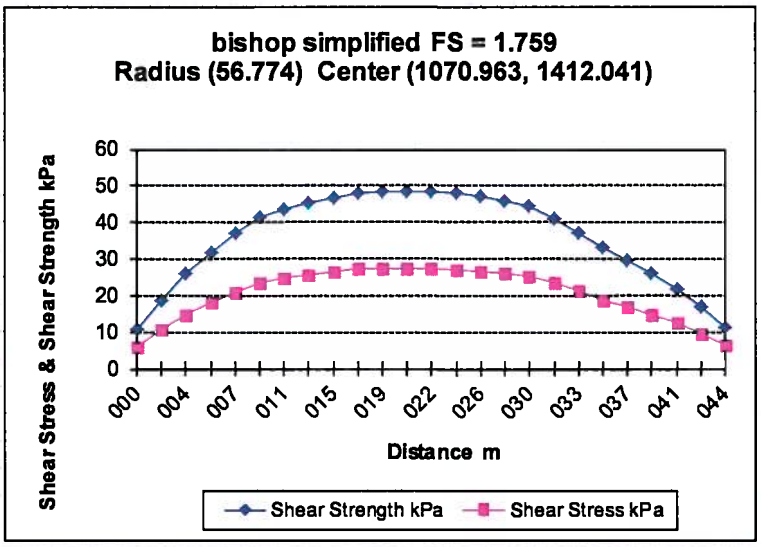
Analysis Method: bishop simplified

Verifica sezione caso 2 condizione statica

Factor of Safety	1.75917	
Circle Center	1 071	1 412
Radius	56.7741	
Circle Endpoint 1	1 032	1 370
Circle Endpoint 2	1 079	1 356
Surface Intercept 1	1 032	1 370
Surface Intercept 2	1 079	1 356

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	10.6788	6.07036
0 002	18.7361	10.6505
0 004	25.9295	14.7396
0 006	31.8181	18.087
0 007	36.9109	20.982
0 009	41.32	23.4883
0 011	43.7636	24.8774
0 013	45.3728	25.7922
0 015	46.7899	26.5977
0 017	47.9668	27.2667
0 019	48.4071	27.517
0 020	48.4997	27.5696
0 022	48.285	27.4476
0 024	47.7662	27.1527
0 026	46.9455	26.6862
0 028	45.8237	26.0485
0 030	44.4079	25.2437
0 031	41.1399	23.386
0 033	37.11	21.0952
0 035	32.991	18.7537
0 037	29.7728	16.9243
0 039	26.0594	14.8135
0 041	21.7412	12.3588
0 043	16.801	9.55052
0 044	11.2236	6.38008

	Rd	Ed
Sommatorie	896.2605	509.47916
Fs =	Rd/Ed =	1.759
γr =	1.1	**Verifica positiva Fs**
Analysis Method:	**bishop simplified**	**1.5992**



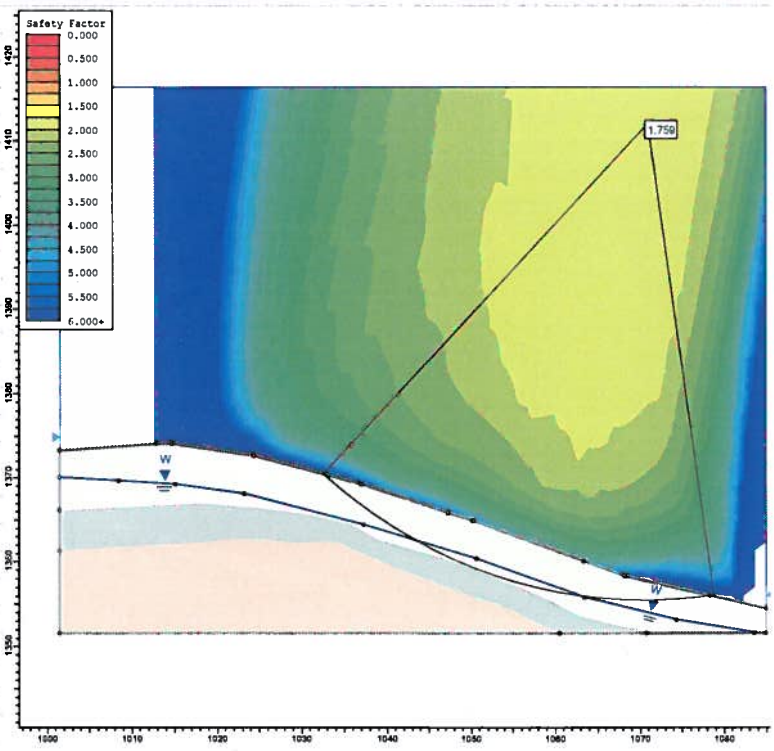


Tabella C.4 Caso 2 – Condizioni statiche

Caso 1 - Pendio naturale - **Condizioni sismiche - pseudostatiche**

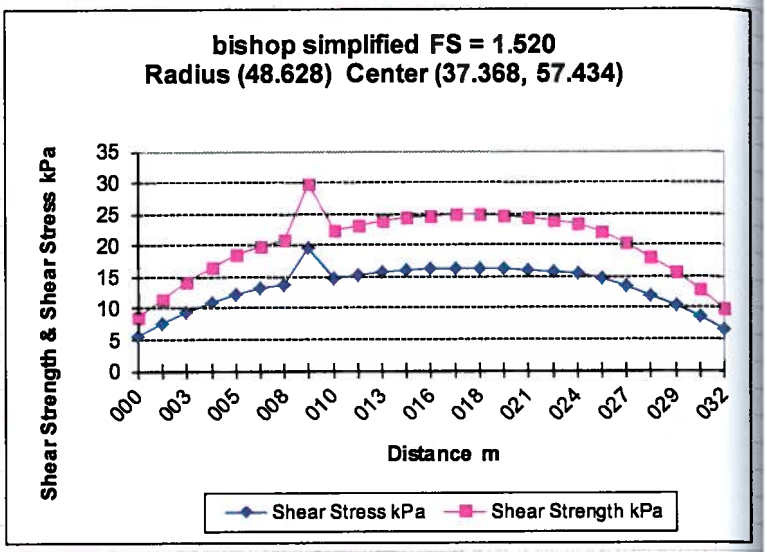
Valore di Kh EC8- Linee guida AGI (2005)

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	1.51952	
Circle Center	0 037	0 057
Radius	48.6281	
Circle Endpoint 1	0 010	0 017
Circle Endpoint 2	0 044	0 009
Surface Intercept 1	0 010	0 017
Surface Intercept 2	0 044	0 009

Distance m	Shear Stress kPa	Shear Strength kPa
0 000	5.59779	8.50596
0 001	7.52741	11.4381
0 003	9.28242	14.1048
0 004	10.8533	16.4919
0 005	12.2447	18.6061
0 006	13.111	19.9225
0 008	13.7507	20.8944
0 009	19.6247	29.8201
0 010	14.7537	22.4186
0 011	15.2519	23.1755
0 013	15.6609	23.797
0 014	15.9834	24.2871
0 016	16.2047	24.6233
0 017	16.3252	24.8064
0 018	16.3452	24.8368
0 020	16.2647	24.7146
0 021	16.0836	24.4394
0 022	15.8013	24.0104
0 024	15.417	23.4265
0 025	14.6101	22.2003
0 027	13.3545	20.2925
0 028	11.914	18.1036
0 029	10.3114	15.6684
0 031	8.50478	12.9232
0 032	6.48632	9.8561

	Ed	Rd
Sommatorie	331.26472	503.36356
Fs =	Rd/Ed =	1.520
γr =	1.1	**Verifica positiva**
		Fs
Analysis Method:	**bishop simplified**	**1.3814**

Verifica sezione 6 stato di fatto condizione pseudostatica



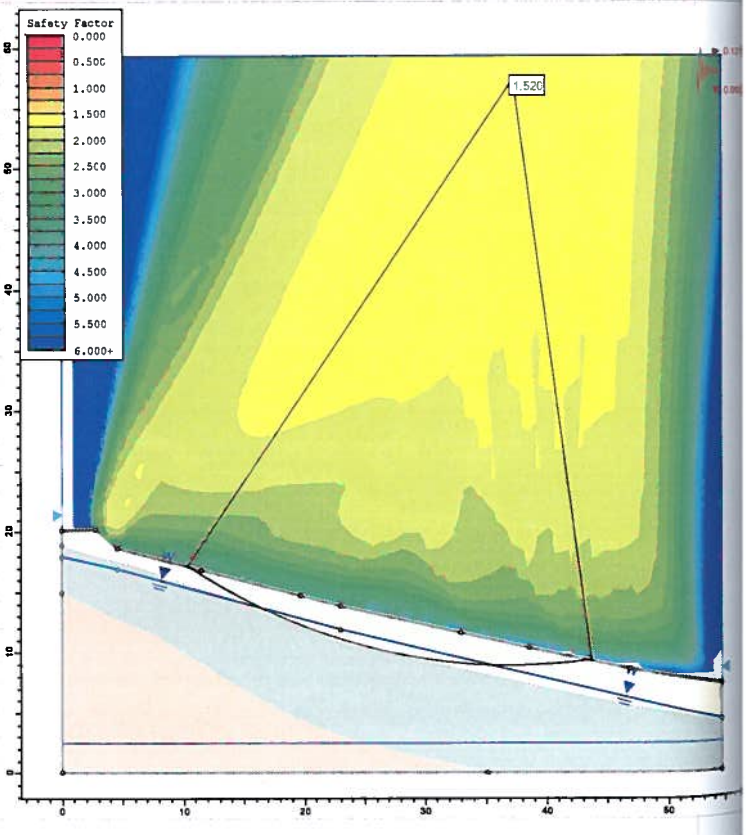


Tabella C.5 Caso 1– Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh Ec8-Linee guida AGI (2005)

Valore di Kh con formulazione NTC 2008

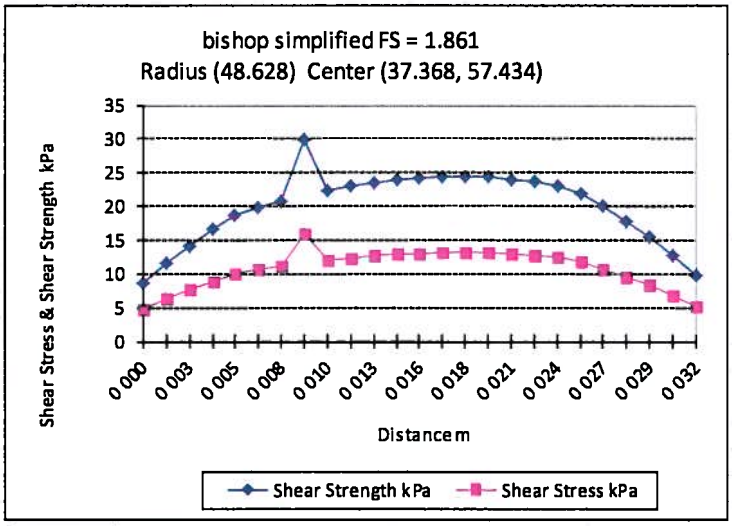
Verifica sezione 6 stato di fatto condizione pseudostatica
Kh con formulazione NTC 2008

Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	1.86066	
Circle Center	0 037	0 057
Radius	48.6281	
Circle Endpoint 1	0 010	0 017
Circle Endpoint 2	0 044	0 009
Surface Intercept 1	0 010	0 017
Surface Intercept 2	0 044	0 009

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	8.65734	4.65283
0 001	11.5538	6.20951
0 003	14.1804	7.62118
0 004	16.5244	8.88094
0 005	18.5938	9.99312
0 006	19.8557	10.6713
0 008	20.7734	11.1645
0 009	29.746	15.9868
0 010	22.2076	11.9353
0 011	22.9172	12.3167
0 013	23.4944	12.6269
0 014	23.9433	12.8682
0 016	24.2448	13.0302
0 017	24.4002	13.1137
0 018	24.4102	13.1191
0 020	24.2753	13.0466
0 021	23.9957	12.8963
0 022	23.5709	12.668
0 024	23.0005	12.3615
0 025	21.797	11.7147
0 027	19.9232	10.7076
0 028	17.7811	9.55632
0 029	15.4053	8.27947
0 031	12.735	6.84434
0 032	9.76004	5.24547

	Rd	Ed
Sommatorie	497.74658	267.51058
Fs =	Rd/Ed =	1.861
γr =	1.1	**Verifica positiva**
Analysis Method:	**bishop simplified**	**Fs 1.6915**



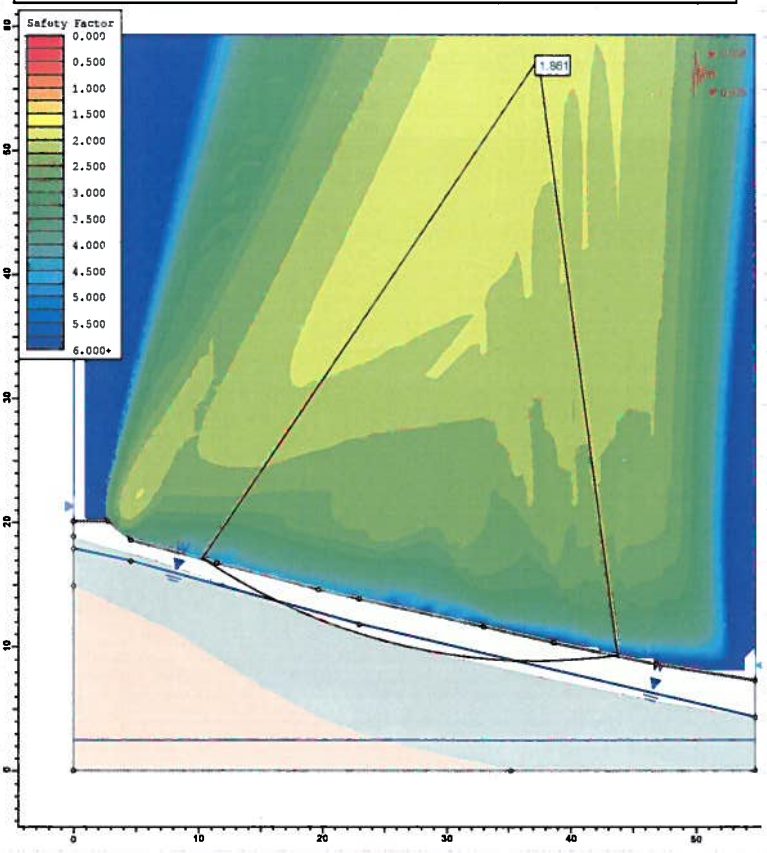


Tabella C.6 Caso 1– Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh con formulazione NTC2008)

Caso 1 – Sezione di progetto - **Condizioni sismiche - pseudostatiche**

Valore di Kh EC8- Linee guida AGI (2005)

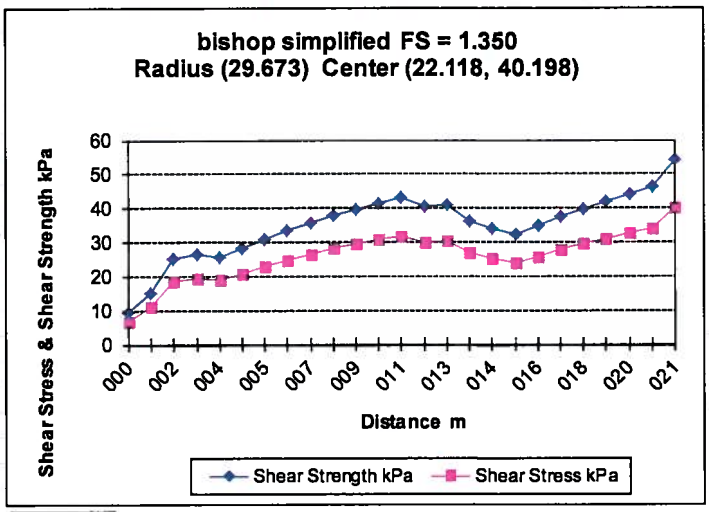
Analysis Method: bishop simplified

Verifica sezione 6 di progetto scavi condizione pseudostatica

Factor of Safety	1.35012	
Circle Center	0 022	0 040
Radius	29.6728	
Circle Endpoint 1	0 000	0 020
Circle Endpoint 2	0 023	0 011
Surface Intercept 1	0 000	0 020
Surface Intercept 2	0 023	0 011

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	9.32569	6.9073
0 001	15.2048	11.2618
0 002	25.3444	18.772
0 003	26.5485	19.6638
0 004	25.808	19.1153
0 005	28.0419	20.7699
0 005	30.7827	22.8
0 006	33.3519	24.7029
0 007	35.7102	26.4496
0 008	37.8616	28.0431
0 009	39.8092	29.4857
0 010	41.5558	30.7793
0 011	43.1126	31.9324
0 012	40.3137	29.8593
0 013	40.8596	30.2637
0 013	36.2959	26.8835
0 014	33.7684	25.0114
0 015	32.1632	23.8225
0 016	34.8208	25.7909
0 017	37.3356	27.6535
0 018	39.7246	29.423
0 019	41.9655	31.0828
0 020	44.0557	32.631
0 021	45.992	34.0651
0 021	54.2818	40.2052

	Rd	Ed
Sommatorie	874.03409	647.375
Fs =	Rd/Ed =	**1.35012**
γr =	1.1	**Verifica positiva**



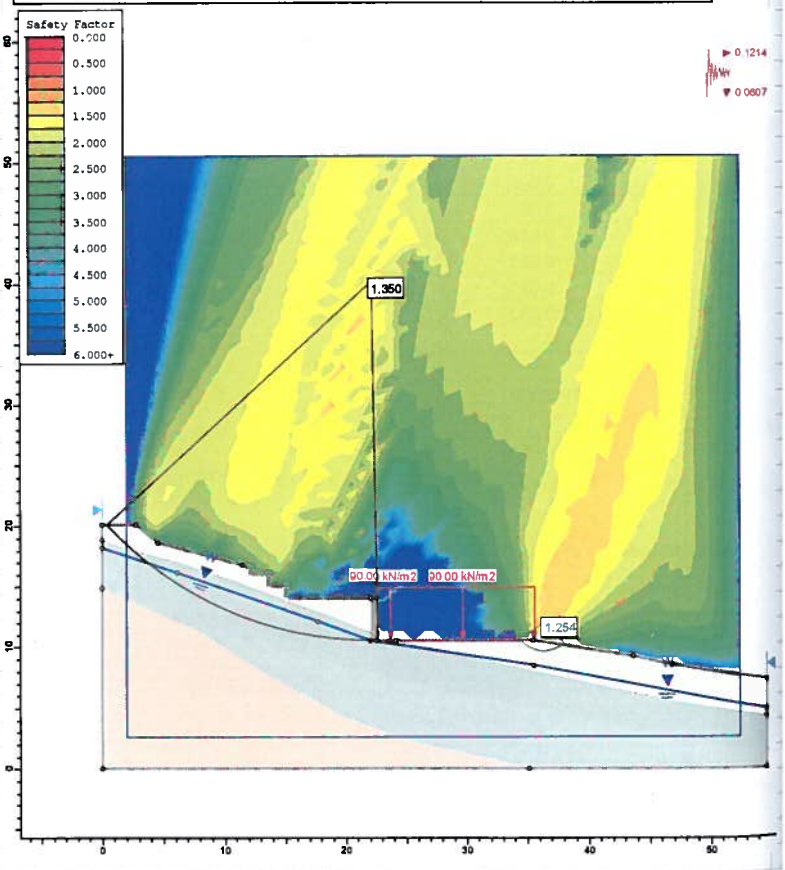


Tabella C.7 Caso 1– Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh con formulazione EC8 – Linee guida AGI 2005)

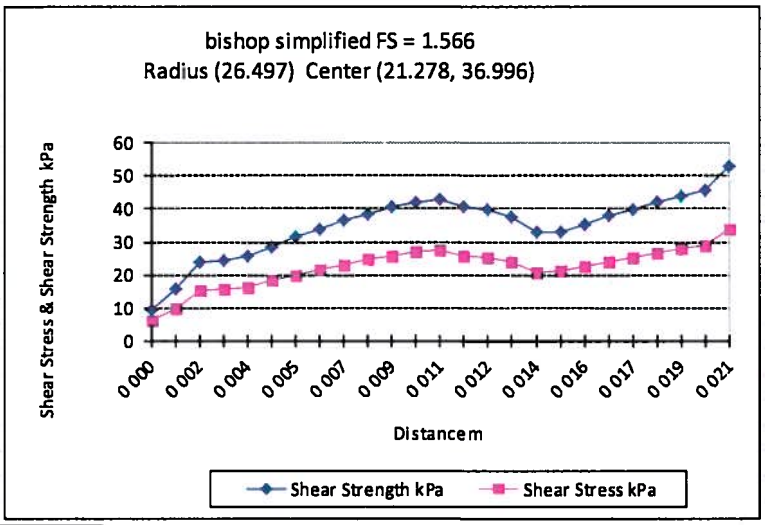
Valore di Kh con formulazione NTC 2008

Verifica sezione 6 di progetto scavi condizione pseudostatica
Kh con formulazione NTC 2008

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	1.56609	
Circle Center	0 021	0 037
Radius	26.4971	
Circle Endpoint 1	0 001	0 020
Circle Endpoint 2	0 023	0 011
Surface Intercept 1	0 001	0 020
Surface Intercept 2	0 023	0 011

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	9.60765	6.1348
0 001	15.864	10.1297
0 002	23.7411	15.1595
0 003	24.4626	15.6202
0 004	25.6662	16.3887
0 005	28.6892	18.319
0 005	31.4974	20.1121
0 006	34.0859	21.765
0 007	36.4447	23.2711
0 008	38.5802	24.6347
0 009	40.4981	25.8594
0 010	42.2027	26.9478
0 011	42.8995	27.3927
0 011	40.6361	25.9475
0 012	39.6213	25.2995
0 013	37.3305	23.8368
0 014	32.8448	20.9725
0 015	32.987	21.0633
0 016	35.4544	22.6388
0 016	37.7714	24.1183
0 017	39.9509	25.51
0 018	41.9732	26.8013
0 019	43.8356	27.9905
0 020	45.5352	29.0757
0 021	53.0634	33.8827

	Rd	Ed
Sommatorie	875.24305	558.8716
Fs =	Rd/Ed =	1.566
γr =	1.1	**Verifica positiva**
		Fs
Analysis Method:	**bishop simplified**	**1.4237**



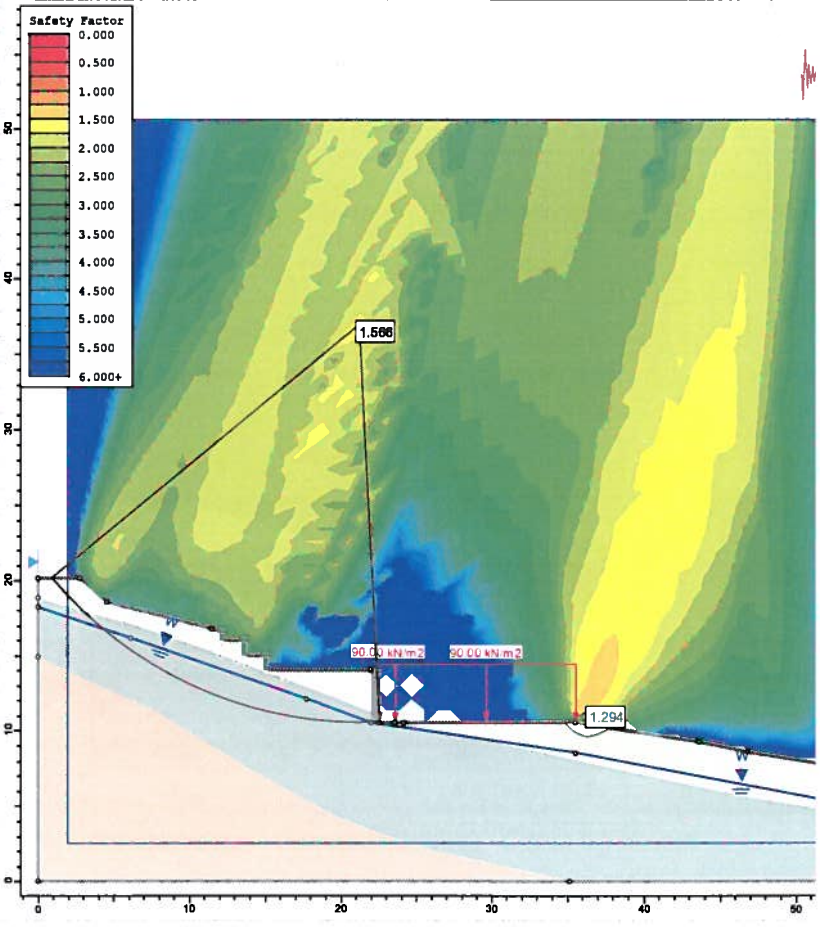


Tabella C.8 Caso 1– Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh con formulazione NTC2008)

Caso 2 – Pendio naturale - **Condizioni sismiche – pseudostatiche**

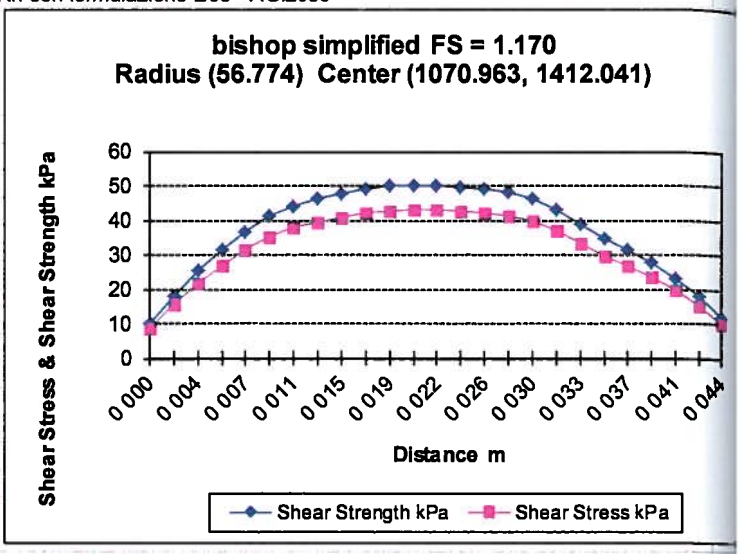
Valore di Kh EC8- Linee guida AGI (2005)

Analysis Method:	bishop simplified	
Factor of Safety	1.16992	
Circle Center	1 071	1 412
Radius	56.7741	
Circle Endpoint 1	1 032	1 370
Circle Endpoint 2	1 079	1 356
Surface Intercept 1	1 032	1 370
Surface Intercept 2	1 079	1 356

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	10.0718	8.60896
0 002	18.1223	15.4902
0 004	25.395	21.7066
0 006	31.4279	26.8633
0 007	36.7108	31.3789
0 009	41.3435	35.3387
0 011	44.1071	37.701
0 013	46.0496	39.3613
0 015	47.7837	40.8436
0 017	49.2576	42.1034
0 019	49.9326	42.6804
0 020	50.2144	42.9212
0 022	50.1533	42.869
0 024	49.7494	42.5238
0 026	49.0017	41.8847
0 028	47.9079	40.9497
0 030	46.4716	39.722
0 031	43.159	36.8906
0 033	39.0226	33.3549
0 035	34.7587	29.7103
0 037	31.4317	26.8665
0 039	27.5434	23.543
0 041	22.9677	19.6319
0 043	17.6759	15.1086
0 044	11.6408	9.95009

	Rd	Ed
Sommatorie	921.9	788.00265
Fs =	Rd/Ed =	**1.16992**
γr =	1.1	**Verifica positiva**

Verifica sezione caso 2 condizione pseudostatica
Kh con formulazione Ec8 - AGI2005



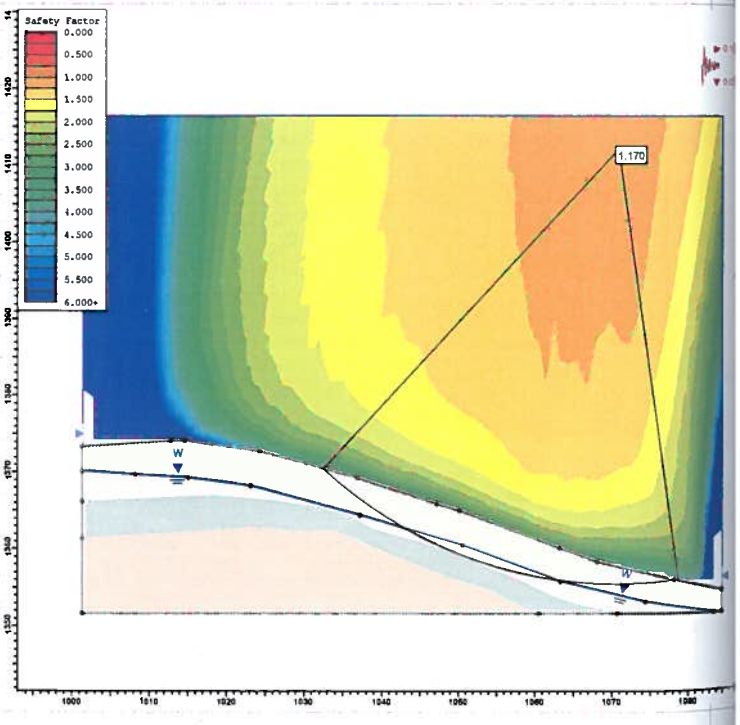


Tabella C.9 Caso 2– Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh con formulazione EC8 – Linee guida AGI 2005)

Valore di Kh con formulazione NTC 2008

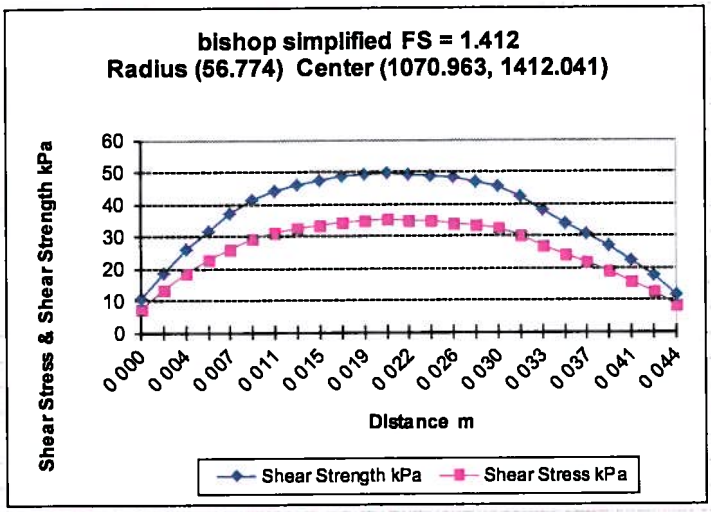
Caso 2

Analysis Method: bishop simplified

Factor of Safety	1.41219	
Circle Center	1 071	1 412
Radius	56.7741	
Circle Endpoint 1	1 032	1 370
Circle Endpoint 2	1 079	1 356
Surface Intercept 1	1 032	1 370
Surface Intercept 2	1 079	1 356

Distance m	Shear Strength kPa	Shear Stress kPa
0 000	10.3649	7.33957
0 002	18.4114	13.0375
0 004	25.6385	18.1551
0 006	31.5948	22.3729
0 007	36.7787	26.0437
0 009	41.2961	29.2426
0 011	43.8966	31.0841
0 013	45.6693	32.3393
0 015	47.2416	33.4527
0 017	48.5635	34.3888
0 019	49.1187	34.7819
0 020	49.3038	34.913
0 022	49.1643	34.8142
0 024	48.7019	34.4868
0 026	47.9172	33.9311
0 028	46.8097	33.1469
0 030	45.3849	32.138
0 031	42.0966	29.8094
0 033	38.0168	26.9205
0 035	33.8294	23.9553
0 037	30.5597	21.6399
0 039	26.7634	18.9517
0 041	22.323	15.8074
0 043	17.2162	12.1912
0 044	11.4224	8.08842

	Rd	Ed
Sommatorie	908.0834	643.03199
Fs =	Rd/Ed =	1.412
γr =	1.1	Verifica positiva Fs
Analysis Method:	bishop simplified	1.2838



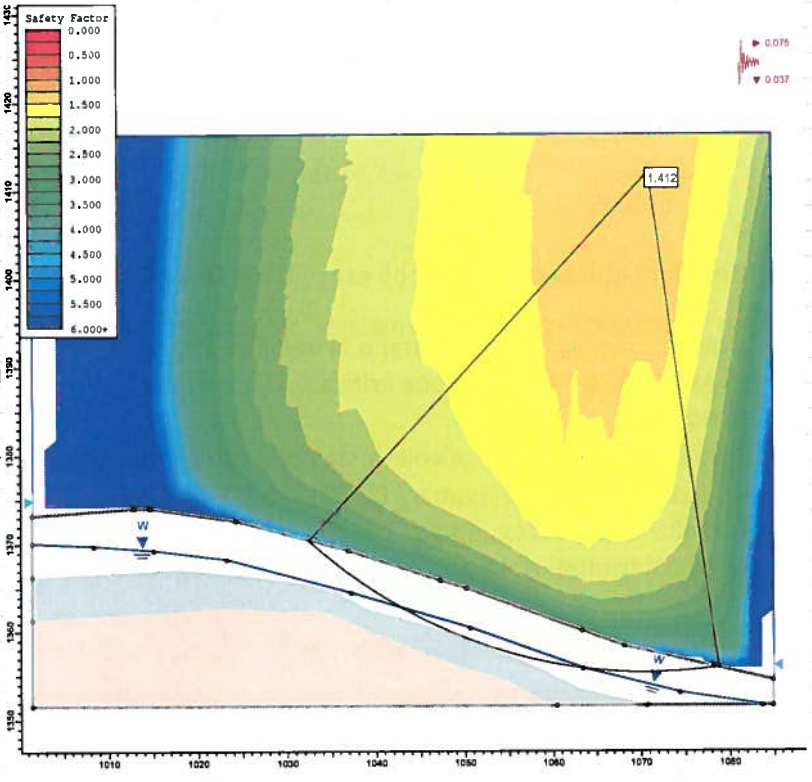


Tabella C.10 Caso 2 - Condizioni sismiche – pseudostatiche (valore di Kh con formulazione NTC2008)

C.8.6 Analisi di stabilità con metodi dinamici semplificati.

Al fine di valutare il comportamento del pendio in esame in condizioni dinamiche è stata eseguita un'analisi semplificata secondo il metodo del blocco rigido proposto da Newmark (1965)[18], metodo che consente la valutazione degli effetti della storia delle accelerazioni. L'azione sismica viene definita da un'accelerogramma e la risposta del pendio all'azione sismica è valutata in termini di spostamenti accumulati. Ogni volta che l'accelerazione alla base del deposito superficiale a(t) supera il valore di soglia a_c (accelerazione critica) deposito si sposta lungo la superficie di scorrimento.
Gli spostamenti S del pendio vengono espressi con la seguente formula:

$S = S_0 * A$

Dove $A = \frac{\cos(\varphi-\alpha)}{\cos\varphi}$ dove φ = angolo di resistenza al taglio del terreno, α = inclinazione della superficie di scorrimento ed S_0 è lo spostamento di un blocco rigido su un piano orizzontale ricavabile dalle seguenti formulazioni:

metodo	spostamento
Newmark (1965)	$S_{0(max)} = \frac{v_{max}^2}{2a_c}\left(\frac{a_{max}}{a_c}\right)$
Whitman e Liao (1984)	$S_{0(av)} = \frac{37 v_{max}^2}{a_{max}} e^{-9.4\frac{a_c}{a_{max}}}$
Jibson (1993)	$\log S_{0(av)} = 1.460 \log I_A - 6.642\frac{a_c}{g} + 1.546$

Relazioni utilizzate per i calcoli eseguiti (da Linee Guida AGI (2005) [19])

Dove v_{max} e a_{max} rappresentano la velocità e l'accelerazione massime del terremoto di progetto, I_A è l'intensità di Arias e a_c è l'accelerazione critica.
$a_c = k_c \cdot g$
Il valore di k_c è stato calcolato sia col metodo proposto da Simonelli & Viggiani (1993)[20] $K_c = tg(\varphi-\alpha)$ sia con quello proposto da Newmark (1965) $K_c = (FS-1)*sen(\alpha)$, sia con la formula $K_c = (FS-1)* tan\alpha/(1+tan\varphi*tan\alpha)$,
L'analisi è stata eseguita per i due casi considerati (substrato roccioso alla profondità di 2.4 m da pc e 6.2 m da pc.) i cui risultati sono riportati nelle tabelle seguenti.

Caso 1

Risultati								per
Newmark (1965)	S0(max)	0.004	m	0.45	cm	S (cm)	0.48	Kc Simoncelli
	S0(max)	0.0023	m	0.23	cm	S (cm)	0.25	Kc Romeo
	S0(max)	0.0025	m	0.25	cm	S (cm)	0.27	Kc Newmark
Withman & Liao (1984)	S0(av)	0.000	m	0.03	cm	S (cm)	0.03	Kc Simoncelli
	S0(av)	0.0000	m	0.00	cm	S (cm)	0.00	Kc Romeo
	S0(av)	0.0000	m	0.00	cm	S (cm)	0.00	Kc Newmark
Jibson (1993)	LOGS0(av)	0.40	S0(av)	2.51	cm	S (cm)	2.68	Kc Simoncelli
	LOGS0(av)	0.0554	S0(av)	1.14	cm	S (cm)	1.21	Kc Romeo
	LOGS0(av)	-0.0415	S0(av)	0.91	cm	S (cm)	0.97	Kc Romeo
Media spostamenti				**0.58**	**cm**		**0.62**	cm

[18] *Newmark (1965):"Effects of earthquake on dams and embankments" The fitfth Rankine Lecture of the British Geotechnical Society, Geotechnique, 15 (2), 139-160*
[19] Associazione Geotecnica Italiana (2005): "Linee guida: Aspetti geotecnici della progettazione in zona sismica" Patron Editore
[20] *Simonelli A.L., Viggiani C. (1993):"Spostamenti di pendii in condizioni sismiche" gruppo Nazionale di Coordinamento per gli studi di Ingegneria Geotecnica del CNR. 385-388. Ed. SGE Padova*

Caso 2

Risultati								per
Newmark (1965)	S0(max)	0.006	m	0.64	cm	S (cm)	0.71	Kc Simoncelli
	S0(max)	0.0107	m	1.07	cm	S (cm)	1.19	Kc Romeo
	S0(max)	0.0119	m	1.19	cm	S (cm)	1.32	Kc Newmark
Withman & Liao (1984)	S0(av)	0.000	m	0.02	cm	S (cm)	0.02	Kc Simoncelli
	S0(av)	0.0085	m	0.85	cm	S (cm)	0.94	Kc Romeo
	S0(av)	0.0058	m	0.58	cm	S (cm)	0.64	Kc Newmark
Jibson (1993)	LOGS0(av)	0.06	S0(av)	1.14	cm	S (cm)	1.26	Kc Simoncelli
	LOGS0(av)	0.9265	S0(av)	8.44	cm	S (cm)	9.37	Kc Romeo
	LOGS0(av)	0.8405	S0(av)	6.93	cm	S (cm)	7.68	Kc Romeo
Media spostamenti				**1.74**	**cm**		**1.93**	cm

Lo spostamento ammissibile dipende da molteplici fattori tra i quali la natura delle strutture presenti, in mancanza di indicazioni normative si fa riferimento, così come indicato nelle linee guida AGI ad alcune ricerche sintetizzate nella tabella seguente:

Tabella 8.1 - Relazione fra spostamenti osservati e danno strutturale (Legg & Slosson, 1984)

livello di danno	spostamento (cm)
irrilevante	< 0.5
modesto	0.5÷5
forte	5÷50
severo	50÷500
catastrofico	> 500

Tabella 8.2 - Spostamenti ammissibili di pendii naturali stabiliti dallo State of Alaska Geotechnical Evaluation Criteria Committee (Idriss, 1985)

	livello di danno	spostamento (cm)
V	irrilevante	< 3
IV	modesto	15
III	moderato	30
II	elevato	90
I	catastrofico	300

Il confronto tra i dati ottenuti e le tabelle precedenti evidenzia in entrambi i casi l'ammissibilità degli spostamenti del pendio esaminato e la fattibilità dell'intervento.

C.9 Valutazioni preliminare sulle fondazioni

Le indagini geognostiche eseguite e le elaborazioni effettuate evidenziano una situazione di fattibilità di fondazioni superficiali.

A titolo esemplificativo si riporta l'analisi della capacità portante per una fondazioni tipo trave avente larghezza B pari a 0.8-1.5 m e lunghezza L=10 m.

C.9.1 Approccio di calcolo

Le analisi sono state condotte secondo quando previsto nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al DM del 14 gennaio 2008. In particolare sono state adottate le seguenti condizioni:

- Approccio 1 Combinazione 1: A1+M1+R1;
- Approccio 1 Combinazione 2: A2+M2+R2
- Approccio 2: A1+M1+R3 ;

tenendo conto dei coefficienti parziali riportati nelle tabella 6.2.I, 6.2.II e 6.4.II delle NTC, di seguito riportati per completezza.

Tabella 6.2.I – *Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni.*

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_E)	EQU	(A1) STR	(A2) GEO
Permanenti	Favorevole	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevole		1.1	1.3	1.0
Permanenti non strutturali [1]	Favorevole	γ_{G2}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3
Variabili	Favorevole	γ_{Qi}	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevole		1.5	1.5	1.3

Tabella 6.2.II – *Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno*

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE γ_M	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.0	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_γ	1.0	1.0

Tabella 6.4.I - *Coefficienti parziali γ_R per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali.*

VERIFICA	COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
Capacità portante	γ_R = 1.0	γ_R = 1.8	γ_R = 2.3
Scorrimento	γ_R = 1.0	γ_R = 1.1	γ_R = 1.1

C.9.2 Metodo di calcolo

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch Hansen (1970). La relazione adottata è la seguente:

$q_u = c\, N_c\, s_c\, i_c\, d_c\, b_c\, g_c\, z_c + q\, N_q\, s_q\, i_q\, d_q\, b_q\, g_q\, z_q + 0.5\, B\gamma\, N_\gamma\, s_\gamma\, i_g\, d_g\, b_\gamma\, g_\gamma\, r_\gamma\, z_\gamma$

dove

$q = \gamma * D$

γ Peso di volume del terreno espresso in [T/mc]

γ_{sat} Peso di volume saturo del terreno espresso in [T/mc]
ϕ Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
c Coesione del terreno espressa in [MPa]
D = profondità della fondazione [m]
B = larghezza della fondazione [m]
L = lunghezza della fondazione [m]
I fattori N_c, N_q, N_γ sono espressi come:

- $N_q = e^{\pi tg\phi} K_p$
- $N_c = (N_q - 1)ctg\phi$
- $N_\gamma = 1.5(N_q - 1)tg\phi$

Di seguito si esprimono i vari fattori che compaiono nella espressione del carico ultimo.

Fattori di forma

per ϕ=0	$s_c = 0.2\ B/L$
per ϕ>0	$s_c = 1+(N_q/N_c)^* B/L$
	$s_q = 1 + B/L^* tg\phi$
	$s_\gamma = 1 - 0.4^*B/L$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro *k* come

se D/B<=1	k = D/B
se D/B > 1	k = arctg (D/B)

I vari coefficienti si esprimono come

per ϕ=0	$d_c = 0.4k$
per ϕ>0	$d_c = 1 + 0.4k$
	$d_q = 1+2tg\phi(1-sin\phi)^2 k$
	$d_\gamma = 1$

Fattori di inclinazione del carico

Indichiamo con *V* e *H* le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con A_f l'area efficace della fondazione ottenuta come
$A_f = B'xL'$ (B' e L' sono legate alle dimensioni effettive della fondazione *B*, *L* e all'eccentricità del carico e_B, e_L dalle relazioni $B' = B-2e_B$ $L' = L- 2e_L$).
η è l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi (η=0 per fondazione orizzontale).
I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

per $\phi = 0$	$i_c = 1/2(1-\sqrt{[1-H/A_f c_a]})$
per $\phi > 0$	$i_c = i_q - [(1 - i_q)/(N_q - 1)]$
	$i_q = [1-(0.5^*H)/(V + A_f{}^* c_a{}^* ctg\phi)]^5$
per $\eta = 0$	$i_\gamma = [1-(0.7^*H)/(V + A_f{}^* c_a{}^* ctg\phi)]^5$
per $\eta > 0$	$i_\gamma = [1 - ((0.7-\eta/450)H/V + A_f{}^* c_a{}^* ctg\phi)]^5$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

per ϕ=0	$b_c = \eta°/147$
per ϕ>0	$b_c = 1-\eta°/147$
	$b_q = e^{-2\eta tg\phi}$
	$b_\gamma = e^{-2.7\eta tg\phi}$

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con β la pendenza del pendio i fattori *g* si ottengono dalle espressioni seguenti:

per ϕ=0	$g_c = \beta°/147$
per ϕ>0	$g_c = 1 -\beta°/147$
	$g_q = g_\gamma = (1-0.05tg\beta)^5$

Fattori correttivi per B>2.0 m

Fattore di Bowles:

$r\gamma = 1\text{-}0.25\log(B/k)$ dove k = 2 se B espresso in m

Fattori correttivi per sisma

Sono stati inoltre considerati gli effetti delle forze d'inerzia derivanti dall'azione sismica utilizzando le relazioni ottenute da Paolucci & Pecker (1995).

Tali relazioni si esprimono sotto forma di tre coefficienti correttivi Z_q, Z_c e Z_γ, che tengono conto dell'inerzia del terreno e per i quali devono essere moltiplicati i termini dell'equazione proposta da Hansen.

I coefficienti possono essere espressi con buona approssimazione dalle formule:

$$z_q = z_\gamma = \left(1 - \frac{K_{hk}}{tg\varphi}\right)^{0.35}$$

$$z_c = 1 - 0.32K_{hk}$$

dove K_{hk} rappresenta il coefficiente legato al suolo che è descritto nel § precedente.

C.9.3 Verifiche di capacità portante

A titolo esemplificativo sono state eseguite diverse tipologie di verifiche:

- la prima adottando il metodo precedente l'entrata in vigore delle NTC 2008 (D.M. LL.PP. del 11/03/1988 e D.M. 16 Gennaio 1996)
- la seconda adottando le NTC 2008 con l'Approccio1 e Combinazione1 A1+M1+R1
- la terza adottando le NTC 2008 con l'Approccio1 e Combinazione2 A2+M2+R2
- la quarta adottando le NTC 2008 con l'Approccio2 A1+M1+R3

Nel primo caso il metodo di verifica è la risoluzione di Meyerhof (1951,1963), nel secondo, terzo e quarto caso si è utilizzata l'equazione di Brinch-Hansen.

C.9.4 Risultati ai sensi del DM 11/03/1988 e DM 16/01/1996

Di seguito si riporta una tabella di sintesi

L - Lunghezza (m) =	10.00	10.00	10.00	10.00
D - Profondità (m) =	1.50	1.50	1.50	1.50
B - Larghezza (m) =	0.80	1.00	1.20	1.50
Qa Kg/cmq	0.759	0.762	0.765	0.769
Qa Kg/cmq (sismica)	0.732	0.735	0.738	0.742

C.9.5 *Risultati ai sensi delle NTC 2008*

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano alcune tabelle di sintesi per il Caso 1, ottenute con diverse dimensioni delle fondazioni e diverse profondità di imposta, eccentricità pari a zero, fattore q_0=3 per periodo fondamentale >0.32s.

Profondità piano di posa	(m)	1.50
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	0.80
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	269	98	2.76	verifica positiva
A1+M1+R3	117	98	1.20	verifica positiva
A2+M2+R2	105	75	1.40	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	3.00
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	0.80
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	289	98	2.97	verifica positiva
A1+M1+R3	126	98	1.29	verifica positiva
A2+M2+R2	113	75	1.51	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	1.50
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.00
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	264	98	2.71	verifica positiva
A1+M1+R3	115	98	1.18	verifica positiva
A2+M2+R2	103	75	1.37	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	3.00
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.00
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	287	98	2.94	verifica positiva
A1+M1+R3	125	98	1.28	verifica positiva
A2+M2+R2	113	75	1.50	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	1.50
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.50
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	270	98	2.77	verifica positiva
A1+M1+R3	117	98	1.20	verifica positiva
A2+M2+R2	105	75	1.41	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	3.00
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.50
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.75

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	281	98	2.89	verifica positiva
A1+M1+R3	122	98	1.25	verifica positiva
A2+M2+R2	110	75	1.47	verifica positiva

Per quanto riguarda il caso 2 le verifiche condotte evidenziano fondazioni compatibili con carichi trasmessi pari a circa 70kPa.

Di seguito, a titolo esemplificativo, si riportano alcune tabelle di sintesi per il Caso 2, ottenute con diverse dimensioni delle fondazioni e diverse profondità di imposta, eccentricità pari a zero, fattore q_0=3 per periodo fondamentale >0.35s.

Profondità piano di posa	(m)	1.50
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	0.80
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.70

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	211	91	2.32	verifica positiva
A1+M1+R3	92	91	1.01	verifica positiva
A2+M2+R2	80	70	1.14	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	3.00
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	0.80
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.70

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	226	91	2.48	verifica positiva
A1+M1+R3	98	91	1.08	verifica positiva
A2+M2+R2	85	70	1.22	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	1.50
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.50
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.70

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	214	91	2.35	verifica positiva
A1+M1+R3	93	91	1.02	verifica positiva
A2+M2+R2	81	70	1.15	verifica positiva

Profondità piano di posa	(m)	3.00
Lunghezza fondazione	(m)	10.00
Larghezza fondazione	(m)	1.50
Carico di ingresso	(kg/cmq)	0.70

	Rdc1 kN/m^2	Q_0 kN/m^3	*R2*	
A1+M1+R1	222	91	2.44	verifica positiva
A1+M1+R3	96	91	1.06	verifica positiva
A2+M2+R2	84	70	1.20	verifica positiva

D. CONSIDERAZIONI FINALI E FATTIBILITA' GEOLOGICA

Lo studio e le indagini eseguite hanno permesso di evidenziare quanto segue.

⇨ L'area è ubicata in una zona in cui, al di sotto delle coperture quaternarie, affiora un'unità riconducibile al Dominio Epiligure denominata "Formazione di Cigarello" (CIG). L'unità è costituita da peliti e peliti con frazione arenitica, grigie, in genere sottilmente stratificate, ma localmente bioturbate.

⇨ Dal punto di vista morfologico l'area è in prevalenza, il risultato dell'azione prodotta dalle acque di scorrimento superficiale e dall'azione della gravità sui versanti. I versanti dell'area in esame sono in parte interessati da depositi eluvio-colluviali (a4). Non sono segnalati dissesti attivi (a1) e/o quiescenti (a2).

⇨ Per ottenere informazioni relative alla situazione del sottosuolo sono state eseguite 3 prove penetrometriche dinamiche (DPSH), tre stendimenti sismici per prove sismiche a rifrazione (SS1-SS2-SS3) e una prova MASW+HVSR.

⇨ Dal punto di vista idrogeologico durante l'esecuzione delle prove penetrometriche dinamiche, marzo 2011, è stata rilevata la presenza della falda a profondità comprese tra 2.0 e 5.2 m da p.c.

⇨ Il Comune di Castelnovo ne Monti in base all'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 "*Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica*", pubblicata sul Supplemento Ordinario n. 72 alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8 maggio 2003, viene classificato in prima applicazione in **zona 2.**

⇨ Le sezioni geologico interpretative riportate nella tavola 1 allegata al presente lavoro evidenziano la presenza di depositi di copertura costituiti da argille e limi sabbiosi (ALS), il cui spessore aumenta allontanandosi dalla strada in direzione Castelnovo (da N a S), caratterizzati da una porzione sommitale di circa un metro a bassa consistenza (AL). Questo livello terroso (AL+ALS), di natura eluvio-colluviale è continuo nell'intera area indagata e presenta caratteristiche fisico meccaniche abbastanza omogenee, così come evidenziato nelle diverse prove penetrometriche. Al di sotto dei depositi di copertura si trova un orizzonte costituito da un substrato roccioso alterato (CIG_B), il cui spessore appare costante (circa 3 m in corrispondenza dei lotti), ricoprente un substrato roccioso di maggiore compattezza (CIG_A). Il litotipo roccioso sub affiorante è comunemente conosciuto in bibliografia geologica come Formazione di Cigarello (CIG).

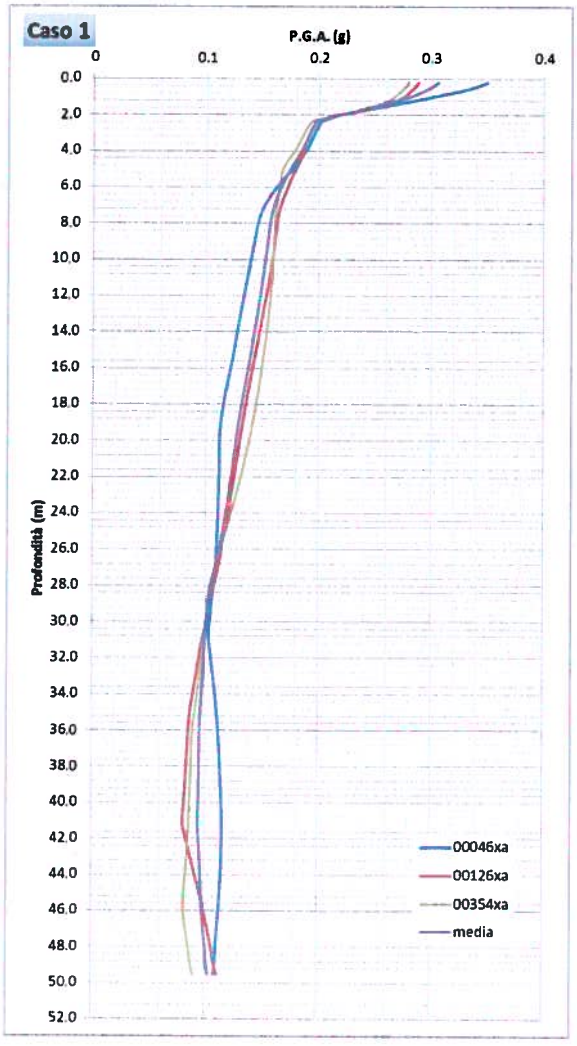
Codice geotecnico	***Litologia***	***Comportamento***	***Profondità (m da p.c.)***	***Parametri***
ALS	Suolo + argille e limi a bassa consistenza	Coesivo	0.0-1.0	γ = 19-20 kN/m^3 M = 4.1 MPa Vp < 500 m/s Vs = 80-110 m/s Parametri totali Cuk = 15-40 kPa[21]
ALS	Argille e limi sabbiosi	Coesivo	1.0-2.5/8.5	γ = 19-20 kN/m^3 M = 5.0-8.7 MPa Vp = 500-1200 m/s Vs = 110-160 m/s Parametri totali Cuk = 37-92 kPa Parametri efficaci C'k = 0-10 kPa ϕ'k = 22.4-29.0

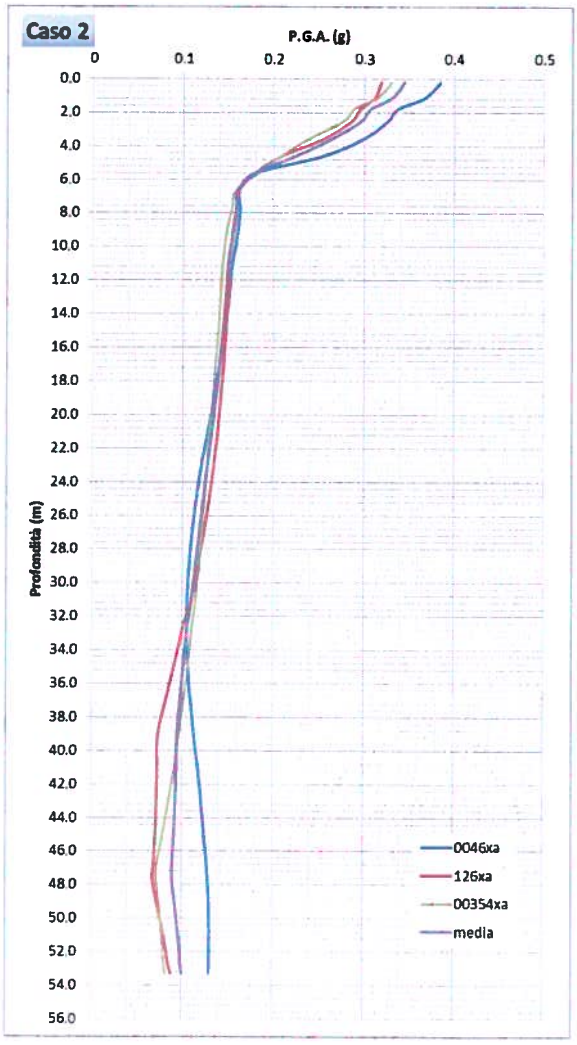
[21] *S.IN.C. (1996): RELAZIONE GEOTECNICA ED IDROLOGICA "S.S. n. 63 DEL VALICO DEL CERRETO", Progetto costruttivo.*

Codice geotecnico	Litologia	Comportamento	Profondità (m da p.c.)	Parametri
CIG_B	Ammasso roccioso alterato e fratturato	Il comportamento è granulare. Si tratta di argille, argille marnose e argille siltose strutturalmente ordinate, stratificate, con eventuale rara presenza di livelli arenitici.	da 2.5/8.5 a 5.0/12.0 m (spessore di 3.0-4.0 m)	γ = 20-21 kN/m^3 Vp = 1200-2000 m/s Vs = 400 m/s Parametri efficaci C'k = 0-10 kPa ϕ'k = 33.6°
CIG_A	Ammasso roccioso fratturato		da 5.0/12.0 m a 128.5 m	γ = 22-23 kN/m^3 Vp > 2000 m/s Vs = 800-900 m/s Parametri efficaci C'k = 41 kPa ϕ'k = 44.2°

⇨ Le prove sismiche eseguite hanno evidenziato valori di Vs_{30} pari a 491 m/s. Gli strumenti urbanistici prevedono una analisi di terzo livello. In tal senso è stata eseguita una analisi di Risposta Simica Locale attraverso l'elaborazione di tre accelerogrammi tipici dell'area forniti dalla Regione Emilia-Romagna. L'analisi ha permesso di ricavare i valori di amplificazione ed i parametri sismici in funzione della profondità nei due casi analizzati (substrato roccioso alla profondità di 2.4 m da pc – caso 1 e alla profondità di 6.2 m da pc. – caso 2).

	PGA 000046xa	PGA 000126xa	PGA 00354xa	PGA Valore medio	FA PGA (Fattore di amplificazione locale)
Caso 1	0.3495	0.2884	0.2796	0.3058	1.85
Caso 2	0.3846	0.3190	0.3295	0.3443	2.08





⇨ Per valutare la stabilita del pendio esaminato è stata adottata la seguente procedura: Fase1: Ricostruzione geometrica e geotecnica del versante esaminato; Fase 2: Verifica di stabilita in condizioni statiche con pendio indefinito e con equilibrio limite del versante. Determinazione coefficiente di sicurezza Fs. Fase 3. Verifica di stabilita in condizioni pseudostatica del versante. In tale verifica, avendo eseguito una analisi della risposta sismica locale (e quindi con determinazione dei parametri simici tra cui accelerazioni sismiche, i coefficienti sismici kh e kv, l'indice di Arias, la velocita massima etc), sono stati applicati i differenti coefficienti. Fase 4. Analisi di stabilità con metodi dinamici. Procedura di Newmark (più metodi di risoluzione semplificati). Le verifiche eseguite nelle fasi 2 e 3 hanno fornito i seguenti risultati:

	Statica	Sismica pseudostatica Kh (EC8 – AGI 2005)	Sismica pseudostatica Kh (NTC 2008)
Caso 1 pendio naturale	2.0717	1.3814	1.6915
Caso 1 sezione di progetto	1.6681	1.3501	1.4237
Caso 2 pendio naturale	1.5992	1.1699	1.2838

Le verifiche eseguite nella fase 4 hanno fornito spostamenti medi di 0.62 cm nel Caso 1 e di 1.93 cm nel caso 2.

⇨ Le verifiche di stabilità deterministiche indicano un pendio in condizioni naturali stabili sia in situazione statica che sismica. Nella fase di progetto è necessario effettuare scavi con altezze che possono raggiungere anche 3-4 m; in tali situazioni è necessario prevedere opere di sostegno strutturali quali muri di contenimento e/o palificate. In sede esecutiva sarà necessario definire la tipologia di consolidamento, in questa fase sono state valutate sia la possibilità di esecuzione di muri sia la possibilità di realizzare palificate, in entrambi i casi le verifiche di stabilità hanno fornito coefficienti di sicurezza superiori ai limiti normativi. Per quanto concerne le piccole scarpate di eventuale raccordo (altezze inferiori a 1-1.5 m) sarebbe opportuno preventivare la messa a dimora di palificate in legno e/o opere di ingegneria naturalistica opportune.

⇨ Si raccomanda l'esecuzione di un sistema di drenaggio superficiale e sotterraneo idoneo in grado di evitare ristagni e ruscellamenti incontrollati nonché emersione di acqua negli scavi.

⇨ Le indagini geognostiche eseguite e le elaborazioni effettuate evidenziano una situazione di fattibilità di fondazioni superficiali; le verifiche preliminari sono state quindi eseguite per fondazioni tipo trave rovescia. I valori di capacità portante sono risultati compatibili per valori di 0.7-0.8 kg/cmq (≈ 70-80 kN/mq). Nelle successive fasi sarà necessario verificare in dettaglio i valori di capacità portante anche in funzione della tipologia e dimensione della fondazione nonché della quota del piano di imposta.

In considerazione di quanto sopra esposto si ritiene l'intervento geologicamente e sismicamente compatibile purché vengano rispettate le indicazioni contenute nella presente relazione.

Parma, Gennaio 2012





Dott. Geol. Sergio Guidetti | Dott. Geol. Giancarlo Bonini

ALLEGATO 1
INDAGINI GEOGNOSTICHE

Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)
Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)
Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH 1

COMMITTENTE: PAI sas

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO:	Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200	Data:	31/03/2011
OPERATORE:	Dr.Beretti	Quota: p.c.	Profondità falda: -5,13 m p.c.

Letture di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq
1	0,2			6	5,2	4	29,88	11	10,2		
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4	4	29,88	11	10,4		
2	0,6	0,2	1,98	7	5,6	4	28,16	12	10,6		
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8	4,5	31,68	12	10,8		
2	1	1	9,90	7	6	4	28,16	12	11		
2	1,2	2	19,79	7	6,2	5	35,20	12	11,2		
2	1,4	3	29,69	7	6,4	29	204,15	12	11,4		
3	1,6	3	27,46	8	6,6	65	432,60	12	11,6		
3	1,8	3,5	32,04	8	6,8			12	11,8		
3	2	4,5	41,19	8	7			12	12		
3	2,2	5	45,77	8	7,2			13	12,2		
3	2,4	4	36,61	8	7,4			13	12,4		
4	2,6	4	34,06	9	7,6			13	12,6		
4	2,8	5	42,57	9	7,8			13	12,8		
4	3	4	34,06	9	8			13	13		
4	3,2	4	34,06	9	8,2			14	13,2		
4	3,4	4	34,06	9	8,4			14	13,4		
5	3,6	4,5	35,81	10	8,6			14	13,6		
5	3,8	4,5	35,81	10	8,8			14	13,8		
5	4	5	39,79	10	9			14	14		
5	4,2	4	31,83	10	9,2			15	14,2		
5	4,4	5	39,79	10	9,4			15	14,4		
6	4,6	5	37,35	11	9,6			15	14,6		
6	4,8	4,5	33,62	11	9,8			15	14,8		
6	5	4	29,88	11	10			15	15		

Caratteristiche strumentali

Peso Maglio (kg)	63,5
Volata (cm)	75
Aste (Kg al m)	6,2
Area della punta (cmq)	20
Peso incudine	0,5
Avanzamento (cm)	20
Angolo punta	90°

Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)
Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)
Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH 2

COMMITTENTE: PAI sas

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO:	Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200		Data:	31/03/2011
OPERATORE:	Dr.Beretti	Quota: p.c.	Profondità falda:	-1,95 m p.c.

Letture di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq
1	0,2			6	5,2			11	10,2		
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4		
2	0,6	1,25	12,37	7	5,6			12	10,6		
2	0,8	0,75	7,42	7	5,8			12	10,8		
2	1	2	19,79	7	6			12	11		
2	1,2	2	19,79	7	6,2			12	11,2		
2	1,4	3	29,69	7	6,4			12	11,4		
3	1,6	3	27,46	8	6,6			12	11,6		
3	1,8	7	64,07	8	6,8			12	11,8		
3	2	9	82,38	8	7			12	12		
3	2,2	10	91,53	8	7,2			13	12,2		
3	2,4	8,5	77,80	8	7,4			13	12,4		
4	2,6	11	93,65	9	7,6			13	12,6		
4	2,8	25	212,85	9	7,8			13	12,8		
4	3	27	229,88	9	8			13	13		
4	3,2	29	246,91	9	8,2			14	13,2		
4	3,4	55	468,27	9	8,4			14	13,4		
5	3,6			10	8,6			14	13,6		
5	3,8			10	8,8			14	13,8		
5	4			10	9			14	14		
5	4,2			10	9,2			15	14,2		
5	4,4			10	9,4			15	14,4		
6	4,6			11	9,6			15	14,6		
6	4,8			11	9,8			15	14,8		
6	5			11	10			15	15		

Caratteristiche strumentali

Peso Maglio (kg)	63,5
Volata (cm)	75
Aste (Kg al m)	6,2
Area della punta (cmq)	20
Peso incudine	0,5
Avanzamento (cm)	20
Angolo punta	90°

Dott. Geol. Paolo Beretti
Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali
Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)
Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)
Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

DPSH 3

COMMITTENTE: PAI sas

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200 | Data: 31/03/2011

OPERATORE: Dr.Beretti | Quota: p.c. | Profondità falda: Foro chiuso -2,19 m p.c.

Letture di campagna e elaborazioni

Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq	Asta n°	PROF. m.	Numero colpi	qd kgf/cmq
1	0,2			6	5,2			11	10,2		
1	0,4	0,2	2,15	6	5,4			11	10,4		
2	0,6	0,5	4,95	7	5,6			12	10,6		
2	0,8	0,2	1,98	7	5,8			12	10,8		
2	1	1	9,90	7	6			12	11		
2	1,2	1,5	14,84	7	6,2			12	11,2		
2	1,4	2	19,79	7	6,4			12	11,4		
3	1,6	2,5	22,88	8	6,6			12	11,6		
3	1,8	2,5	22,88	8	6,8			12	11,8		
3	2	13	118,99	8	7			12	12		
3	2,2	8	73,22	8	7,2			13	12,2		
3	2,4	14	128,14	8	7,4			13	12,4		
4	2,6	11	93,65	9	7,6			13	12,6		
4	2,8	9	76,63	9	7,8			13	12,8		
4	3	22,5	191,57	9	8			13	13		
4	3,2	31	263,94	9	8,2			14	13,2		
4	3,4	36	306,51	9	8,4			14	13,4		
5	3,6	65	517,30	10	8,6			14	13,6		
5	3,8			10	8,8			14	13,8		
5	4			10	9			14	14		
5	4,2			10	9,2			15	14,2		
5	4,4			10	9,4			15	14,4		
6	4,6			11	9,6			15	14,6		
6	4,8			11	9,8			15	14,8		
6	5			11	10			15	15		

Caratteristiche strumentali

Peso Maglio (kg)	63,5
Volata (cm)	75
Aste (Kg al m)	6,2
Area della punta (cmq)	20
Peso incudine	0,5
Avanzamento (cm)	20
Angolo punta	90°

Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)

Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)

Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

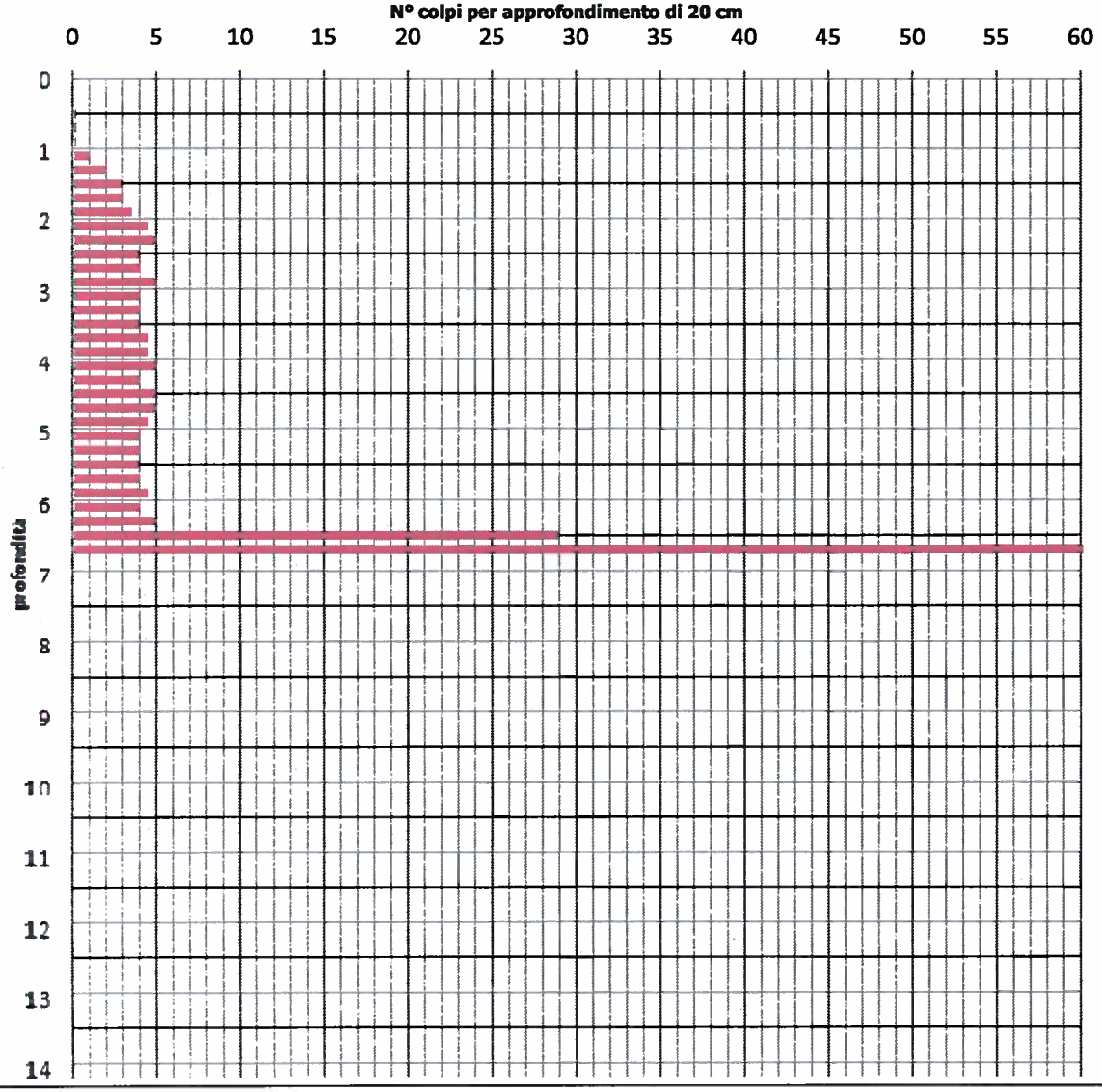
DPSH **1**

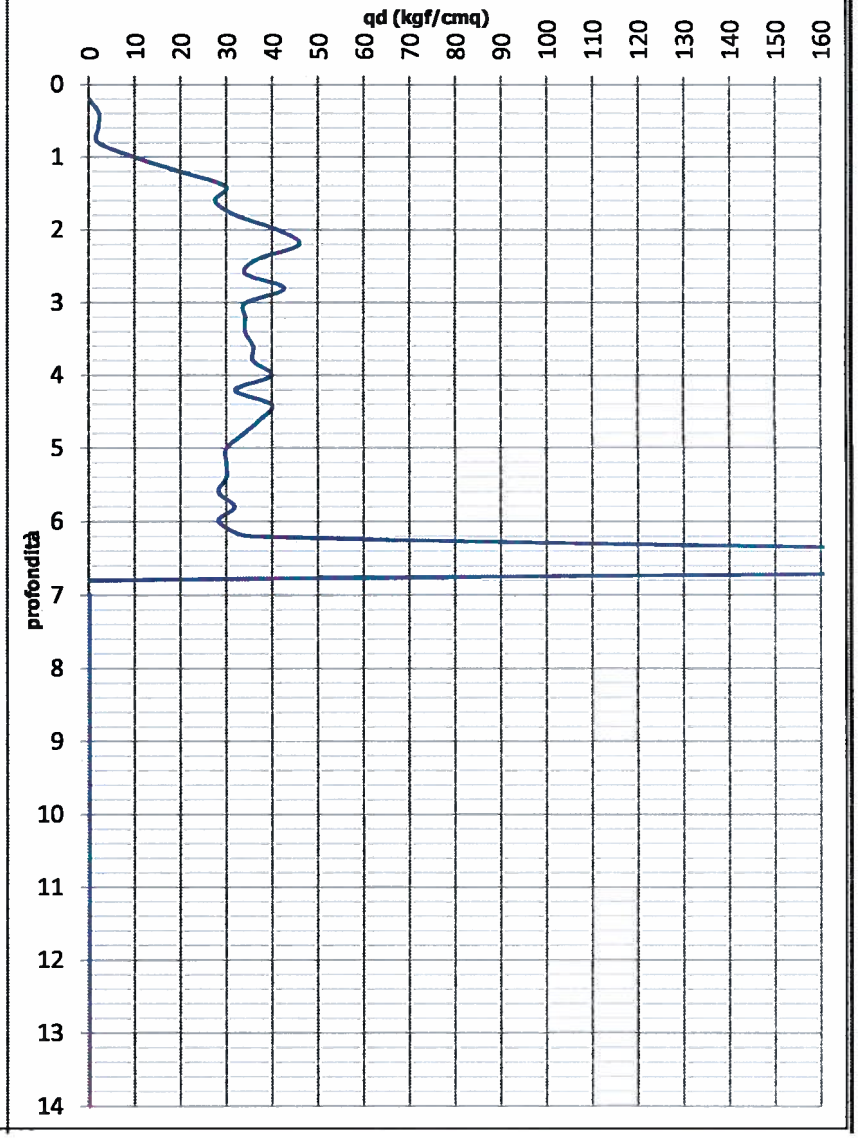
COMMITTENTE: **PAI sas**

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200 | Data: 31/03/2011

OPERATORE: Dr.Beretti | Quota: p.c. | Profondità falda: -5,13 m p.c.





Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)

Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)

Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

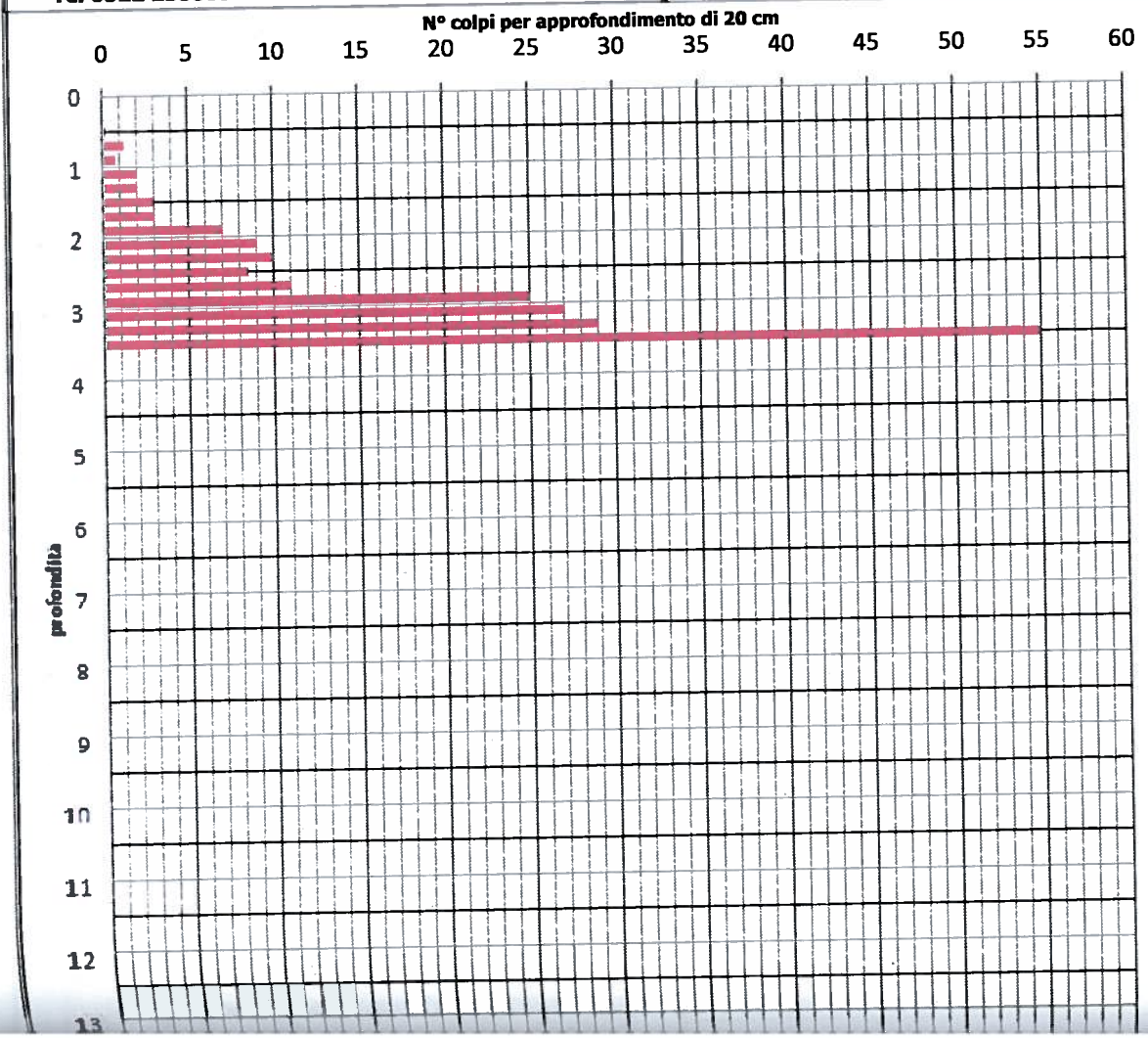
DPSH **2**

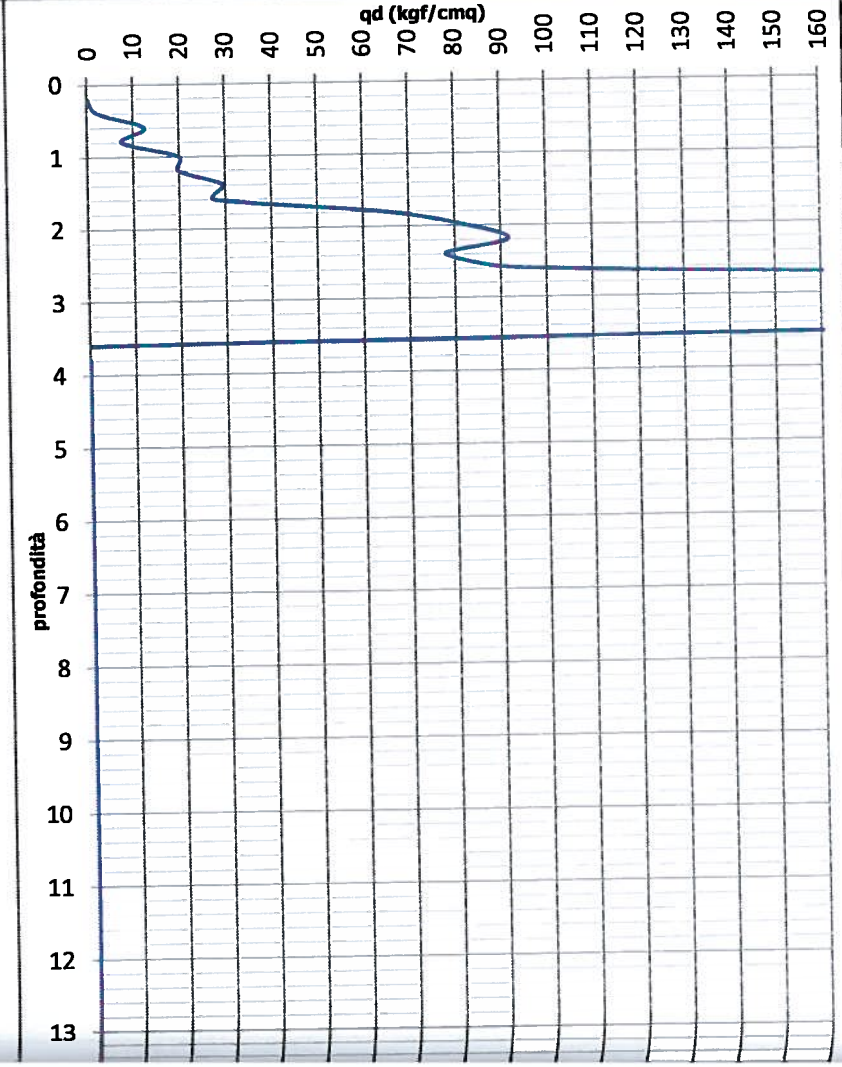
COMMITTENTE: **PAI sas**

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200 | Data: 31/03/2011

OPERATORE: Dr.Beretti | Quota: p.c. | Profondità falda: -1,95 m p.c.





Dott. Geol. Paolo Beretti

Geologia applicata e Geotecnica, Consulenze Ambientali

Sede: Via Manot 5, Salvarano di Quattro Castella (RE)

Ufficio: Via Turati 8/b, Roncolo di Quattro Castella (RE)

Tel 0522 258008 Fax 0522 258414 Cell 348 6902667

Prova penetrometrica dinamica super pesante

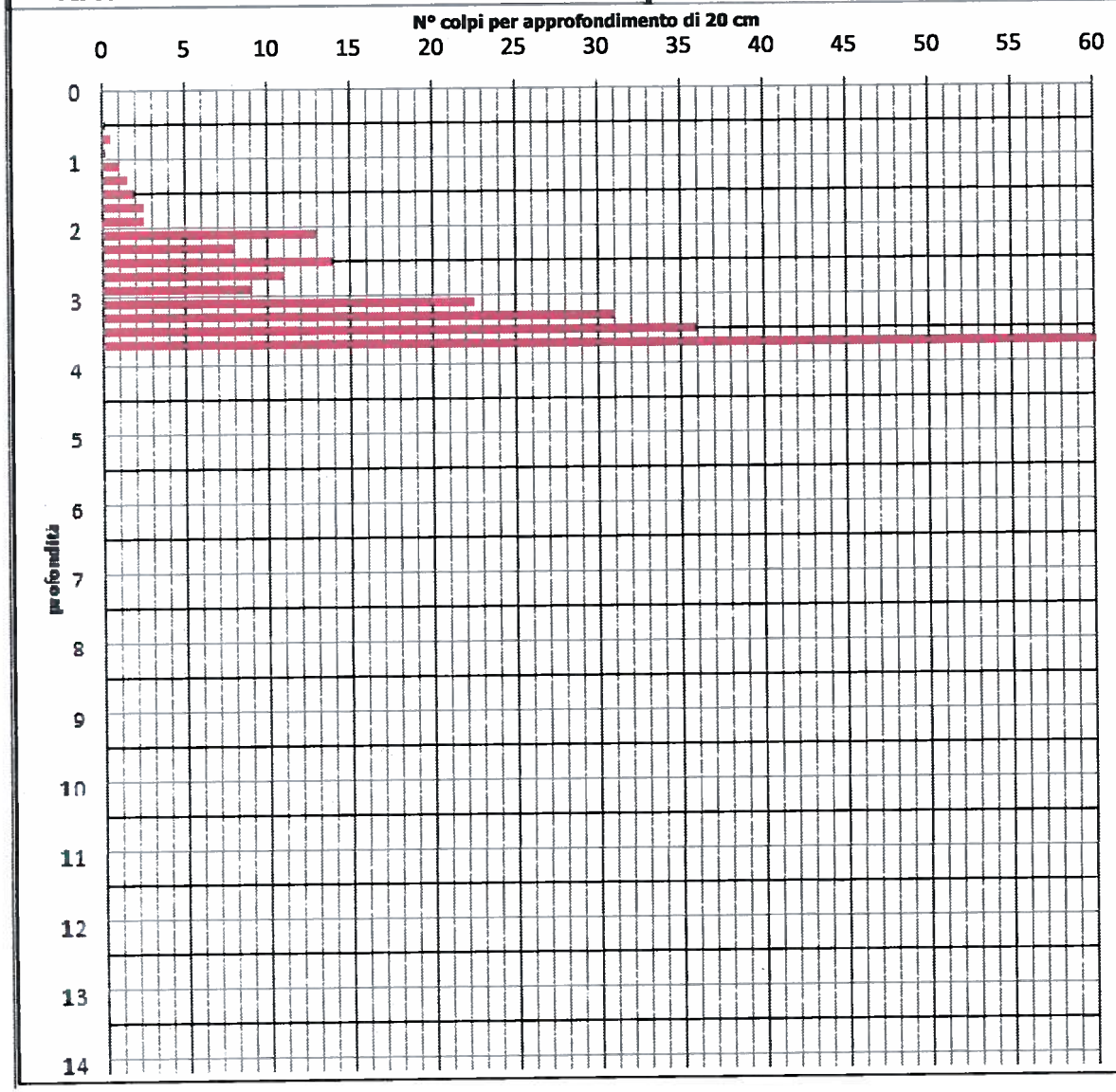
DPSH 3

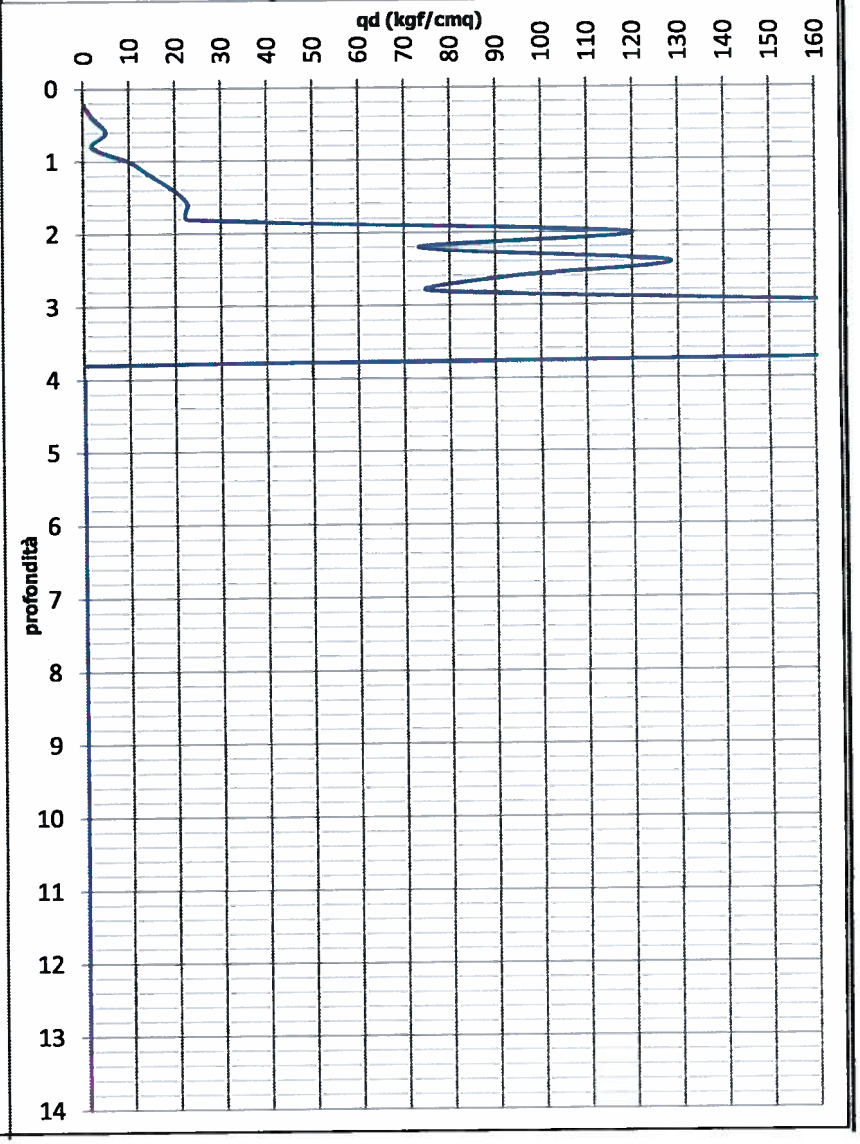
COMMITTENTE: PAI sas

CANTIERE: Felina (RE)

ATTREZZO: Pen. Statico dinamico Pagani TG 63-200 | Data: 31/03/2011

OPERATORE: Dr.Beretti | Quota: p.c. | Profondità falda: Foro chiuso -2,19 m p.c.





REPORT MASW+HVSR

(Multi-Channel Analysis of Surface Waves + Horizontal to Vertical Spectral Ratio)

Rayleigh + Love + Microtremore

Determinazione profilo verticale velocità onde S



Località: Felina, Comune di Castelnovo né Monti (RE)

Data: Novembre 2011

Committente: Geode s.c.r.l.

Acquisizione: Geol. D. Zucchi, Geol. F. Segalini

A. METODOLOGIA MASW

La tecnica MASW (*Multi-channel Analysis of Surface Waves*) consiste nell'analisi della dispersione delle onde di superficie al fine di definire il profilo verticale della velocità di propagazione delle onde di taglio S (Park et al., 1999).

Nella tabella C6.2.I della CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP., dove si elencano le indagini di tipo geofisico con strumentazione in superficie, si parla di prova SASW (*Spectral Analysis of Surface Waves*). La procedura MASW non è altro che una prova SASW multicanale ed è pertanto più completa ed affidabile; di conseguenza risulta in accordo con le NTC08.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (Zywicki, 1999) o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo, eseguito nel seguente sito in studio, le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Si ottiene una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel *range* di frequenze compreso tra 5 Hz e 70 Hz, quindi dà informazioni sui primi 30-50 m di profondità.

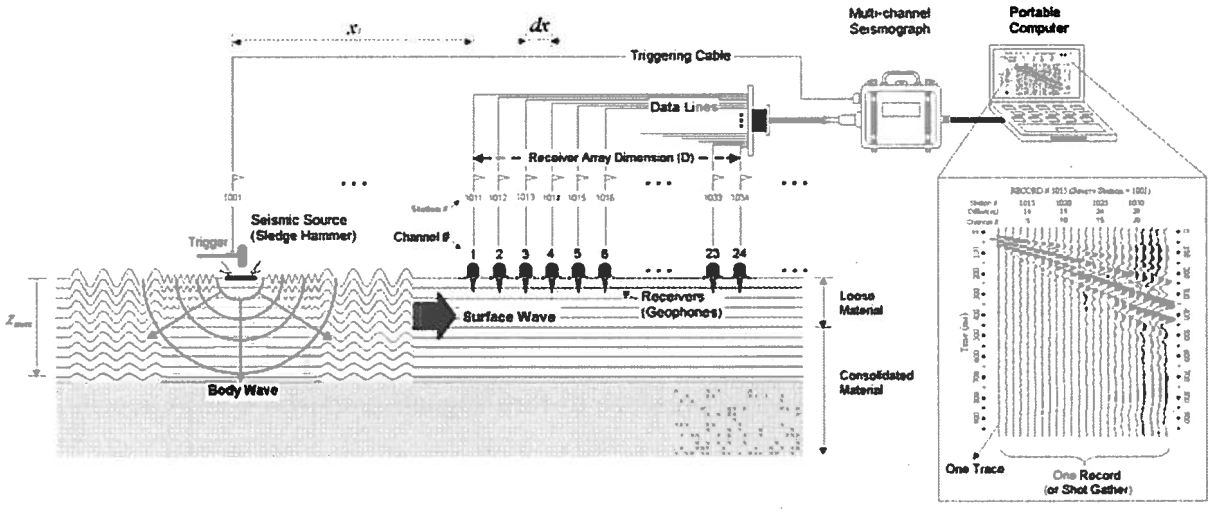


Figura 1. Metodo MASW attivo.

Quando si energizza il sito in un punto della sua superficie libera si generano diversi tipi di onde: se la sorgente è perpendicolare alla superficie libera si originano onde appartenenti al piano verticale (onde P, onde Sv, onde di Rayleigh e onde rifratte), se la sorgente è parallela alla superficie libera si generano onde appartenenti al piano orizzontale (onde Sh e onde di Love).

La *MASW* classica/standard consiste nella registrazione della propagazione di una classe di onde di superficie e specificatamente delle onde di Rayleigh: queste ultime vengono generate da una sorgente ad impatto verticale. Due sono gli aspetti che rendono il contributo delle onde di Rayleigh prevalente sul contributo delle onde P e Sv. Il primo aspetto è che le onde di Rayleigh trasportano circa i due terzi dell'energia generata dalla sorgente. Il secondo aspetto è che allontanandosi dalla sorgente le onde di Rayleigh subiscono un'attenuazione geometrica inferiore rispetto alle onde P e Sv, in quanto si propagano secondo fronti d'onda cilindrici e non sferici (come le altre onde) viaggiando 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, cioè onde con diverse lunghezze d'onda si propagano con diverse velocità di fase (Achenbach, 1999, Aki e Richards, 1980) o detto in maniera equivalente la velocità di fase 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 sottosuolo, invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano la porzione più profonda del sottosuolo.

In questa indagine accanto all'acquisizione MASW in Rayleigh viene proposta anche l'analisi della dispersione delle onde di Love, da analizzare congiuntamente alle Rayleigh, per meglio definire il substrato e superare talune ambiguità interpretative che possono presentarsi sugli spettri di velocità riferiti solo alle onde di Rayleigh. Le acquisizioni in onde di Love non possono sostituire completamente quelle in onde di Rayleigh ma la chiarezza dei loro spettri di velocità risulta di estrema utilità allorché gli spettri delle onde di Rayleigh risultino di ardua interpretazione in relazione alla presenza di forti segnali *scatterati* e all'intrecciarsi di diversi modi. L'unica grossa differenza tra le onde di Rayleigh e quelle di Love sta nel fatto che queste ultime si formano solo in caso di gradiente di velocità "positivo".

Sono inoltre state eseguite misure di microtremori atte ad analizzare il rapporto spettrale H/V (Horizontal to Vertical Spectral Ratio - HVSR) utile a definire eventuali risonanze di sito e, unitamente a misure di dispersione delle onde di superficie, a meglio vincolare il profilo V_S (Dal Moro, 2010; 2011). A causa della pesante non-univocità della soluzione una modellazione del solo HVSR senza quantitative informazioni sulle V_S da parte di misure MASW non risulta sufficientemente affidabile.

B. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 24 canali (modello Echo 2002) collegato a 24 geofoni orizzontali aventi frequenza propria di 4.5 Hz.

E' stato realizzato uno stendimento sismico lineare di lunghezza pari a 80.5 metri con spaziatura tra i geofoni di 3.5 metri e tempo di acquisizione pari a 1 secondo.

L'acquisizione delle onde di Love è del tutto analoga a quella di Rayleigh, cambia solo il tipo di sorgente e l'orientazione dei geofoni orizzontali (asse perpendicolare allo stendimento per le Love e asse parallelo per le Rayleigh, vedi figura seguente).

Le acquisizioni utili ad analizzare il rapporto spettrale H/V (HVSR) sono state eseguite utilizzando lo strumento SR04-GEOBOX, dotato di sensore a 2.0 Hz (Sara electronic instruments).

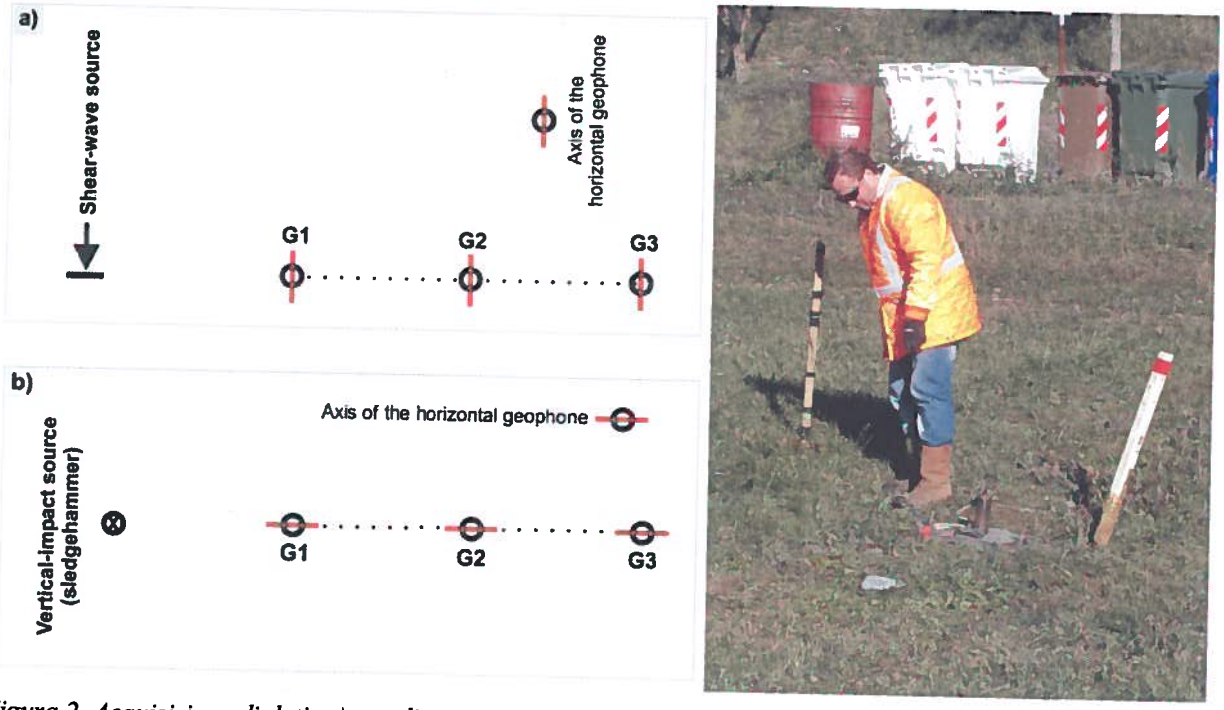


Figura 2. Acquisizione di dati: a) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Love; b) stendimento per acquisizione dati utili ad analizzare la dispersione delle onde di Rayleigh (componente radiale). Nella fotografia a destra la preparazione dello sparo con il fucile sismico.

L'energizzazione è stata effettuata in posizione esterna rispetto ai geofoni più distanti dall'acquisitore con offsets pari a 3, 6 e 9 metri; come energizzatore si è utilizzata una mazza battente di 8 kg ad impatto verticale su piastra orizzontale e il fucile sismico per le onde di

Rayleigh, una mazza battente ad impatto di taglio su piastra in polipropilene per le onde di Love.



Figura 3. Stendimento sismico (sinistra) e apparecchiatura per l'acquisizione HVSR (destra).

L'analisi dei dati acquisiti è stata eseguita utilizzando il software WINMASW 4.4.2 versione Professional.

MASW RAYLEIGH +LOVE

Dai sismogrammi acquisiti (dominio spazio-tempo) si sono ricavati mediante la trasformata di *Fourier* gli spettri di ampiezza (dominio frequenza-ampiezza), da cui si sono determinati gli spettri di velocità di Figura 4 e Figura 5 (dominio frequenza-velocità) attraverso il metodo denominato *phase shift*.

I *datasets* hanno evidenziato sia per le onde di Rayleigh che per quelle di Love un modo fondamentale leggermente accentuato e una distribuzione assai complicata di frammenti di modi superiori a varie frequenze. Si sottolinea lo splendido segnale piatto (non dispersivo) sullo spettro di velocità della componente THF (Love) a circa 900-1000 m/s legato alla rifrazione delle onde SH. Si notino le differenze lo spettro di Figura 5 e quello di Figura 6 in cui sono state tolte le tracce sismiche legate alla rifrazione.

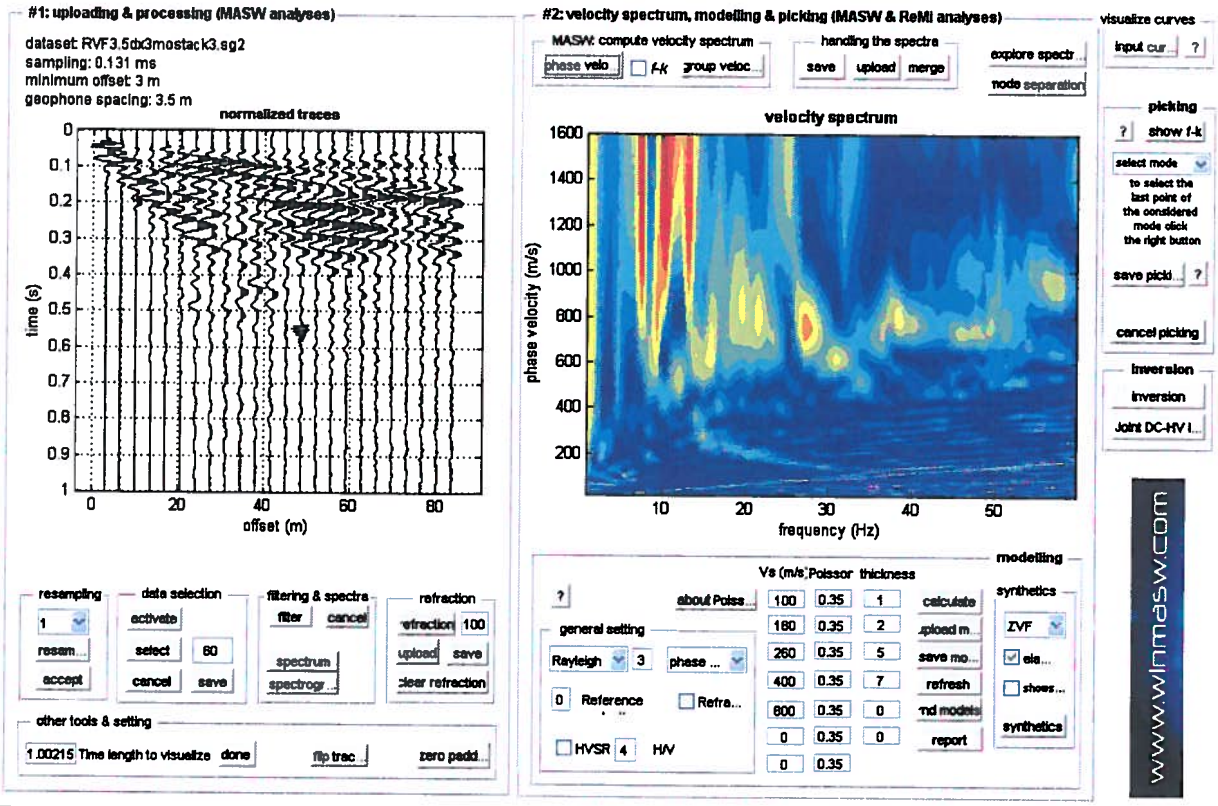


Figura 4. Acquisizione componente radiale delle onde Rayleigh (RVF): sulla sinistra le tracce sismiche acquisite (sismogramma), sulla destra lo spettro di velocità.

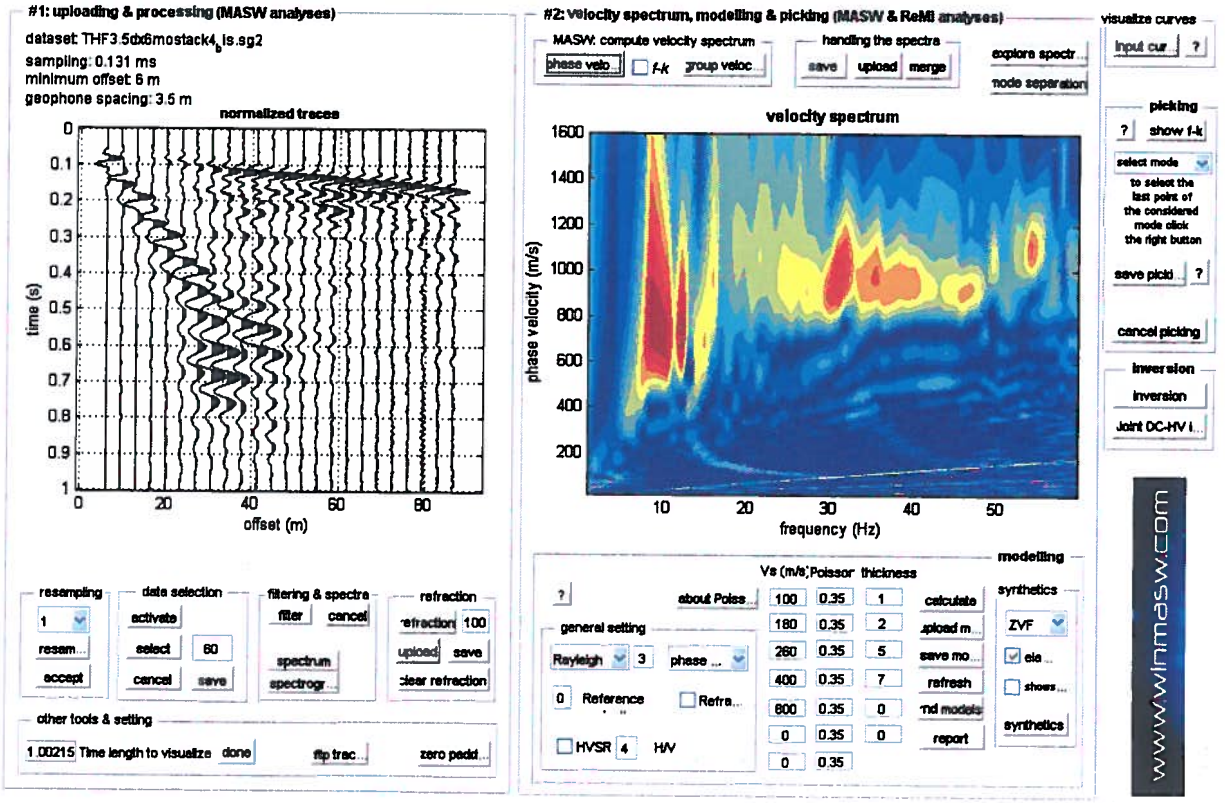


Figura 5. Acquisizione onde Love (THF): sulla sinistra le tracce sismiche acquisite (sismogramma), sulla destra lo spettro di velocità.

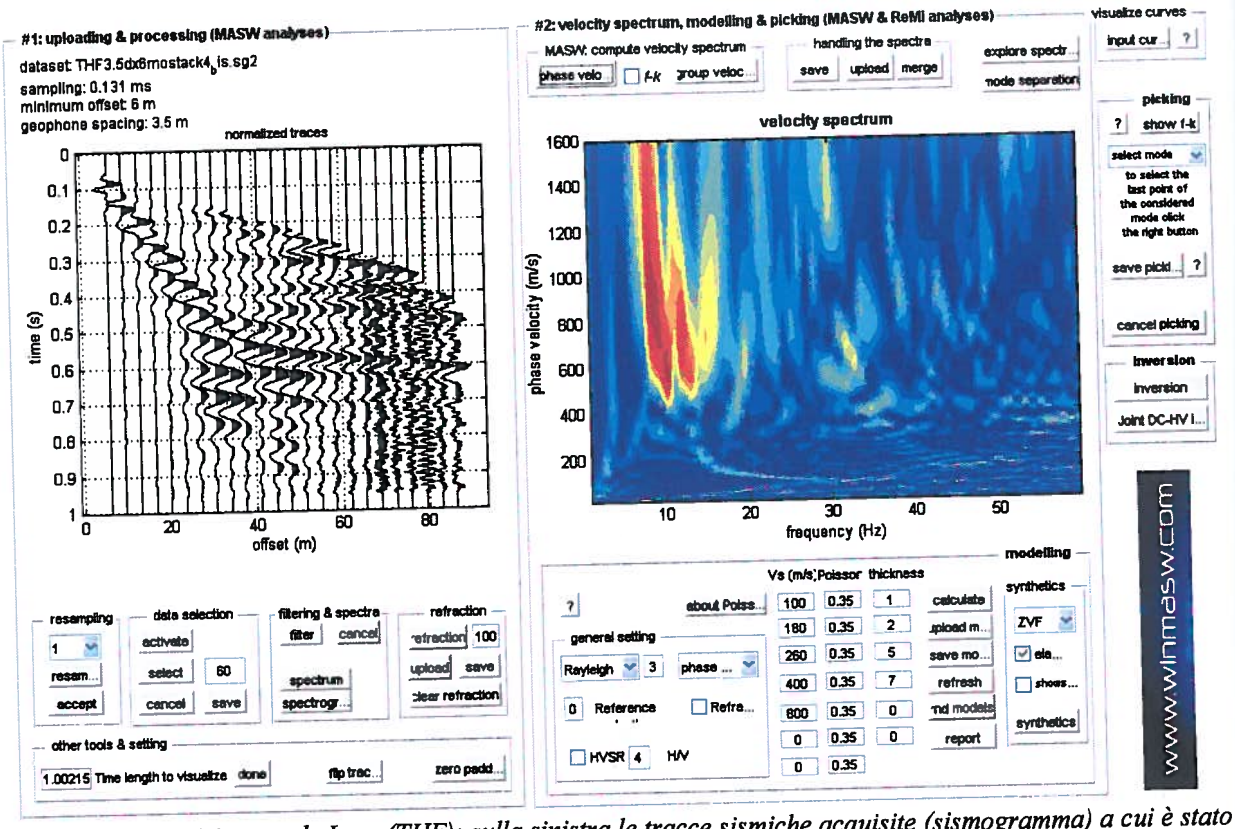


Figura 6. Acquisizione onde Love (THF): sulla sinistra le tracce sismiche acquisite (sismogramma) a cui è stato tolto il segnale relativo alla rifrazione, sulla destra lo spettro di velocità.

RAPPORTI SPETTRALI H/V

Nelle figure successive si riportano la persistenza delle misure HVSR, gli spettri d'ampiezza medi delle 3 componenti (NS, EW e verticale) e la direttività del rapporto spettrale H/V, si evidenzia che nel range di frequenze di interesse il rapporto H/V non mostra marcate direttività.

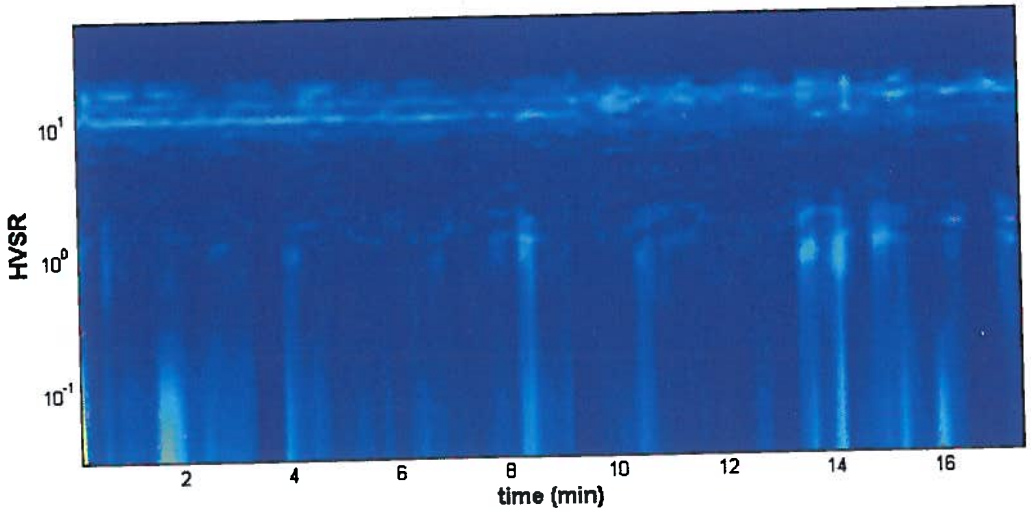


Figura 7. Persistenza delle misure HVSR.

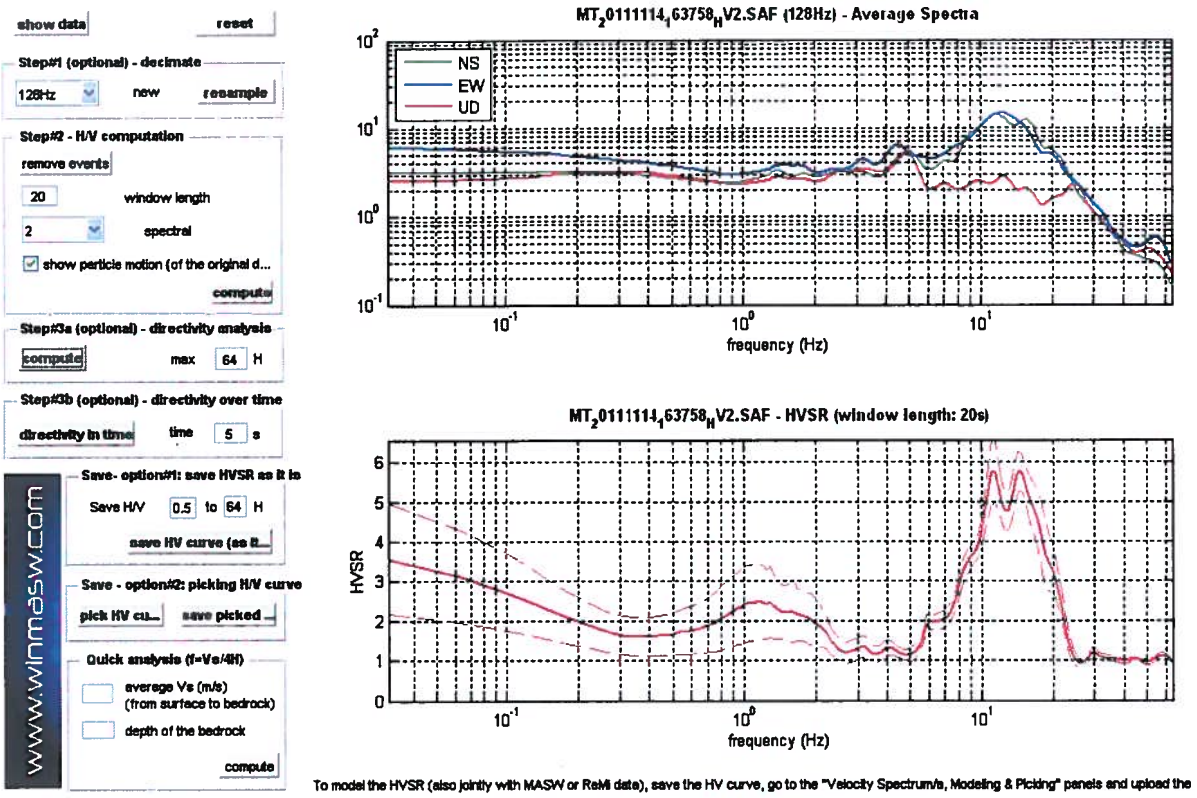


Figura 8. Spettri d'ampiezza medi delle 3 componenti (NS, EW e verticale) e valori di HVSR.

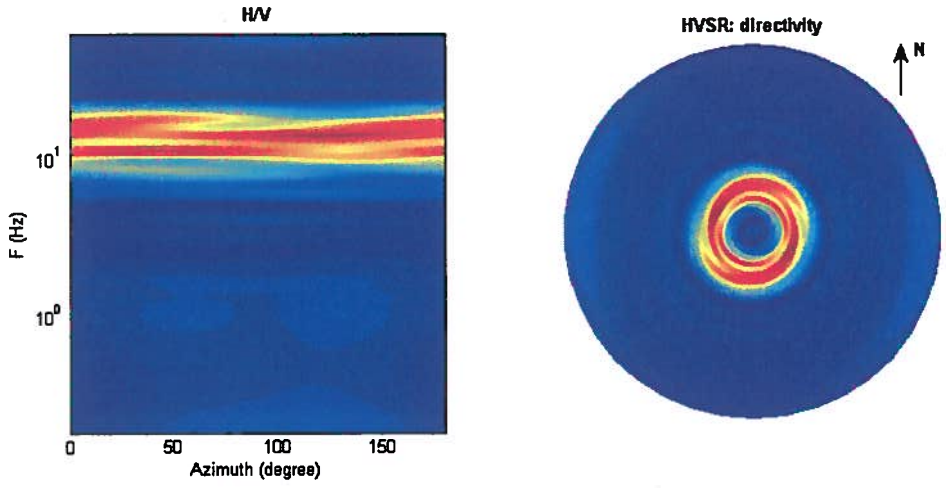


Figura 9. Rapporto spettrale H/V (direttività).

ANALISI CONGIUNTA MASW + HVSR

Successivamente alla pulizia del dato si è proceduto alla modellazione diretta delle curve di dispersione, ottenendo le curve di Figura 10. Da notare come agli spettri di velocità siano state sovrapposte le curve di dispersione calcolate per le onde di Rayleigh e per quelle di Love.

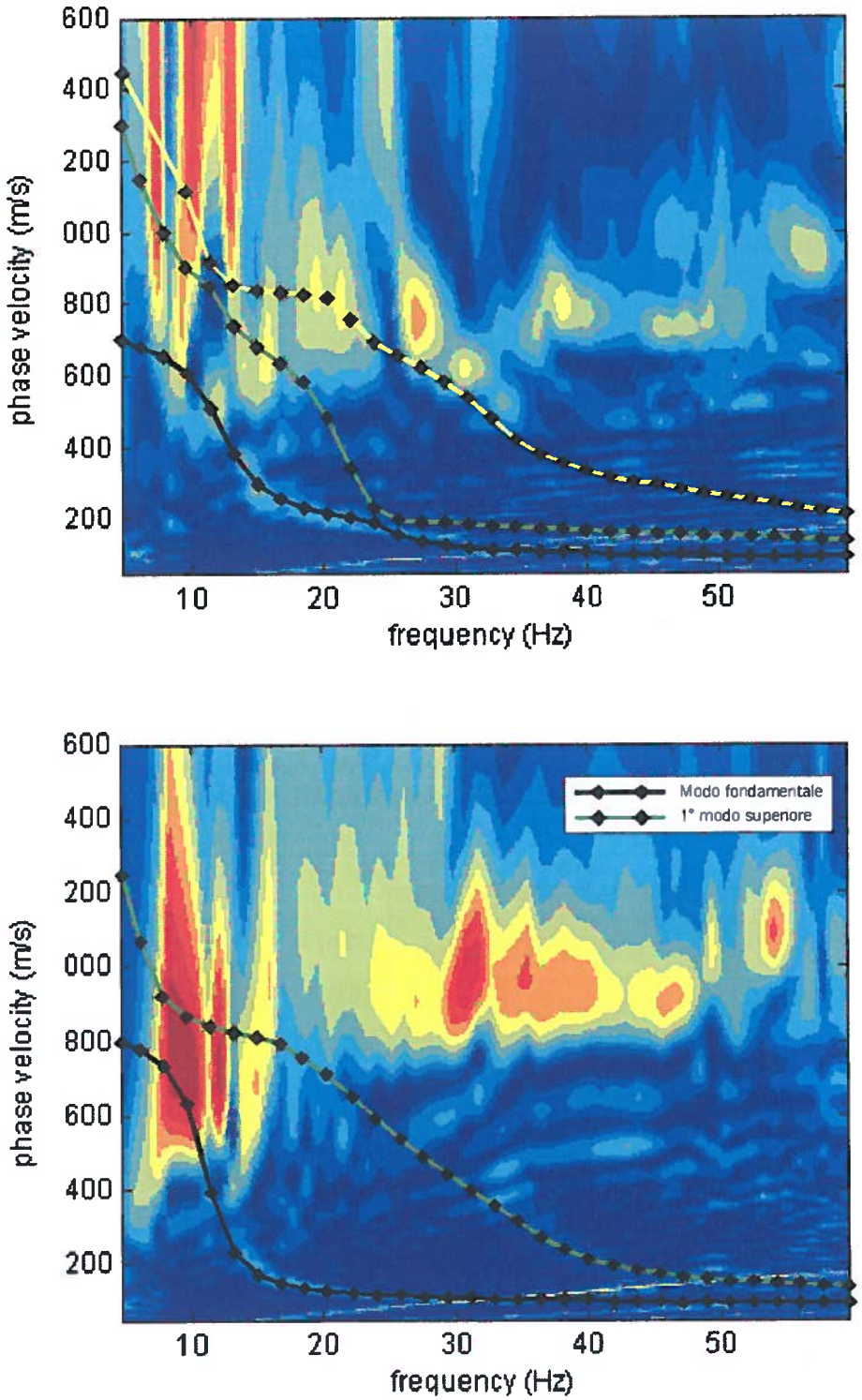


Figura 10. Risultati dell'analisi congiunta dei dati effettuata considerando sia la dispersione delle onde di superficie (Rayleigh e Love) e il rapporto spettrale H/V. Si noti come le onde di Rayleigh mostrino (come tipico – e.g. Safani et al., 2005) una distribuzione dei modi più complessa delle onde di Love.

Per l'analisi HVSR (Figura 8 e Figura 11) si può identificare con buon grado di certezza un picco dominante con valore HVSR di 6.5 pari a una frequenza attorno agli 11 Hz.

Il risultato dell'analisi congiunta dei dati svolta considerando la dispersione delle onde di superficie (Rayleigh & Love) e la curva HVSR è riportato di seguito.

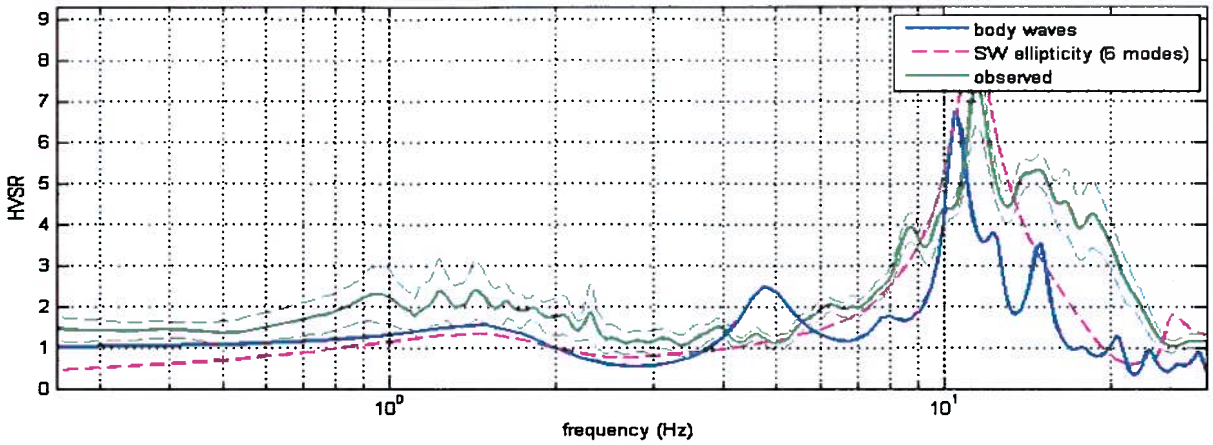


Figura 11. HVSR: in verde le misure effettuate, in magenta la curva HVSR modellata tramite ellitticità delle onde di superficie e in blu la curva HVSR modellata tramite le" onde di corpo" (Lunedei & Albarello, 2009). Il modello è chiaramente lo stesso usato per la modellazione della dispersione delle onde di superficie.

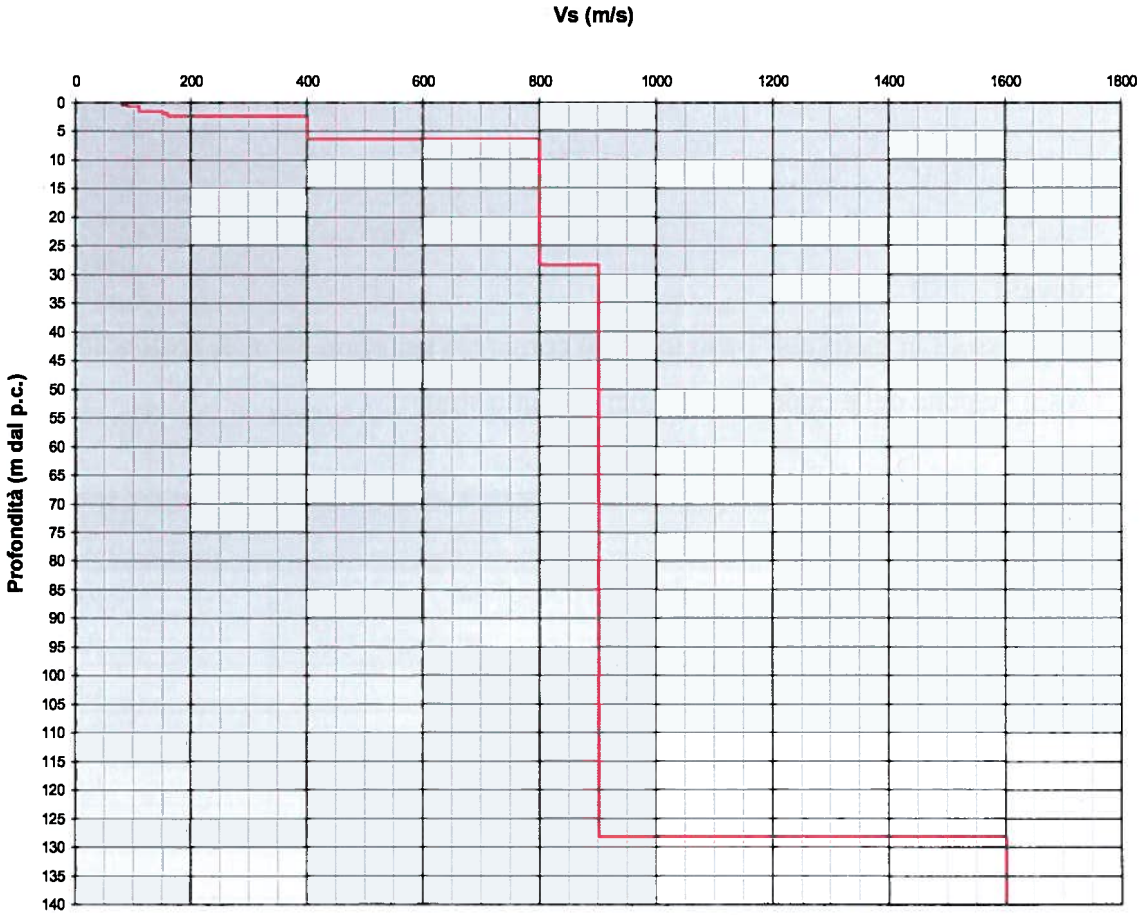


Figura 12. Profilo di velocità ottenuto dall'analisi congiunta.

Spessore (m)	Vs (m/s)	Modulo di taglio (MPa)
0,4	80	11
0,4	90	14
0,8	110	20
0,4	150	39
0,4	160	46
4,0	400	317
22,0	800	1356
100,0	900	1582
Semispazio	1600	5856

Tabella 1. Modello del sottosuolo individuato.

C. RISULTATI

La prova MASW ha consentito di determinare, tramite la relazione riportata di seguito (NT08), un valore di ***Vs30*** al piano campagna pari a 491 m/s.

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

dove:

hi: spessore in metri dell'i-esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

Vs,i: velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato.

Profondità (m dal p.c.)	Vs (m/s)	Hi/Vsi
0,0 – 0,4	80	0,0050
0,4 – 0,8	90	0,0044
0,8 – 1,6	110	0,0073
1,6 – 2,0	150	0,0027
2,0 – 2,4	160	0,0025
2,4 – 6,4	400	0,0100
6,4 – 28,4	800	0,0275
28,4 – 30,0	900	0,0018

Tabella 2. Modello per calcolo Vsv30.

Profondità calcolo Vs30 (m dal p.c.)	Vs30 (m/s)
0,0	491
0,5	540
1,0	638
2,0	718
3,0	742
4,0	769
5,0	797

Tabella 3. Valori di Vs30 in funzione della profondità di calcolo.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Achenbach J.D., 1999. *Wave Propagation in Elastic Solids*, North-Holland, Amsterdam, Netherlands.

Aki K. and Richards P.G., 1980. *Quantitative Seismology, Theory and Methods*, Vol. 1-2, W.H. Freeman & Co., New York.

Dal Moro G., Pipan M. & Gabrielli P., 2007. *Rayleigh Wave Dispersion Curve Inversion via Genetic Algorithms and Posterior Probability Density Evaluation*, J. Appl. Geophysics, 61, 39-55.

Herrmann R.B. 2003. *Computer Programs in Seismology.*

O'Neill A., Dentith M., List R., 2003. *Full-waveform P-SV reflectivity inversion of surface waves for shallow engineering applications*, Exploration Geophysics, 34, 158–173.

Park C. B., Miller R. D. & Xia J., 1999. *Multichannel analysis of surface waves*, Geophysics, 64, 3; 800–808.

Zywicki D.J., 1999. *Advanced Signal Processing Methods Applied to Engineering Analysis of Seismic Surface Waves*, Ph.D. Dissertation, Georgia Institute of Technology.

Safani J., O'Neill A., Matsuoka T., Sanada Y. (2005). *Applications of Love Wave Dispersion for Improved Shear-wave Velocity Imaging*, Journal of Environmental and Engineering Geophysics, 10, 135–150.

Herak M., 2008. Model HVSR - *A Matlab tool to model horizontal-to-vertical spectral ratio of ambient noise*, Computers & Geosciences, 34, 1514–1526.

Lunedei E. and Albarello D.; 2009. *On the seismic noise wavefield in a weakly dissipative layered Earth*, Geophys. J. Int., 177, 1001-1014.

Dal Moro G., 2010. Insights on Surface-Wave Dispersion Curves and HVSR: Joint Analysis via Pareto Optimality, J. Appl. Geophysics, 72, 29-140.

Dal Moro G. & Ferigo F., 2011. *Joint Analysis of Rayleigh - and Love-Wave Dispersion for Near-Surface Studies: Issues, Criteria and Improvements*, J. Appl. Geophysics, in stampa.

Dal Moro G., 2011. *Some Aspects about Surface Wave and HVSR Analyses: an Short Overview and a Case Study*, BGTA (Bollettino Geofisica Teorica e Applicata), Vol. 52, in stampa.

RIFERIMENTI NORMATIVI

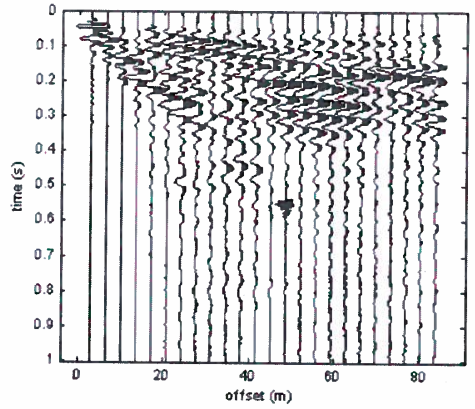
D.M. 14 Gennaio 2008. *Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni.*

CIRCOLARE 2 Febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. *Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.*

ANALISI CONGIUNTA MASW + HVSR

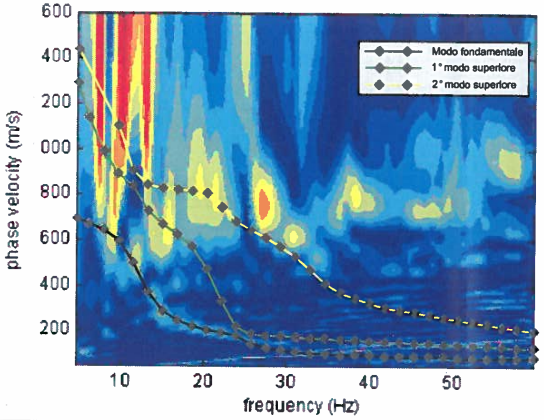
Dataset: RVF3.5dx3mostack3.SGY
Geofoni orizzontali: 4.5 Hz
Energizzazione: battuta verticale su piastra metallica
Offset energizzazione: 3 m

Sismogramma acquisito



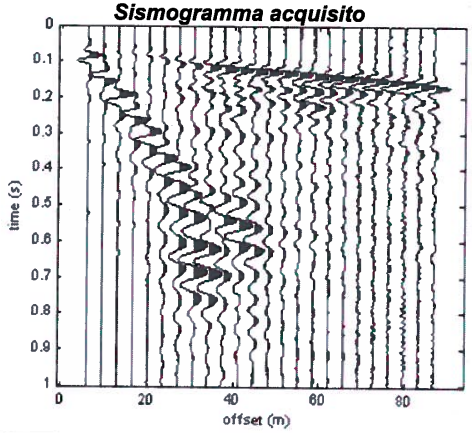
Onde di Rayleigh

Spettro di velocità



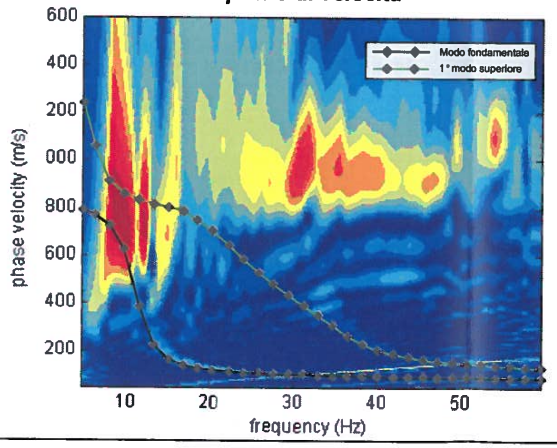
Dataset: THF3.5dx6mostack4.SGY
Geofoni orizzontali: 4.5 Hz
Energizzazione: battuta orizzontale su piastra in polipropilene
Offset energizzazione: 6 m

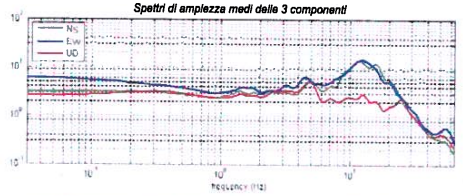
Sismogramma acquisito

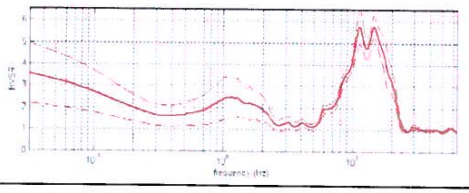


Onde di Love

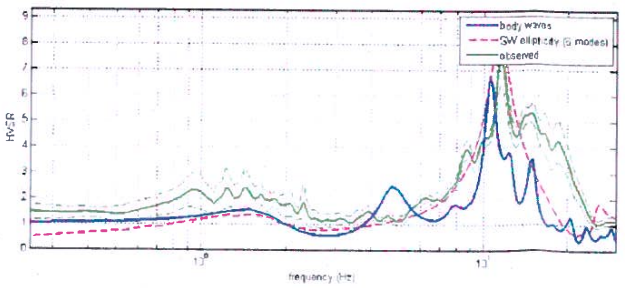
Spettro di velocità

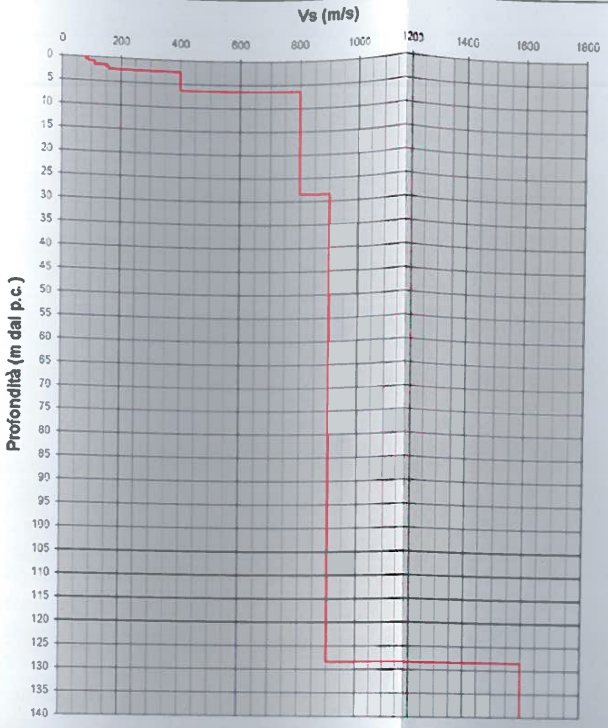






Microtremore





Profondità (m) da	Profondità (m) a	Vs (m/s)
0.0	0.4	80
0.4	0.8	90
0.8	1.6	110
1.6	2.0	150
2.0	2.4	160
2.4	6.4	400
6.4	28.4	800
28.4	128.4	900
128.4	*Semispazio*	1600

Profondità calcolo Vs30 (m da p.c.)	Vs30 (m/s)
0.0	491
- 0.5	540
- 1.0	638
- 2.0	718
- 3.0	742
- 4.0	769
- 5.0	797



STRUMENTAZIONE

Sismografo 24 canali (Echo 2002)
Geofoni orizzontali 4.5 Hz

Sismografo SR04-GEOBOX
Sensore 2.0 Hz

INDAGINE GEOFISICA
Metodologia MASW + HVSR
RAYLEIGH + LOVE + MICROTREMORE

Determinazione profilo verticale velocità onde S

Committente: GEODE S.c.r.l.

Località: Felina

Comune di Castelnovo nè Monti

Data: Novembre 2011

FILE: TAVOLA_MASW_Felina.dwg

Dott. Geol. Davide Zucchi
Castelnuovo Fogliani (PC)

Dott. Geol. Filippo Segalini
Via Pepe Giovanni XXIII, 123
Monticelli (PC)

REPORT
SISMICA A RIFRAZIONE
ELABORAZIONE TOMOGRAFICA



Località: Felina, Comune di Castelnovo né Monti (RE)

Data: Novembre 2011

Committente: Geode S.c.r.l.

Acquisizione: Dott. Geol. D. Zucchi, Dott. Geol. F. Segalini

A. METODOLOGIA

La prospezione consiste nel generare un'onda sismica di compressione o di taglio nel terreno attraverso una determinata sorgente di energia (colpo di mazza o di maglio, esplosivo etc.) e nel misurare il tempo impiegato da questa a compiere il percorso nel sottosuolo dal punto di energizzazione (*shot*) fino agli apparecchi di ricezione (*geofoni*) seguendo le leggi di rifrazione dell'ottica (Legge di Snell), cioè rifrangendosi sulle superfici di separazione tra due strati sovrapposti di densità (o meglio di modulo elastico) crescente.

L strumentazione necessaria per le prospezioni comprende una serie di geofoni che vengono spaziati lungo un determinato allineamento (base sismica) e un sismografo che registra l'istante di inizio della perturbazione elastica ed i tempi di primo arrivo delle onde a ciascun geofono (Figura 1). Così, osservando i primi arrivi su punti posti a distanze diverse dalla sorgente energizzante, è possibile costruire una curva tempo-distanza (*dromocrona*) rappresentante la variazione del minimo percorso in funzione del tempo. Attraverso metodi analitici si ricavano quindi le velocità delle onde elastiche longitudinali (V_P) o trasversali (Vs) dei mezzi attraversati ed il loro spessore.

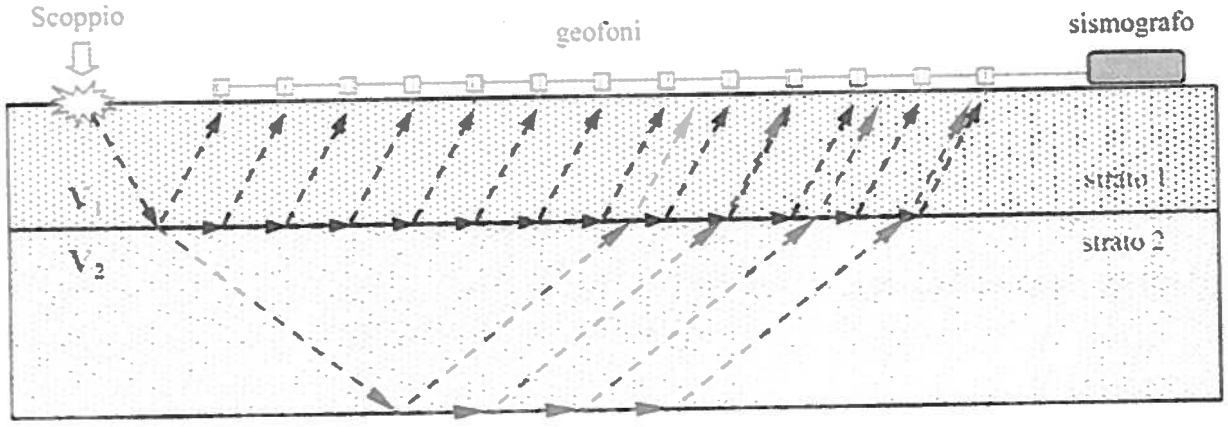


Figura 1. Metodo sismica a rifrazione.

La velocità di propagazione delle onde elastiche nel suolo è compresa tra larghi limiti; per lo stesso tipo di roccia essa diminuisce col grado di alterazione, di fessurazione e/o di fratturazione; aumenta per contro con la profondità e l'età geologica. Sensibili differenze si possono avere, in rocce stratificate, tra le velocità rilevate lungo i piani di strato e quelle rilevate perpendicolarmente a questi. La velocità delle onde compressionali, diversamente da

quelle trasversali che non si trasmettono nell'acqua, è fortemente influenzata dalla presenza della falda acquifera e dal grado di saturazione. Questo comporta che anche litotipi differenti possano avere uguali velocità delle onde sismiche compressionali per cui non necessariamente l'interpretazione sismostratigrafica corrisponderà con la reale situazione geologico-stratigrafica.

I dati acquisiti sono stati elaborati secondo il metodo simisco-tomografico. L'elaborazione tomografica è una tecnica di indagine con un alto potere risolutivo che permette l'individuazione di anomalie nella velocità di propagazione delle onde sismiche, offrendo la possibilità di ricostruire anomalie e discontinuità stratigrafiche anche particolarmente complesse. Questa tecnica fornisce l'immagine della distribuzione delle onde sismiche sotto la superficie, basate sui tempi di primo arrivo (come nella normale sismica a rifrazione) e sulla geometria di acquisizione. Si ricostruisce in tal modo un modello di velocità, che può essere migliorato attraverso successive iterazioni: la fase di calcolo si conclude quando si ha la migliore sovrapposizione fra i tempi di primo arrivo calcolati e quelli misurati.

B. ACQUISIZIONE ED ELABORAZIONE DEI DATI

STRUMENTAZIONE

L'acquisizione dei dati è stata eseguita tramite l'utilizzo di un sismografo 24 canali (modello Echo 2002) collegato a 24 geofoni verticali aventi frequenza propria di 4.5 Hz. Come sorgente energizzante per le onde P è stata utilizzata una mazza da 8 Kg ad impatto verticale su piastra metallica e un fucile sismico.

Sono stati realizzati tre stendimenti sismici lineari ubicati in Figura 2 e così definiti:

1) *stendimento sismico 1 (SS1)*: lunghezza di 80.5 m, spaziatura tra i geofoni di 3.5 m e tempo di acquisizione pari a 200 ms; l'energizzazione è stata effettuata in 9 punti lungo lo stendimento e precisamente nelle seguenti posizioni:

- quattro punti esterni a rispettivamente a 1.0 e 10.0 metri dai geofoni 1 e 24;

- cinque punti ubicati all'interno dello stendimento e precisamente in posizione intermedia tra i geofoni g4-g5, g8-g9, g12-g13, g16-g17, g20-g21.

2) *stendimento sismico 2 (SS2)*: lunghezza di 69.0 m, spaziatura tra i geofoni di 3.0 m e tempo di acquisizione pari a 200 ms; l'energizzazione è stata effettuata in 7 punti lungo lo stendimento e precisamente nelle seguenti posizioni:

- due punti esterni a rispettivamente a 1.0 metri dai geofoni 1 e 24;

- cinque punti ubicati all'interno dello stendimento e precisamente in posizione intermedia tra i geofoni g4-g5, g8-g9, g12-g13, g16-g17, g20-g21.

3) *stendimento sismico 3 (SS3)*: lunghezza di 69.0 m, spaziatura tra i geofoni di 3.0 m e tempo di acquisizione pari a 200 ms; l'energizzazione è stata effettuata in 7 punti lungo lo stendimento e precisamente nelle seguenti posizioni:

- quattro punti esterni a rispettivamente a 1.0 metri dai geofoni 1 e 24;

- cinque punti ubicati all'interno dello stendimento e precisamente in posizione intermedia tra i geofoni g4-g5, g8-g9, g12-g13, g16-g17, g20-g21.



Figura 2. Ubicazione stendimenti.

Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
G1	0,0	672,3	G13	42,0	680,5
G2	3,5	672,8	G14	45,5	681,2
G3	7,0	673,4	G15	49,0	682,0
G4	10,5	674,1	G16	52,5	682,7
G5	14,0	674,7	G17	56,0	683,4
G6	17,5	675,3	G18	59,5	684,0
G7	21,0	676,1	G19	63,0	684,6
G8	24,5	676,8	G20	66,5	685,1
G9	28,0	677,5	G21	70,0	685,6
G10	31,5	678,2	G22	73,5	686,0
G11	35,0	679,0	G23	77,0	686,4
G12	38,5	679,8	G24	80,5	686,6

Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
1	-10	671,2	6	54,3	683,0
2	-1,0	672,1	7	68,3	685,3
3	12,3	674,4	8	81,5	686,6
4	26,3	677,1	9	90,5	686,9
5	40,3	680,1			

Tabella 1. Posizione e quote dei geofoni e degli spari (shots) nello stendimento SS1.

Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
G1	0,0	672,5	G13	36,0	684,1
G2	3,0	673,1	G14	39,0	685,0
G3	6,0	673,9	G15	42,0	685,9
G4	9,0	674,6	G16	45,0	686,7
G5	12,0	675,6	G17	48,0	687,5
G6	15,0	676,7	G18	51,0	688,4
G7	18,0	677,8	G19	54,0	689,1
G8	21,0	678,9	G20	57,0	689,5
G9	24,0	680,1	G21	60,0	690,0
G10	27,0	681,2	G22	63,0	690,4
G11	30,0	682,1	G23	66,0	690,3
G12	33,0	683,1	G24	69,0	690,1

Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
1	-1,0	672,3	6	58,5	689,8
2	10,5	675,1	7	70,0	690,0
3	22,5	679,5			
4	34,5	683,6			
5	46,5	687,1			

Tabella 2. Posizione e quote dei geofoni e degli spari (shots) nello stendimento SS2.

Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Geofono	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
G1	0,0	673,3	G13	36,0	684,7
G2	3,0	674,3	G14	39,0	685,4
G3	6,0	675,3	G15	42,0	686,2
G4	9,0	676,2	G16	45,0	686,9
G5	12,0	677,3	G17	48,0	687,6
G6	15,0	678,3	G18	51,0	688,3
G7	18,0	679,3	G19	54,0	688,9
G8	21,0	680,3	G20	57,0	689,3
G9	24,0	681,4	G21	60,0	689,7
G10	27,0	682,3	G22	63,0	690,1
G11	30,0	683,1	G23	66,0	690,6
G12	33,0	683,8	G24	69,0	690,5

Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)	Shot	Distanza da G1 (m)	Quota (m s.l.m.)
1	-1,0	672,9	6	58,5	689,6
2	10,5	676,8	7	70,0	690,5
3	22,5	680,9			
4	34,5	684,3			
5	46,5	687,2			

Tabella 3. Posizione e quote dei geofoni e degli spari (shots) nello stendimento SS3.

ELABORAZIONE

I dati acquisiti sono stati processati con il software RAYFRACT versione 3.18 (Rowdewahl, 2003) per ricostruire sezioni tomografiche che rappresentano l'evoluzione della velocità sismica delle onde P o delle onde SH nel sottosuolo.

La prima fase prevede l'introduzione delle informazioni topografiche relative ai vari punti di posizionamento dei geofoni e dei tiri e il picking dei primi arrivi. Nelle figure successive si riportano le dromocrone misurate e calcolate, mentre in allegato si riportano tutti i sismogrammi acquisiti con i relativi picking dei primi arrivi.

Successivamente si procede ad una prima elaborazione che porta alla ricostruzione delle stratigrafie di velocità sismica con la tecnica Delta-t-V, cioè si ricompongono con cadenza pari alla metà della cadenza dei geofoni (CMP = *Common Mid Point*) le successioni di velocità compatibili con l'andamento di tutte le possibili dromocrone nei punti intermedi tra punto di tiro e geofono. Dal modello ricostruito come successione di stratigrafie di resistività viene elaborato un modello ad elementi finiti di piccolissime dimensioni (ordine di grandezza

di qualche decimetro di lato) che può già rappresentare un attendibile modello del sottosuolo. Tuttavia questo rappresenta una prima approssimazione alla soluzione.

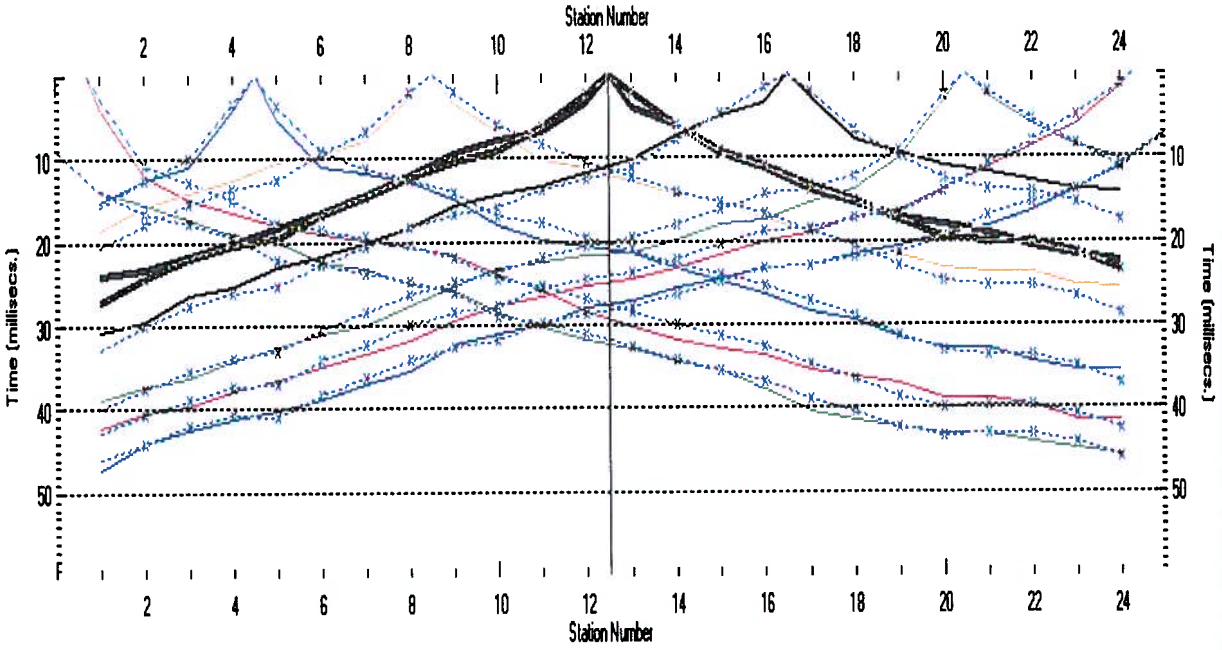


Figura 3. Picking primi arrivi e dromocrone SS1. In ascissa i geofoni e in ordinata il tempo in millisecondi.

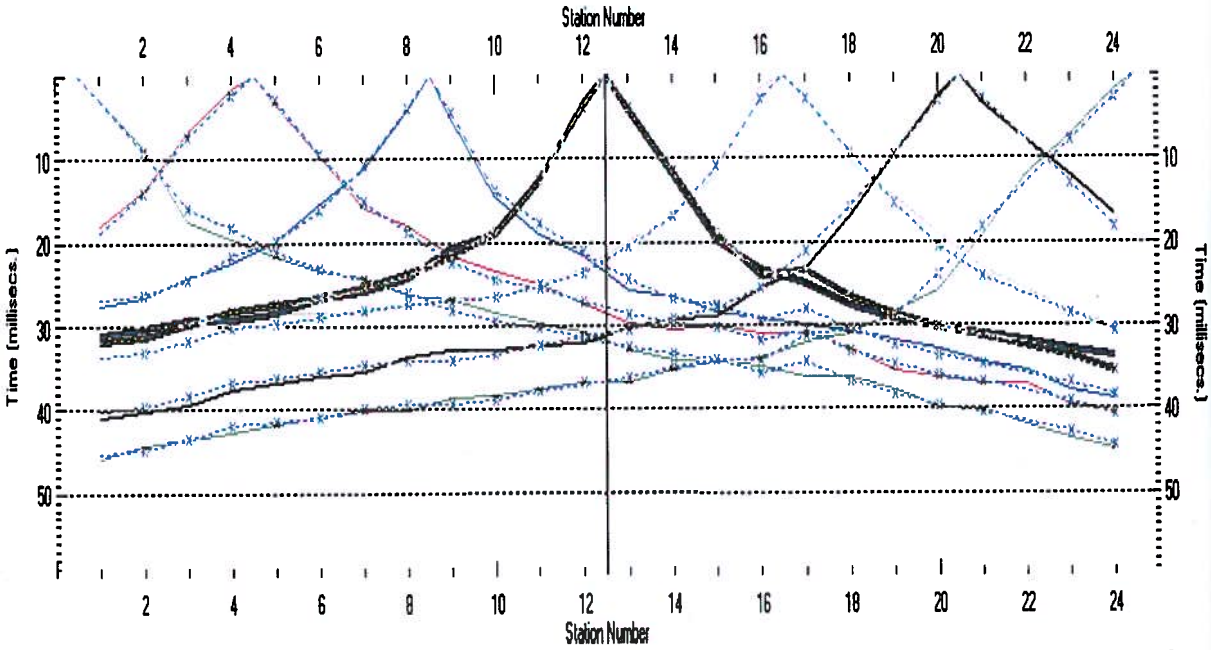


Figura 4. Picking primi arrivi e dromocrone SS2. In ascissa i geofoni e in ordinata il tempo in millisecondi.

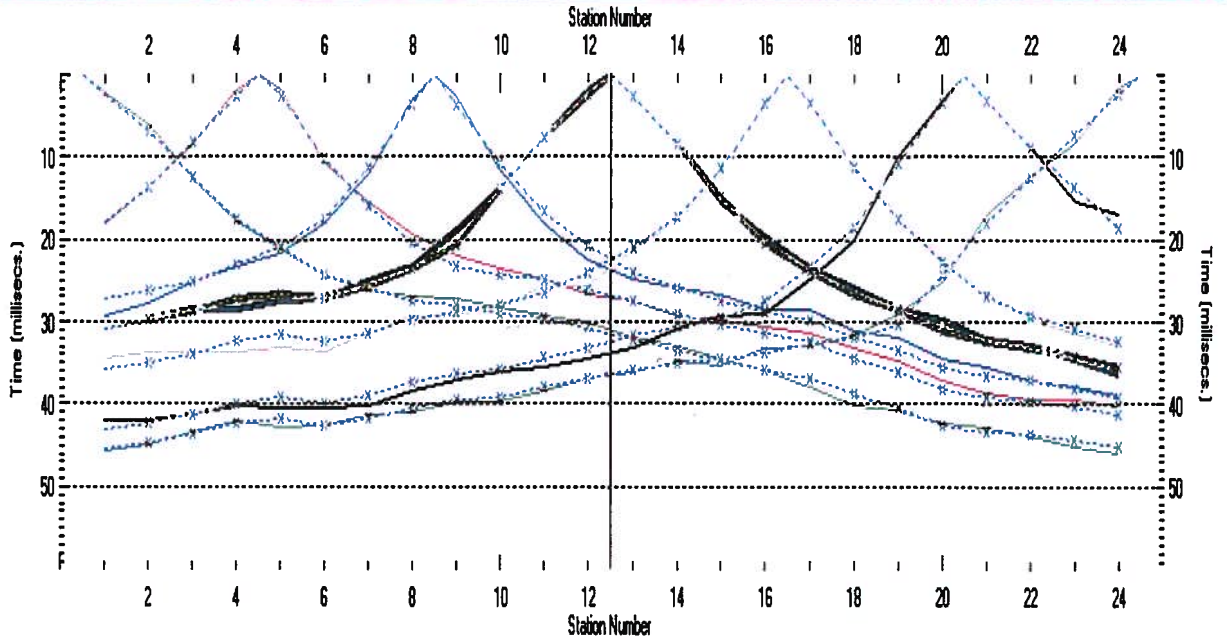


Figura 5. Picking primi arrivi e dromocrone SS3. In ascissa i geofoni e in ordinata il tempo in millisecondi.

Il passo successivo è quello di ottimizzare, in maniera iterativa, il suddetto modello di partenza mediante la tecnica WET (*Wavepath Eikonal Traveltime*). In pratica si effettua il calcolo delle differenze dei tempi di arrivo dai vari punti di tiro ai vari geofoni, tra i valori sperimentali misurati nei sismogrammi ed i tempi calcolati sul modello di partenza. In base alle differenze riscontrate, per ciascun percorso delle onde sismiche, si apportano modifiche, in aumento o in diminuzione, delle velocità che caratterizzano i vari elementi che sono stati interessati dal passaggio del fronte d'onda considerato. Ad ogni iterazione, dopo avere apportato le modifiche alle velocità dei vari elementi, il nuovo modello viene sottoposto ad una operazione di "smoothing" che porta ad una migliore omogeneità dei valori di velocità entro aree di dimensioni maggiori. In genere sono sufficienti da 10 a 20 iterazioni per giungere ad un modello che porta a scarti medi tra i tempi (*Traveltime*) dei vari percorsi dell'ordine di qualche millisecondo (Schuster & Quintus-Bosz,1999).

C. RISULTATI

Con le modalità suddette sono state ottenute le sezioni tomografiche relative alla velocità delle onde P riportate nelle figure seguenti.

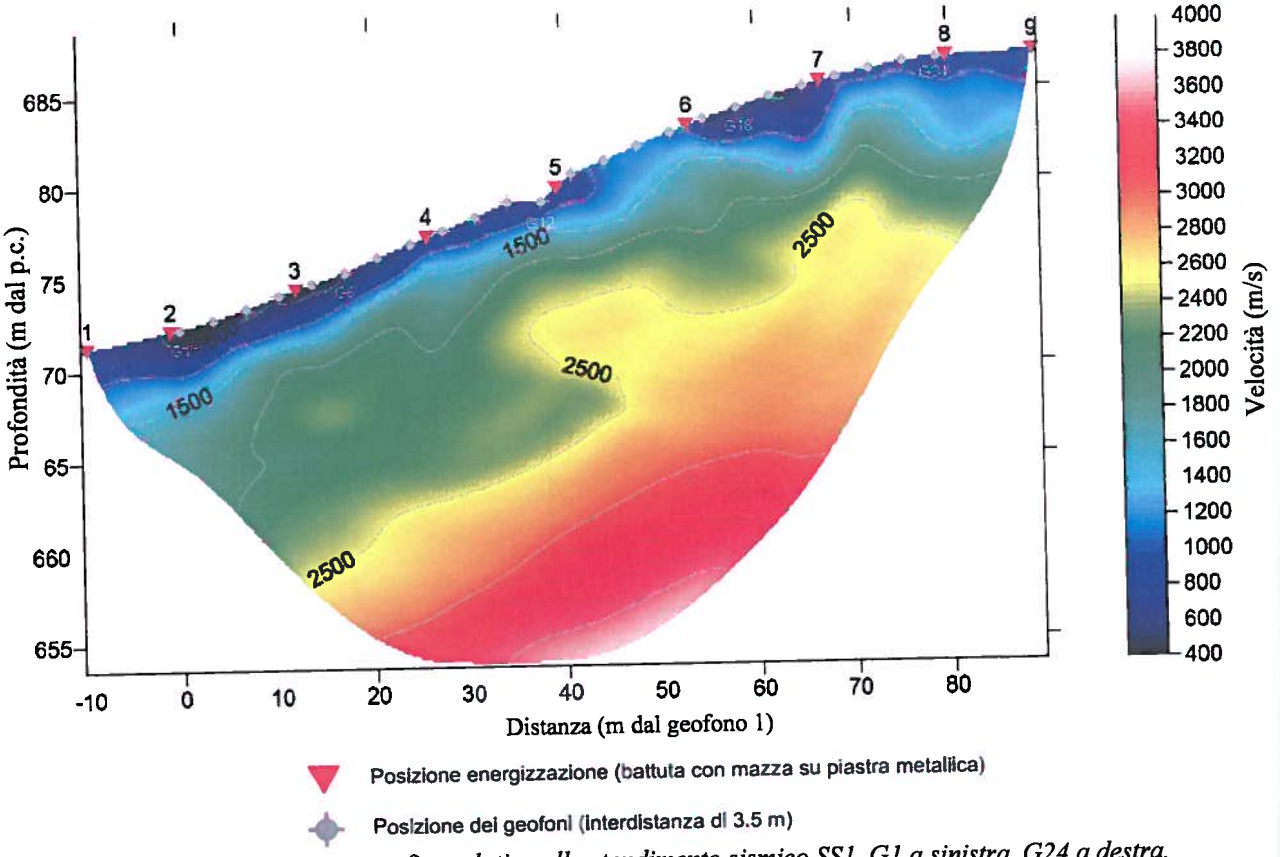


Figura 6. Sezione tomografica relativa alla stendimento sismico SS1. G1 a sinistra, G24 a destra.

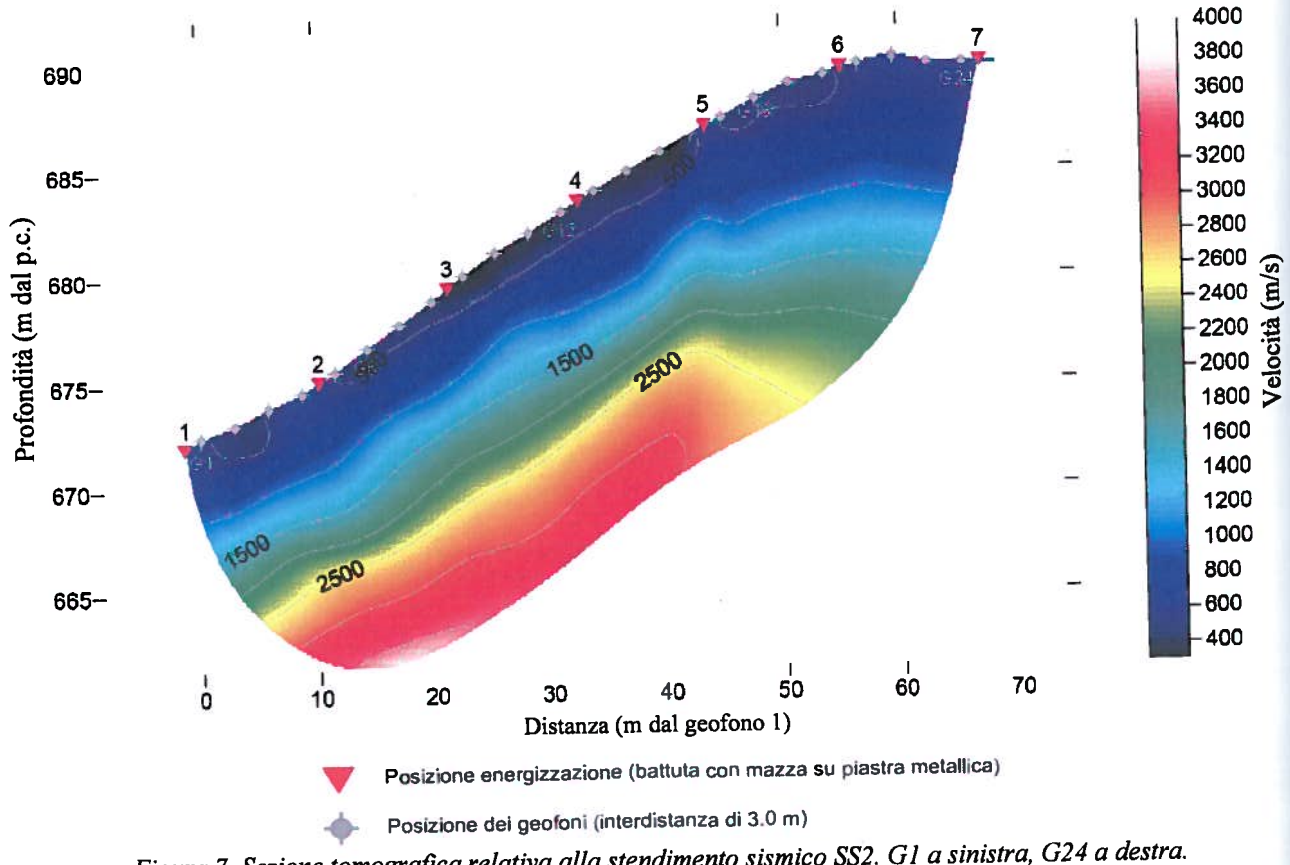


Figura 7. Sezione tomografica relativa alla stendimento sismico SS2. G1 a sinistra, G24 a destra.

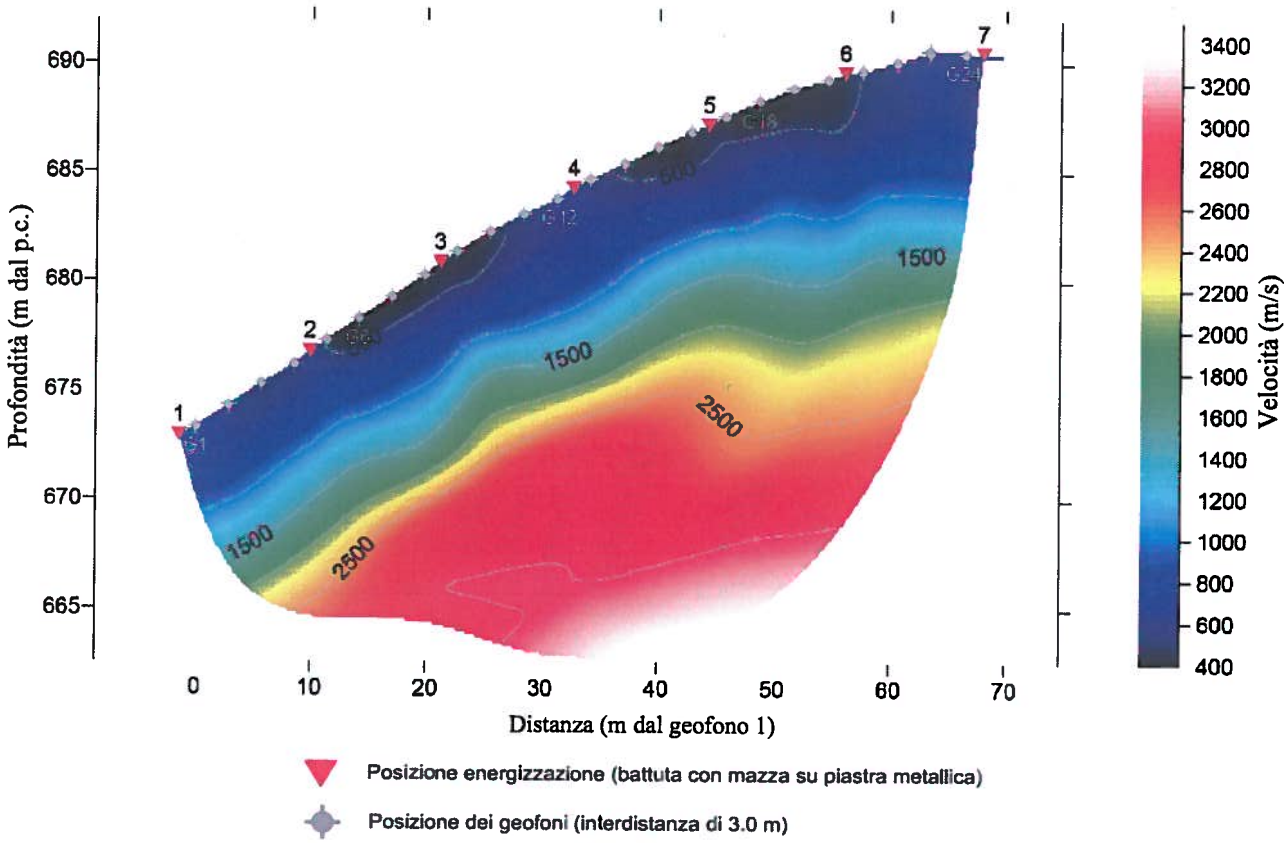


Figura 8. Sezione tomografica relativa alla stendimento sismico SS3. G1 a sinistra, G24 a destra.

Le sezione tomografiche ottenute e le risultanze delle indagini penetrometriche hanno consentito di individuare, in funzione della velocità sismica, il modello di sottosuolo riportato:

- ✓ *Unità areata superficiale:* velocità sismiche fino a 500 m/sec e spessore di circa 1.0-1.5 m;

- ✓ *Unità superficiale a bassa velocità:* velocità sismiche inferiori a 1200 m/sec con spessore variabile nei 3 stendimenti sismici (minimo nella sezione sismica SS1 e di circa 6-7 m nelle sezioni SS2 e SS3), probabile coltre detritica superficiale;

- ✓ *Unità intermedia a velocità medio-bassa:* velocità sismiche mediamente comprese tra 1200 e 2000 m/sec e spessore di circa 3.0 m, potrebbe trattarsi di un substrato estremamente alterato e fratturato;

- ✓ *Unità di fondo:* velocità sismiche maggiori di 2000 m/sec, probabile substrato roccioso.

ALLEGATO A

STENDIMENTO SISMICO SS1



Figura 9. Ubicazione stendimento sismico SS1.



Figura 10. Geofoni dall'1 al 12 nella fotografia a sinistra, geofoni dal 13 al 24 nella fotografia a destra.

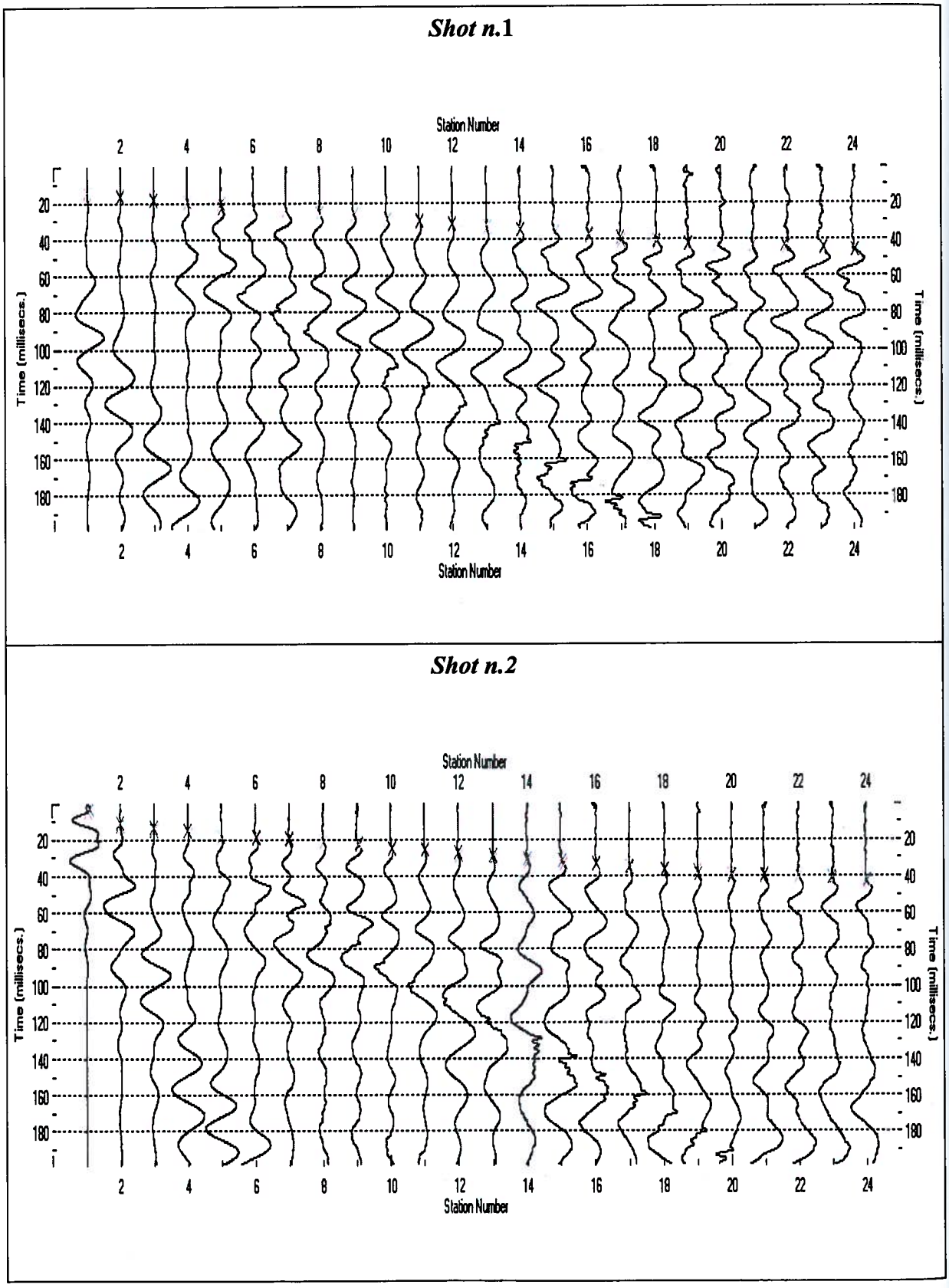


Figura 11. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 1e 2.

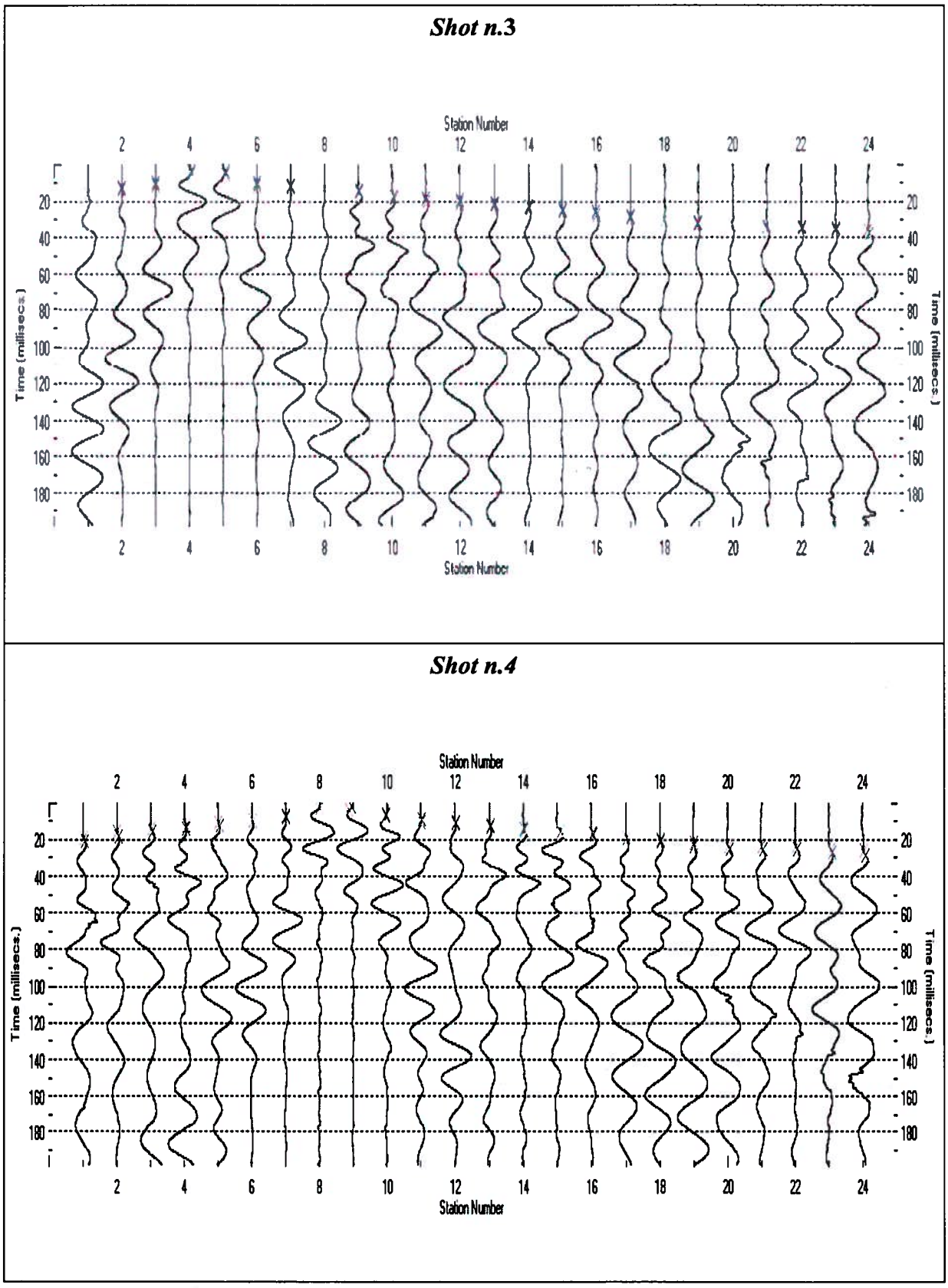


Figura 12. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 3e 4.

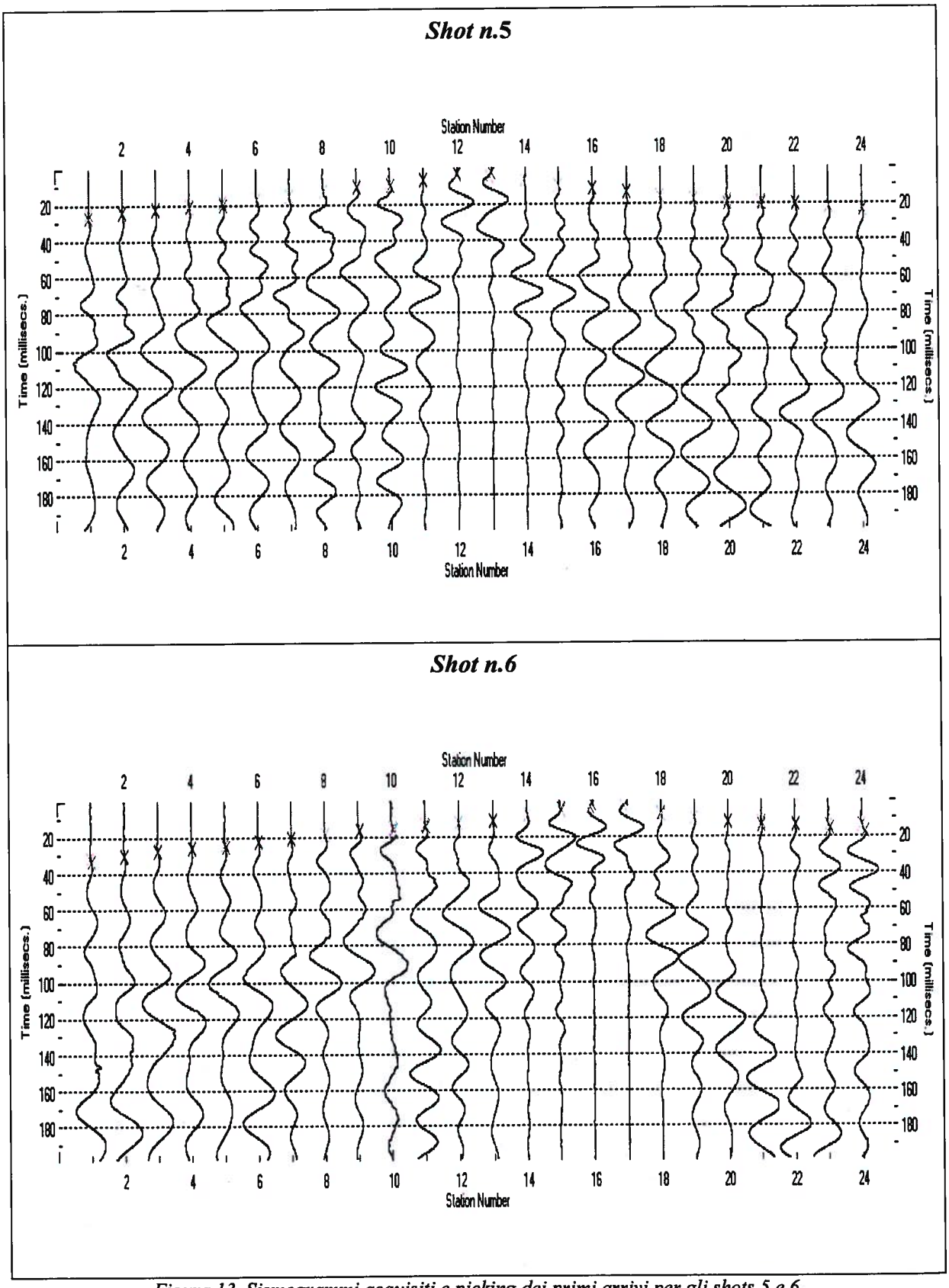


Figura 13. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 5 e 6.

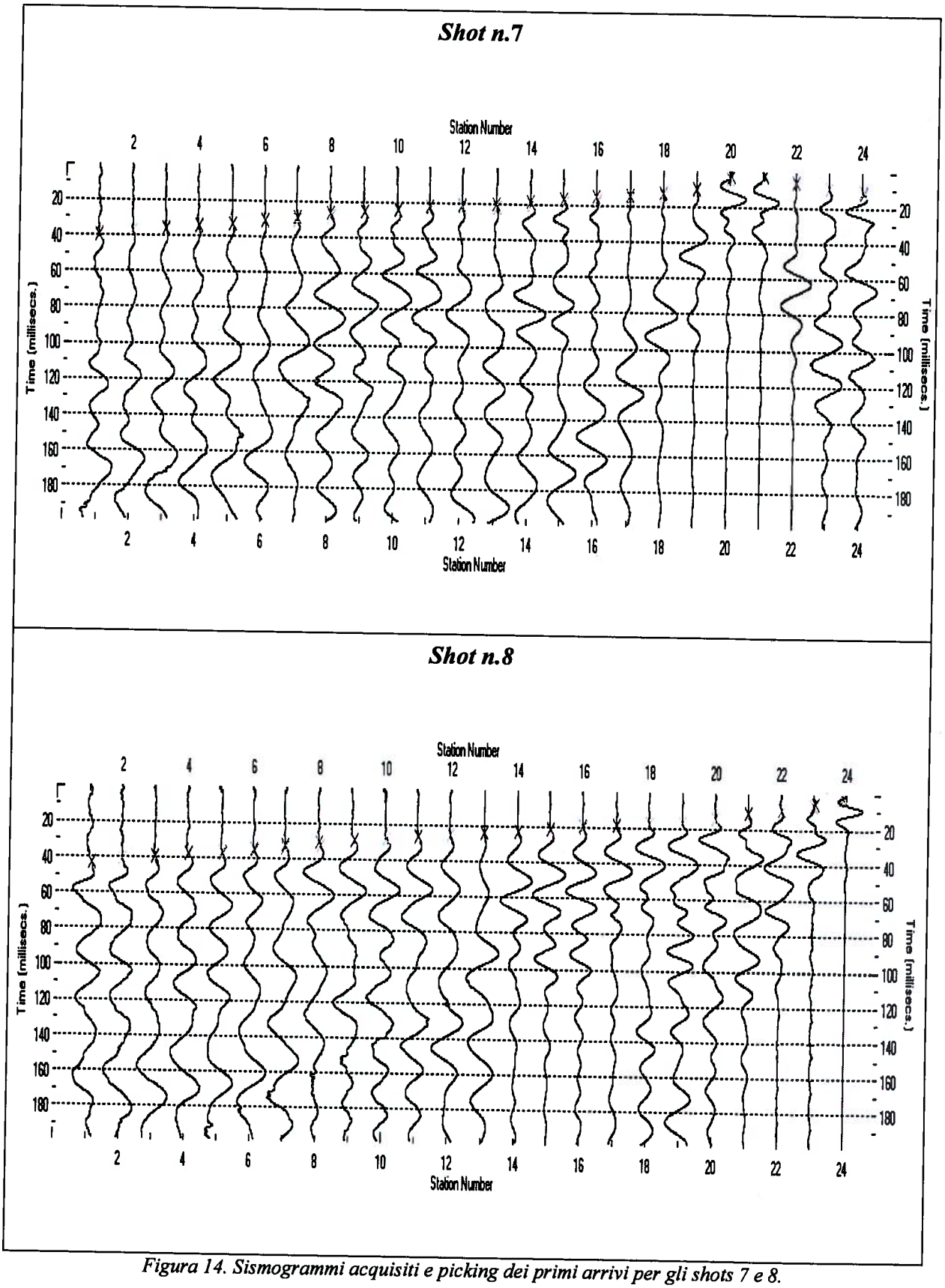


Figura 14. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 7 e 8.

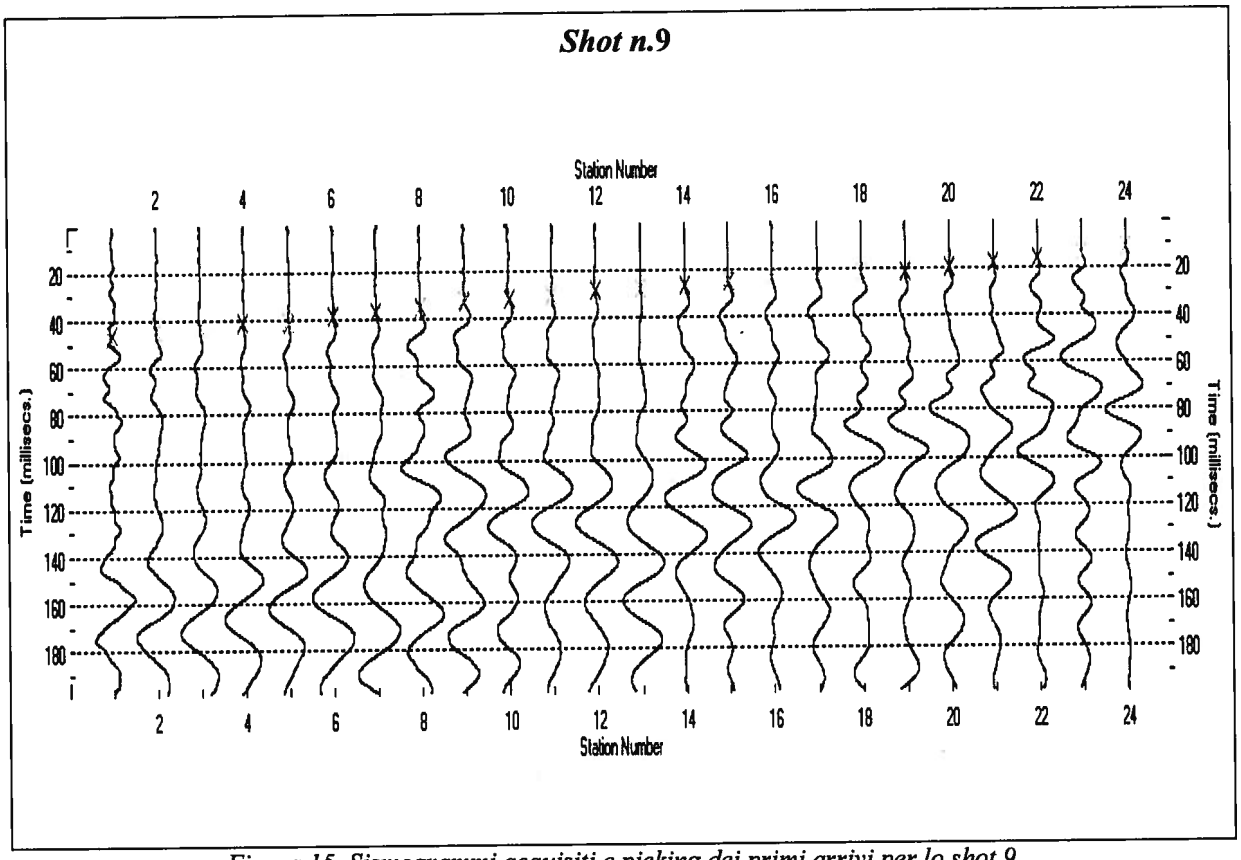


Figura 15. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per lo shot 9.

ALLEGATO B
STENDIMENTO SISMICO SS2



Figura 16. Ubicazione stendimento sismico SS2.

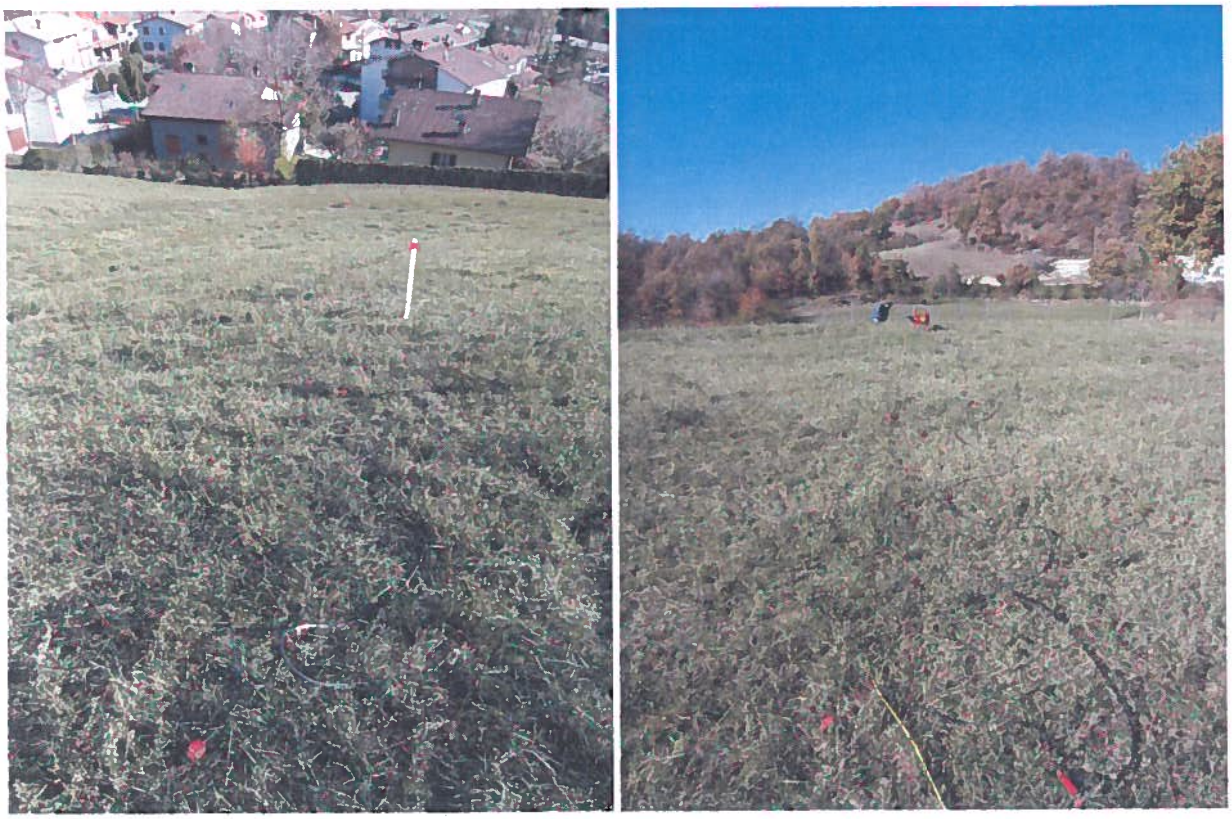


Figura 17. Geofoni dall'1 al 12 nella fotografia a sinistra, geofoni dal 13 al 24 nella fotografia a destra.

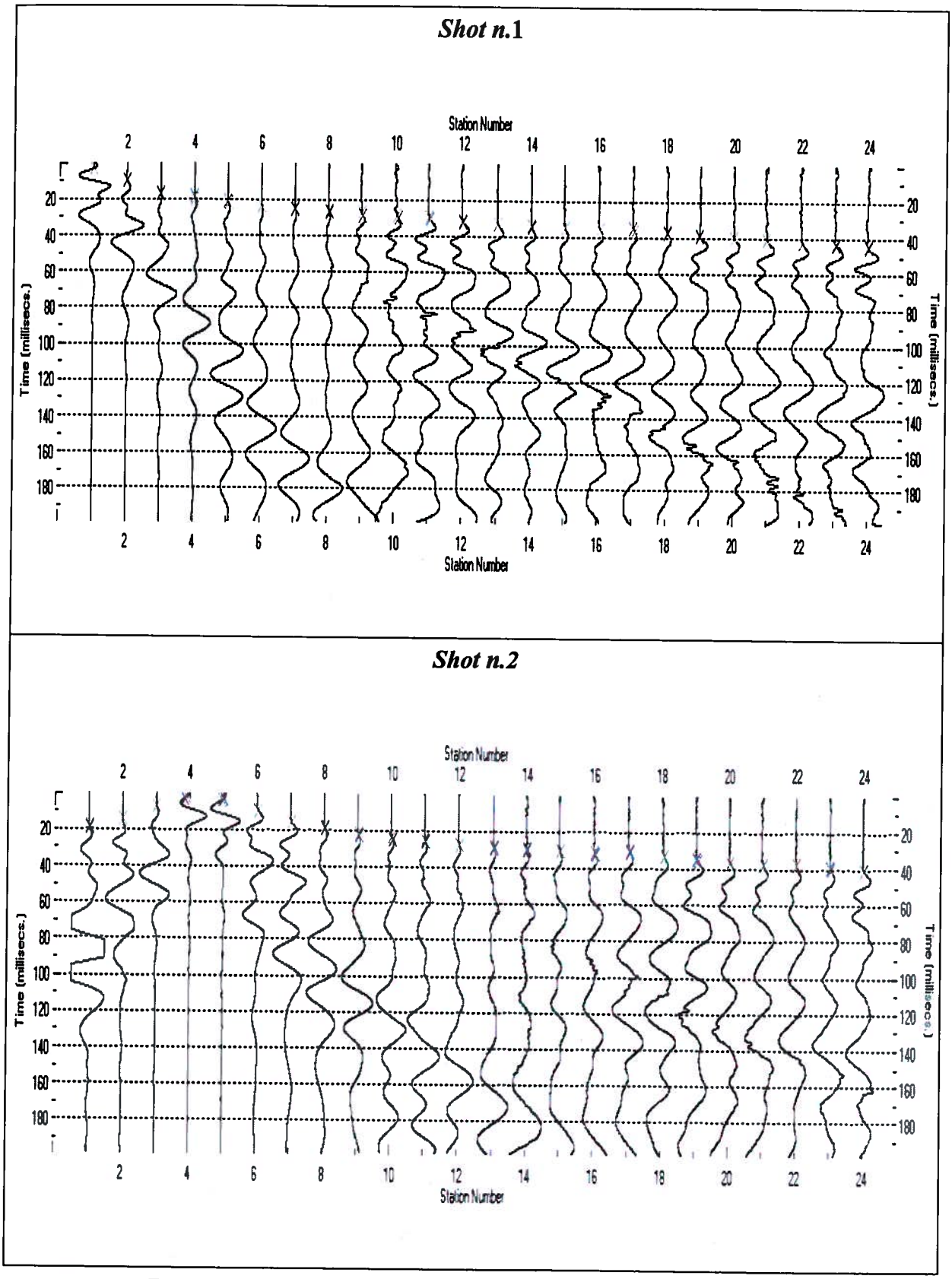


Figura 18. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 1 e 2.

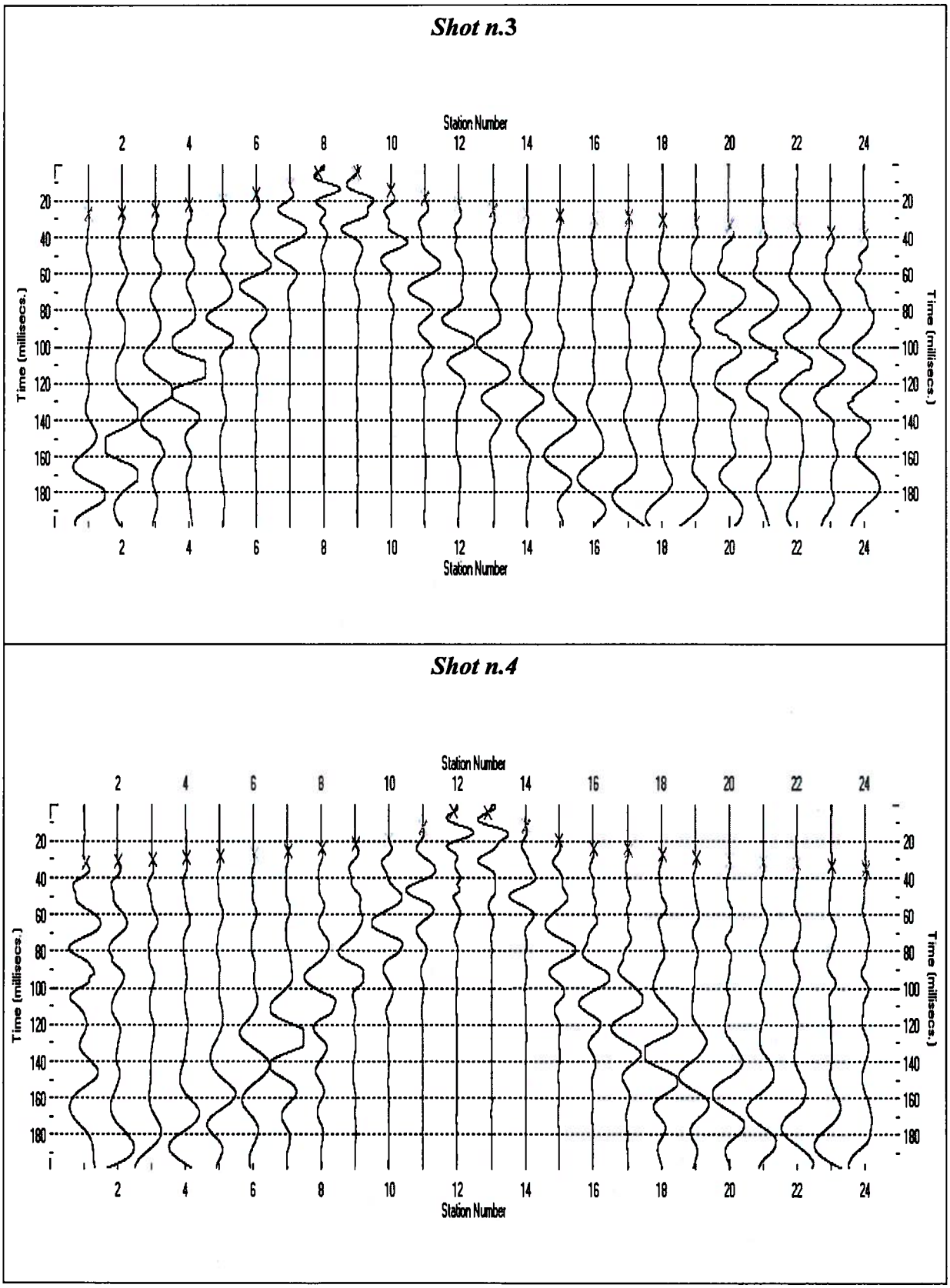


Figura 19. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 3 e 4.

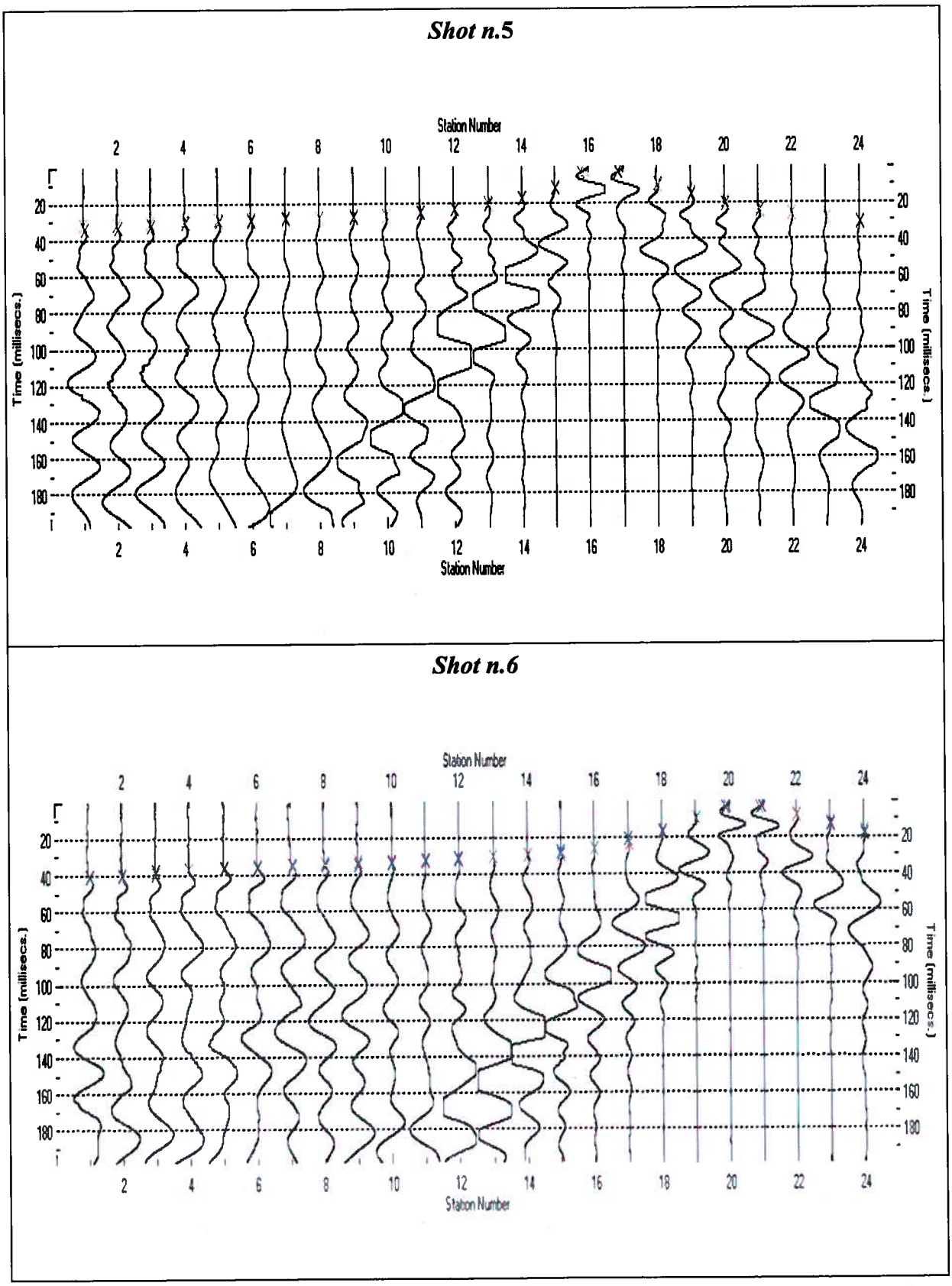


Figura 20. Sismogramma acquisito e picking dei primi arrivi per gli shots 5 e 6.

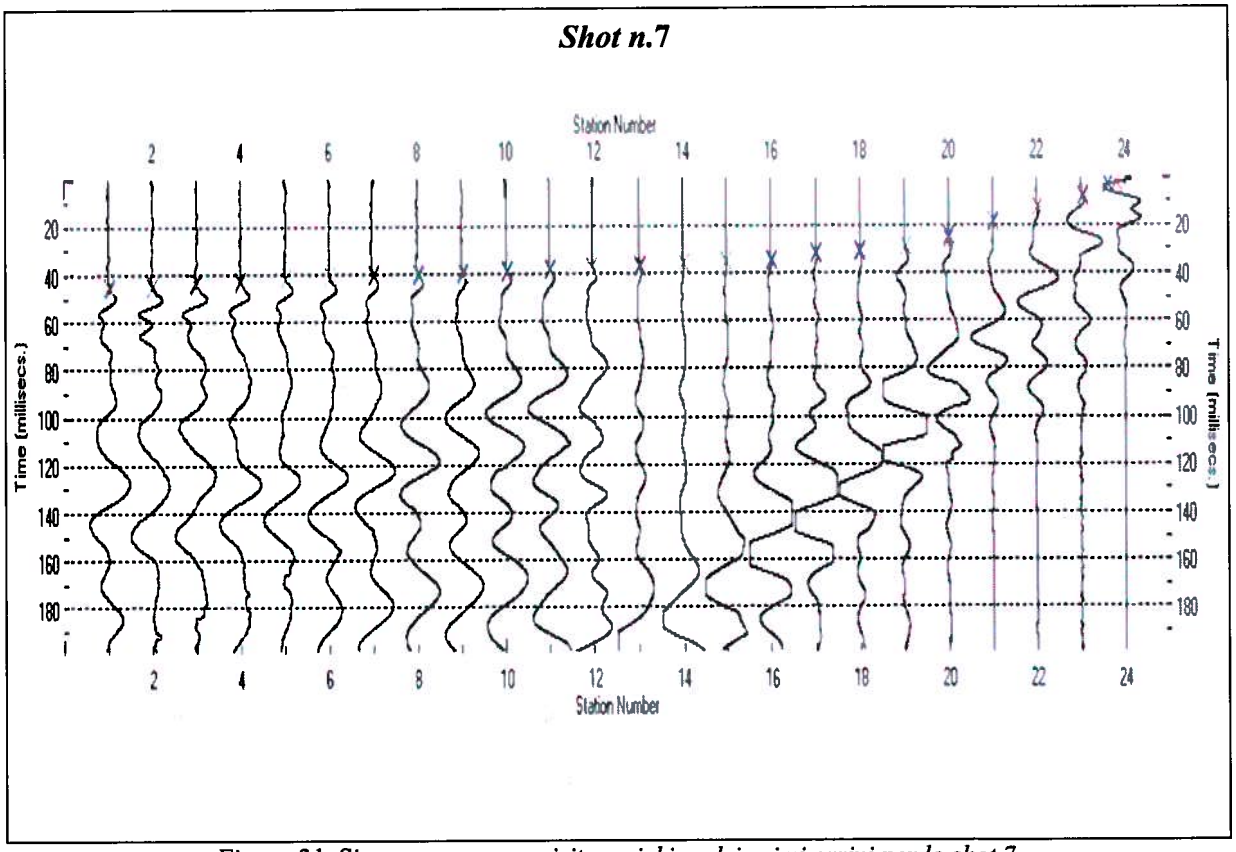


Figura 21. Sismogramma acquisito e picking dei primi arrivi per lo shot 7.

ALLEGATO C

STENDIMENTO SISMICO SS3



Figura 22.Ubicazione stendimento sismico SS3.



Figura 23. Geofoni dall'1 al 12 nella fotografia a sinistra, geofoni dal 13 al 24 nella fotografia a destra.

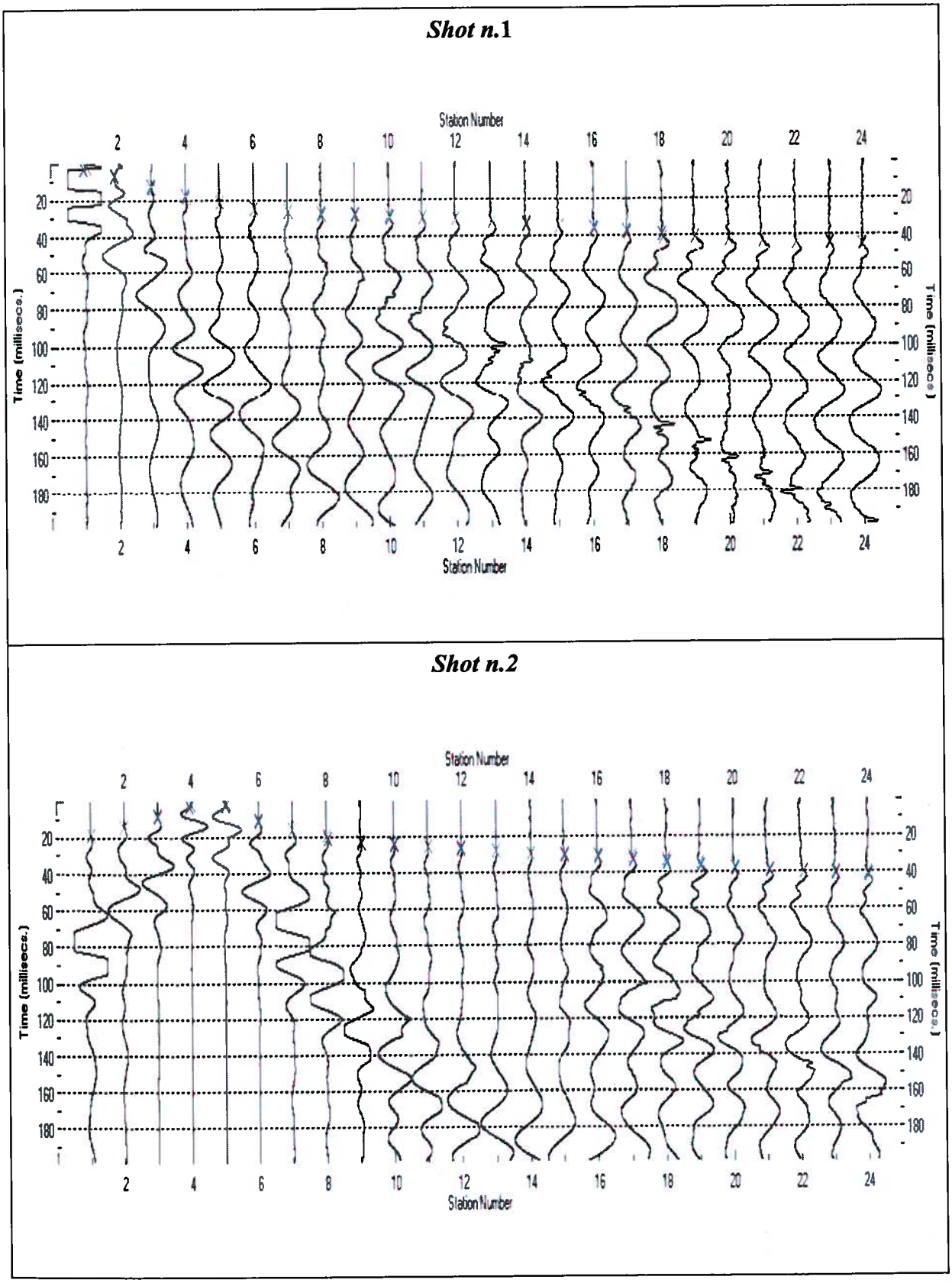


Figura 24. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 1 e 2.

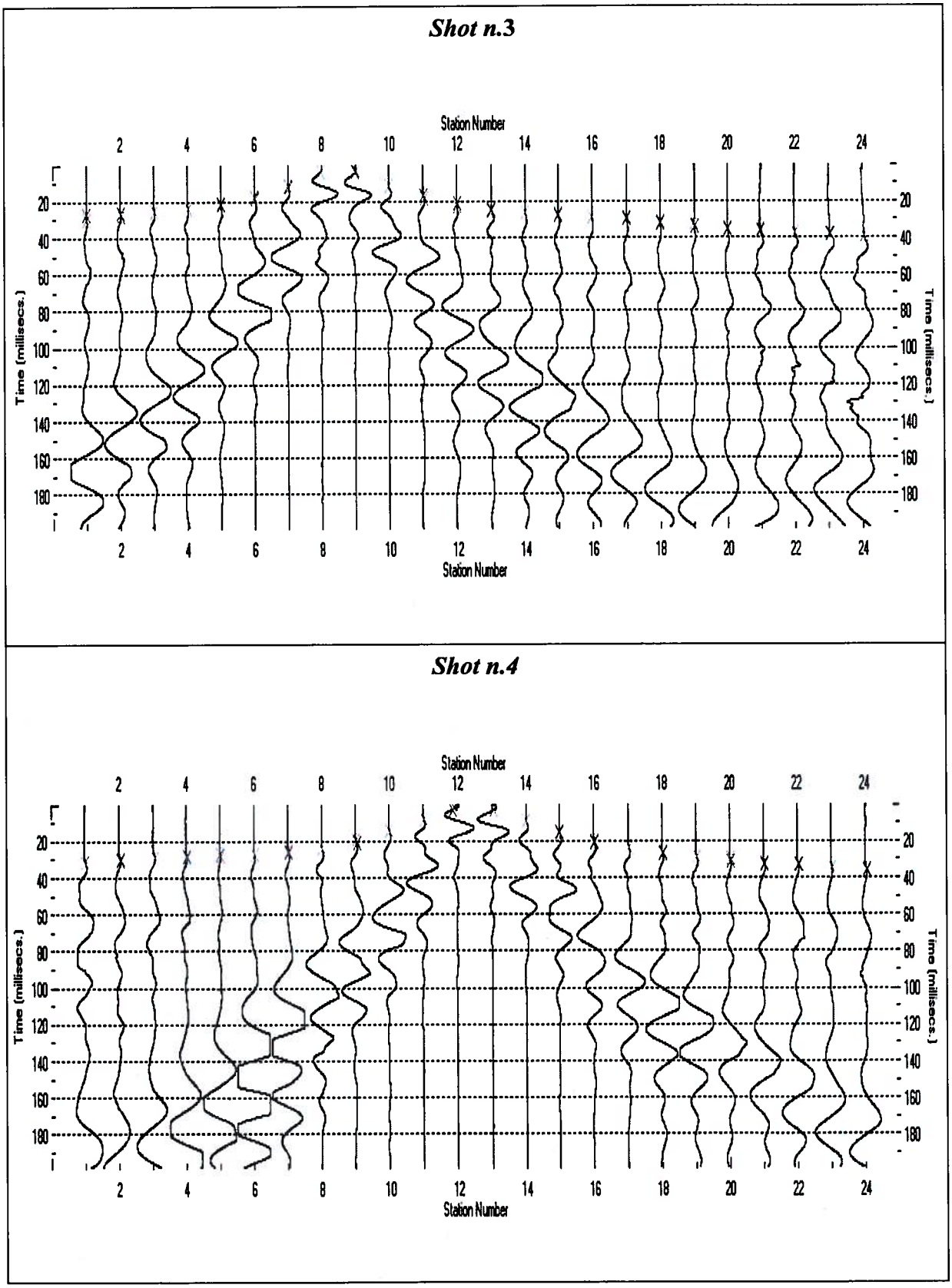


Figura 25. Sismogrammi acquisiti e picking dei primi arrivi per gli shots 3 e 4.

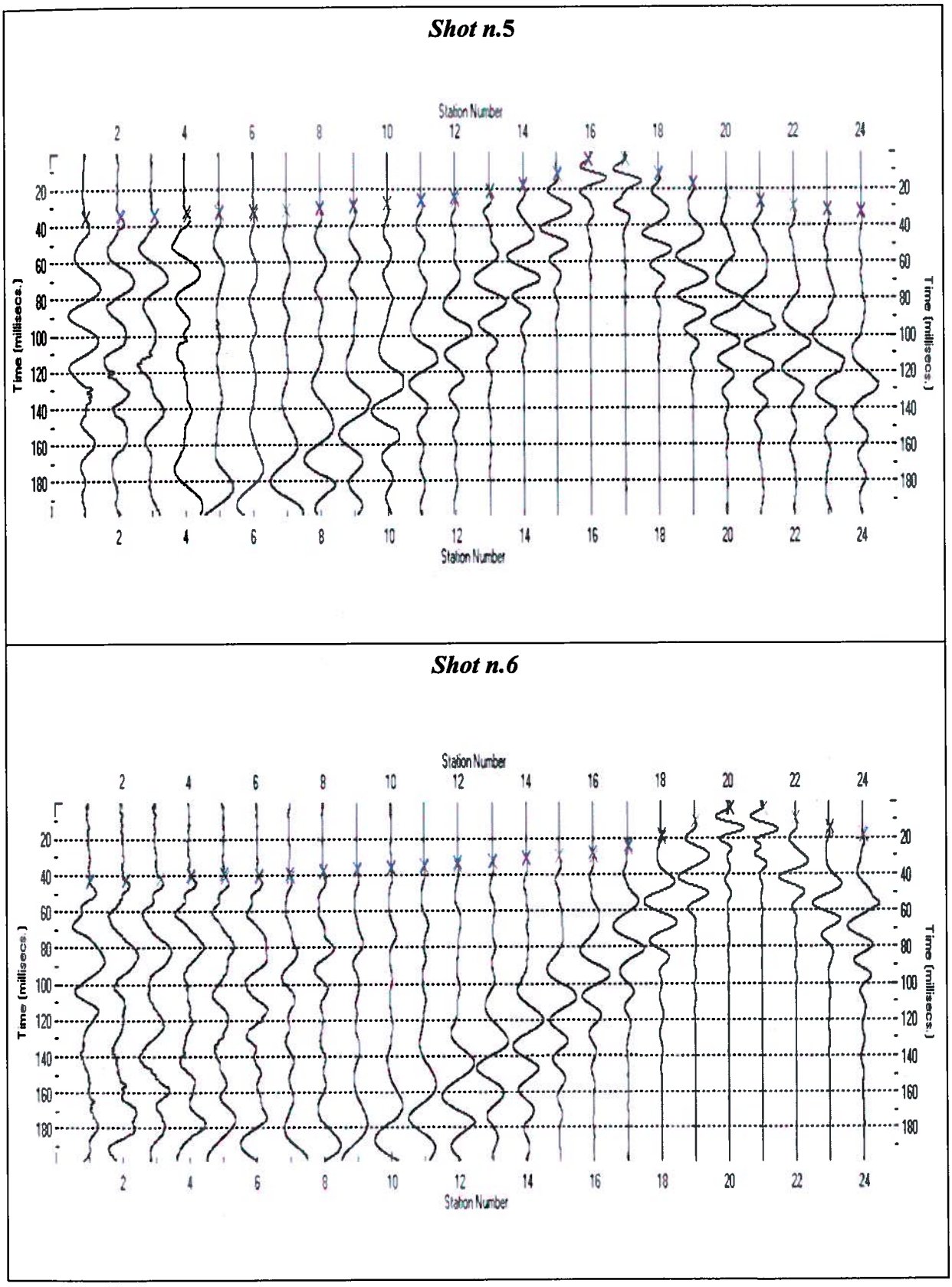


Figura 26. Sismogramma acquisito e picking dei primi arrivi per gli shots 5 e 6.

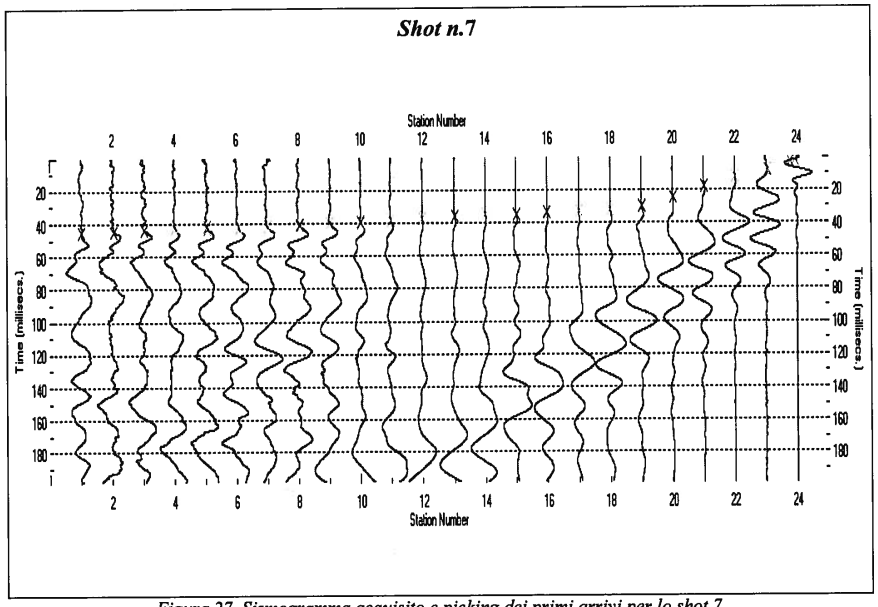


Figura 27. Sismogramma acquisito e picking dei primi arrivi per lo shot 7.

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Rowdewahl S., 2003. *Manual for the software RAYFRACT*, Intelligent Resources Inc.

Schuster, G. T., Quintus-Bosz A., 1999. *Wavepath eikonal traveltime inversion: Theory. Geophysics* v. 58, *1314-1323.*

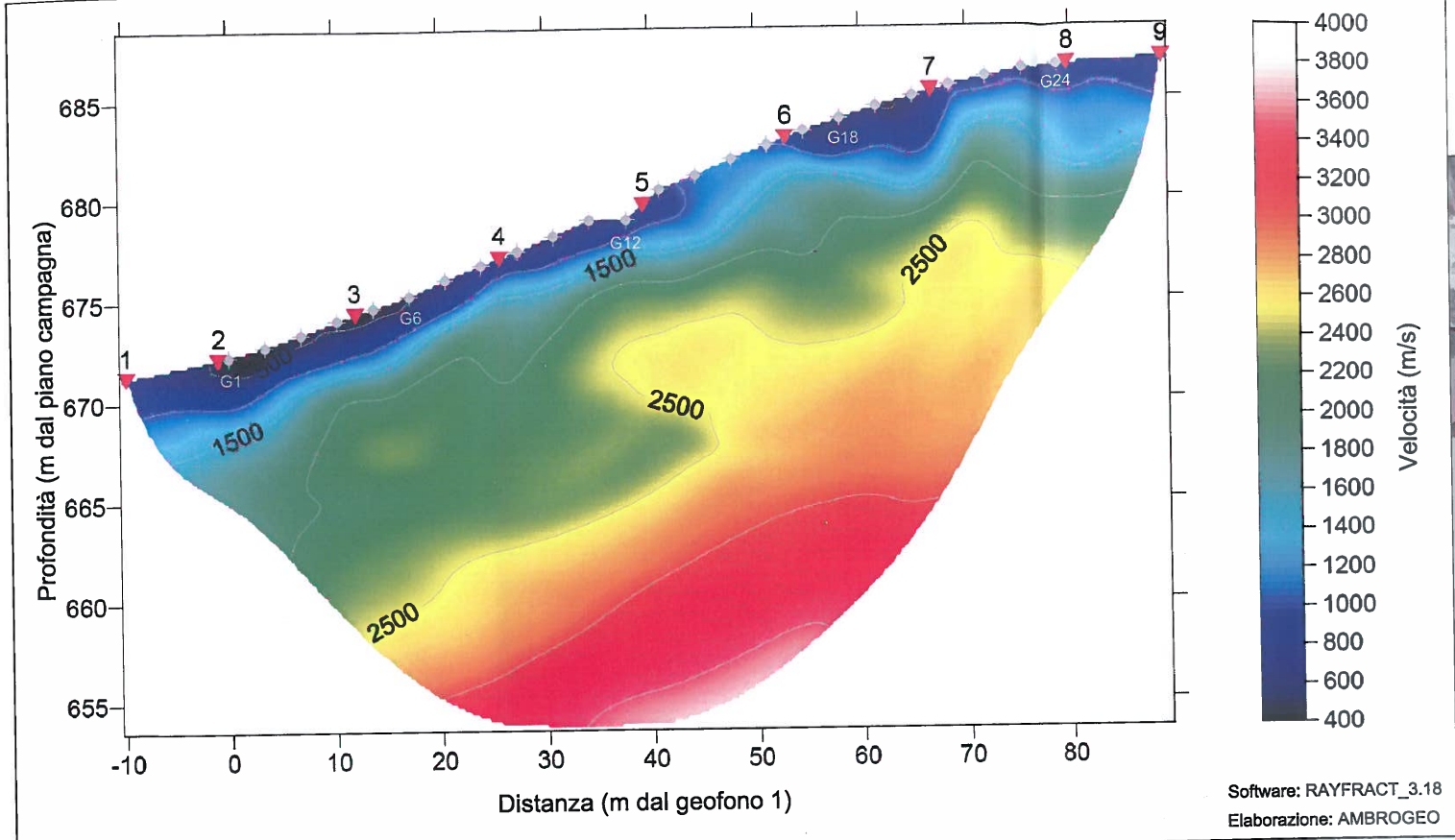
Lecomte I., Gjøystdal H., Dahle A., Pedersen O. C., 2000. *Improving modelling and inversion in refraction seismics with a first-order Eikonal solver. Geophysical Prospecting, Vol. 48 Issue 3.*

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Rowdewahl S., 2003. *Manual for the software RAYFRACT*, Intelligent Resources Inc.

Schuster, G. T., Quintus-Bosz A., 1999. *Wavepath eikonal traveltime inversion: Theory. Geophysics* v. 58, *1314-1323.*

Lecomte I., Gjøystdal H., Dahle A., Pedersen O. C., 2000. *Improving modelling and inversion in refraction seismics with a first-order Eikonal solver. Geophysical Prospecting, Vol. 48 Issue 3.*

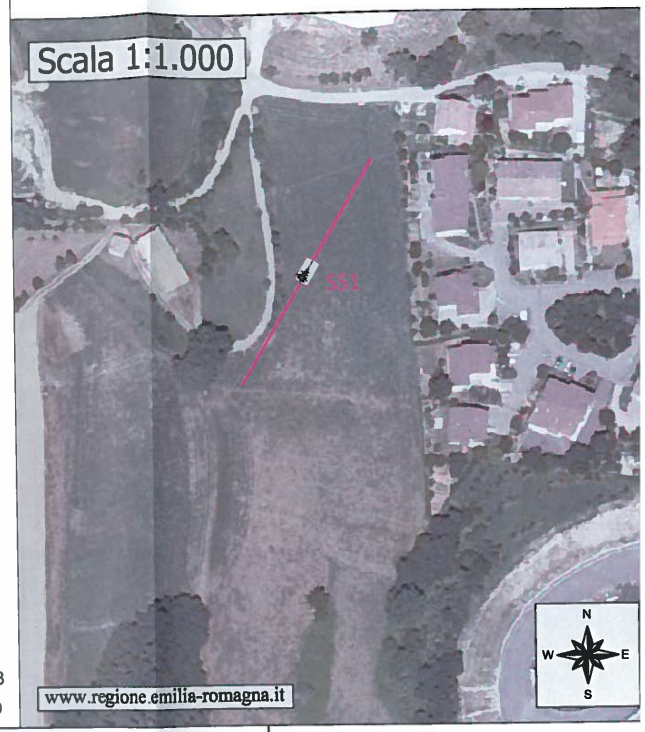


Software: RAYFRACT_3.18
Elaborazione: AMBROGEO

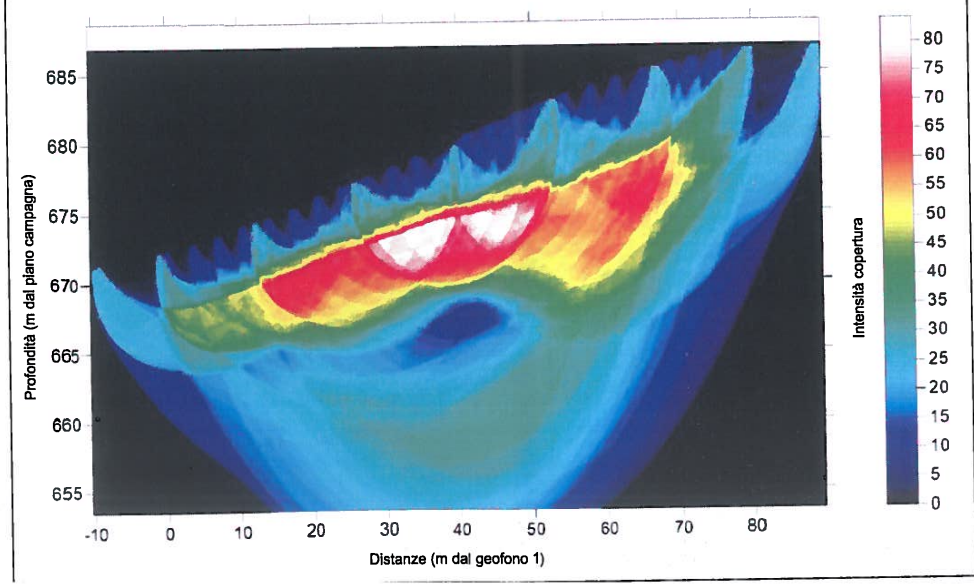
LEGENDA

Posizione energizzazione (battuta con mazza su piastra metallica)

Posizione dei geofoni (interdistanza di 3.5 m)



Copertura delle traiettorie d'onda



Geofono	Distanza (m)	Quota (m)	PRIMI ARRIVI E PUNTI DI ENERGIZZAZIONE								
			1 (ms)	2 (ms)	3 (ms)	4 (ms)	5 (ms)	6 (ms)	7 (ms)	8 (ms)	9 (ms)
1	0,0	672,3	0,0138	0,0039	0,0152	0,0186	0,0241	0,0307	0,0369	0,0423	0,0471
2	3,5	672,8	0,0155	0,0121	0,0125	0,0156	0,0233	0,0295	0,0373	0,0404	0,0439
3	7,0	673,4	0,0173	0,0148	0,0109	0,0140	0,0216	0,0264	0,0361	0,0397	0,0424
4	10,5	674,1	0,0190	0,0164	0,0043	0,0125	0,0202	0,0252	0,0342	0,0377	0,0412
5	14,0	674,7	0,0198	0,0181	0,0052	0,0105	0,0182	0,0229	0,0326	0,0365	0,0400
6	17,5	675,3	0,0224	0,0190	0,0109	0,0094	0,0164	0,0217	0,0311	0,0350	0,0389
7	21,0	676,1	0,0233	0,0198	0,0117	0,0076	0,0144	0,0202	0,0299	0,0334	0,0369
8	24,5	676,8	0,0250	0,0207	0,0129	0,0026	0,0121	0,0182	0,0276	0,0319	0,0354
9	28,0	677,5	0,0259	0,0216	0,0148	0,0035	0,0095	0,0156	0,0252	0,0295	0,0322
10	31,5	678,2	0,0285	0,0241	0,0181	0,0069	0,0078	0,0144	0,0233	0,0276	0,0311
11	35,0	679,0	0,0302	0,0259	0,0198	0,0101	0,0069	0,0133	0,0225	0,0267	0,0299
12	38,5	679,8	0,0319	0,0285	0,0207	0,0113	0,0035	0,0117	0,0217	0,0252	0,0280
13	42,0	680,5	0,0328	0,0302	0,0213	0,0129	0,0039	0,0101	0,0213	0,0244	0,0272
14	45,5	681,2	0,0345	0,0319	0,0233	0,0144	0,0060	0,0074	0,0198	0,0233	0,0256
15	49,0	682,0	0,0354	0,0328	0,0248	0,0165	0,0094	0,0051	0,0181	0,0216	0,0244
16	52,5	682,7	0,0378	0,0335	0,0264	0,0173	0,0112	0,0035	0,0176	0,0202	0,0233
17	56,0	683,4	0,0404	0,0354	0,0283	0,0190	0,0138	0,0026	0,0155	0,0190	0,0229
18	59,5	684,0	0,0413	0,0361	0,0296	0,0202	0,0155	0,0078	0,0138	0,0173	0,0217
19	63,0	684,6	0,0423	0,0371	0,0315	0,0217	0,0173	0,0094	0,0101	0,0164	0,0205
20	66,5	685,1	0,0430	0,0397	0,0328	0,0233	0,0181	0,0109	0,0095	0,0138	0,0194
21	70,0	685,6	0,0430	0,0387	0,0328	0,0237	0,0190	0,0117	0,0026	0,0112	0,0182
22	73,5	686,0	0,0439	0,0397	0,0345	0,0237	0,0207	0,0129	0,0060	0,0086	0,0164
23	77,0	686,4	0,0447	0,0413	0,0354	0,0252	0,0216	0,0138	0,0086	0,0060	0,0138
24	80,5	686,6	0,0456	0,0413	0,0354	0,0256	0,0224	0,0140	0,0101	0,0017	0,0112

INDAGINE GEOFISICA
Sismica a rifrazione

Stendimento sismico
Elaborazione tomografica
Stendimento sismico SS1

Committente: GEODE S.c.r.l.

Località: Felina

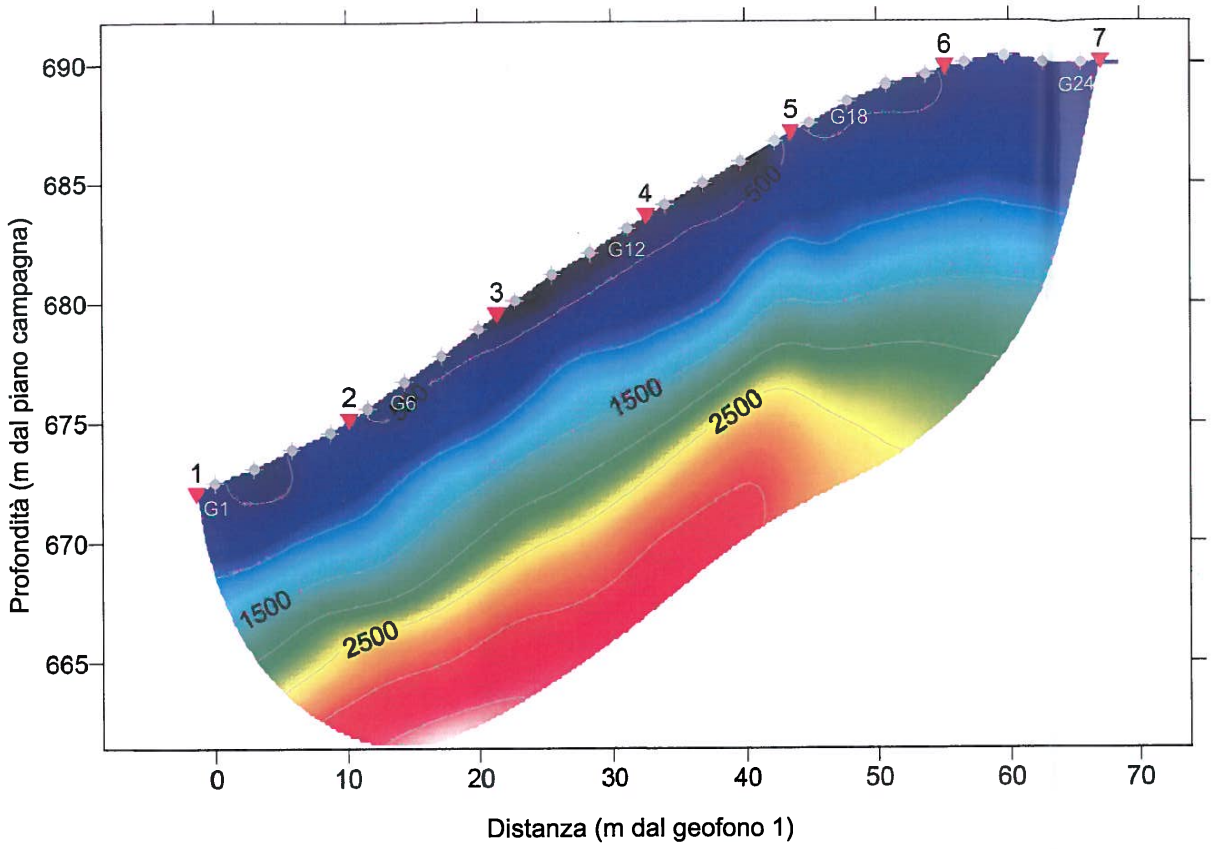
Comune di Castelnovo né Monti

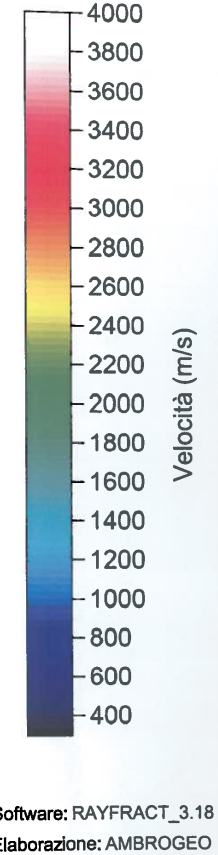
Data: Novembre 2011

FILE: TAVOLA_RIFR_Felina.dwg

Dott. Geol. Davide Zucchi
Via Salsediana Est, 3573
Castelnuovo Fogliani (PC)
davidezucchi@virgilio.it

Dott. Geol. Filippo Segali
Via Papa Giovanni XXIII, 1
Morfasso (P
fsegali@tis



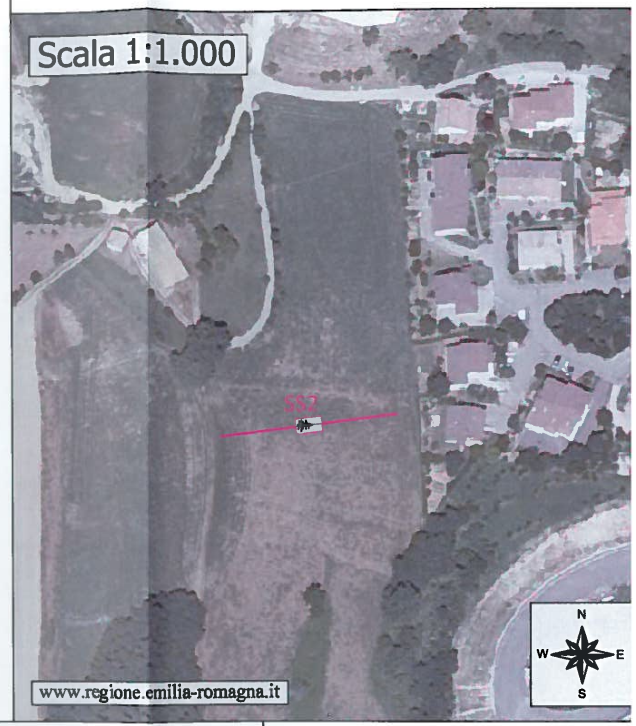


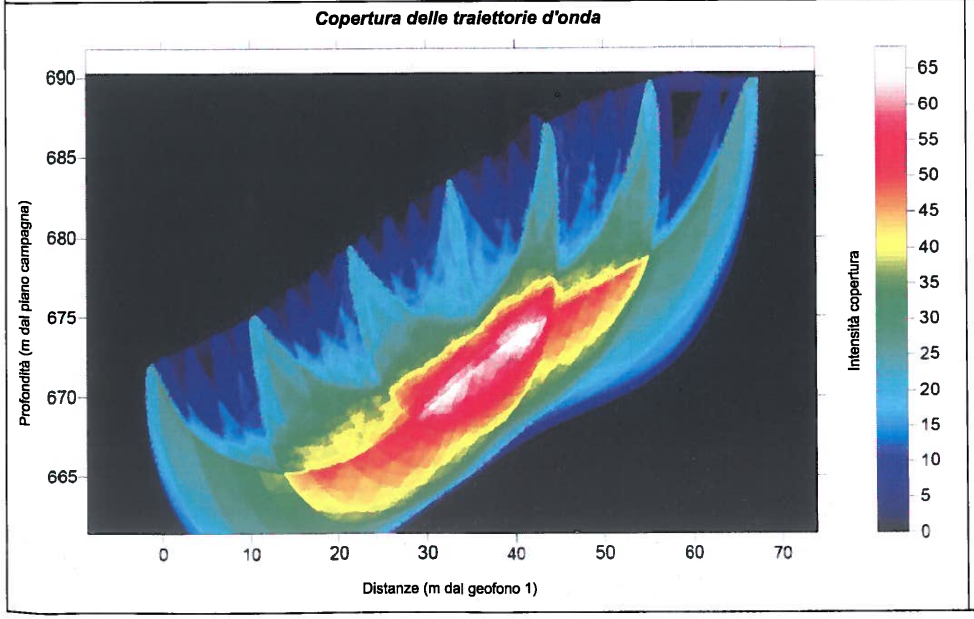
Software: RAYFRACT_3.18
Elaborazione: AMBROGEO

LEGENDA

Posizione energizzazione (battuta con mazza su piastra metallica)

Posizione dei geofoni (interdistanza di 3.0 m)





Geofono	Distanza (m)	Quota (m)	PRIMI ARRIVI E PUNTI DI ENERGIZZAZIONE						
			▼1 (ms)	▼2 (ms)	▼3 (ms)	▼4 (ms)	▼5 (ms)	▼6 (ms)	▼7 (ms)
1	0,0	672,5	0,0029	0,0181	0,0276	0,0311	0,0311	0,0408	0,0459
2	3,0	673,1	0,0086	0,0139	0,0267	0,0302	0,0311	0,0400	0,0443
3	6,0	673,9	0,0174	0,0069	0,0242	0,0293	0,0302	0,0394	0,0436
4	9,0	674,6	0,0195	0,0017	0,0224	0,0293	0,0293	0,0374	0,0428
5	12,0	675,6	0,0216	0,0035	0,0198	0,0285	0,0285	0,0367	0,0416
6	15,0	676,7	0,0235	0,0096	0,0155	0,0267	0,0285	0,0369	0,0409
7	18,0	677,8	0,0243	0,0159	0,0112	0,0259	0,0285	0,0354	0,0400
8	21,0	678,9	0,0264	0,0181	0,0043	0,0242	0,0276	0,0335	0,0400
9	24,0	680,1	0,0268	0,0216	0,0052	0,0207	0,0267	0,0328	0,0396
10	27,0	681,2	0,0285	0,0235	0,0147	0,0190	0,0267	0,0328	0,0392
11	30,0	682,1	0,0296	0,0251	0,0190	0,0129	0,0259	0,0324	0,0374
12	33,0	683,1	0,0308	0,0274	0,0216	0,0035	0,0233	0,0320	0,0367
13	36,0	684,1	0,0329	0,0296	0,0259	0,0043	0,0198	0,0302	0,0367
14	39,0	685,0	0,0341	0,0304	0,0267	0,0121	0,0173	0,0293	0,0351
15	42,0	685,9	0,0345	0,0300	0,0285	0,0198	0,0121	0,0289	0,0343
16	45,0	686,7	0,0350	0,0311	0,0293	0,0233	0,0017	0,0255	0,0339
17	48,0	687,5	0,0361	0,0311	0,0300	0,0250	0,0026	0,0231	0,0320
18	51,0	688,4	0,0361	0,0328	0,0308	0,0276	0,0104	0,0170	0,0311
19	54,0	689,1	0,0377	0,0354	0,0319	0,0293	0,0147	0,0086	0,0285
20	57,0	689,5	0,0398	0,0361	0,0328	0,0302	0,0190	0,0026	0,0259
21	60,0	690,0	0,0402	0,0371	0,0345	0,0311	0,0233	0,0095	0,0192
22	63,0	690,4	0,0419	0,0371	0,0354	0,0319	0,0259	0,0078	0,0120
23	66,0	690,3	0,0434	0,0397	0,0379	0,0328	0,0285	0,0120	0,0073
24	69,0	690,1	0,0447	0,0404	0,0387	0,0335	0,0302	0,0166	0,0020

INDAGINE GEOFISICA
Sismica a rifrazione

Stendimento sismico
Elaborazione tomografica
Stendimento sismico SS2

Committente: GEODE S.c.r.l.

Località: Felina

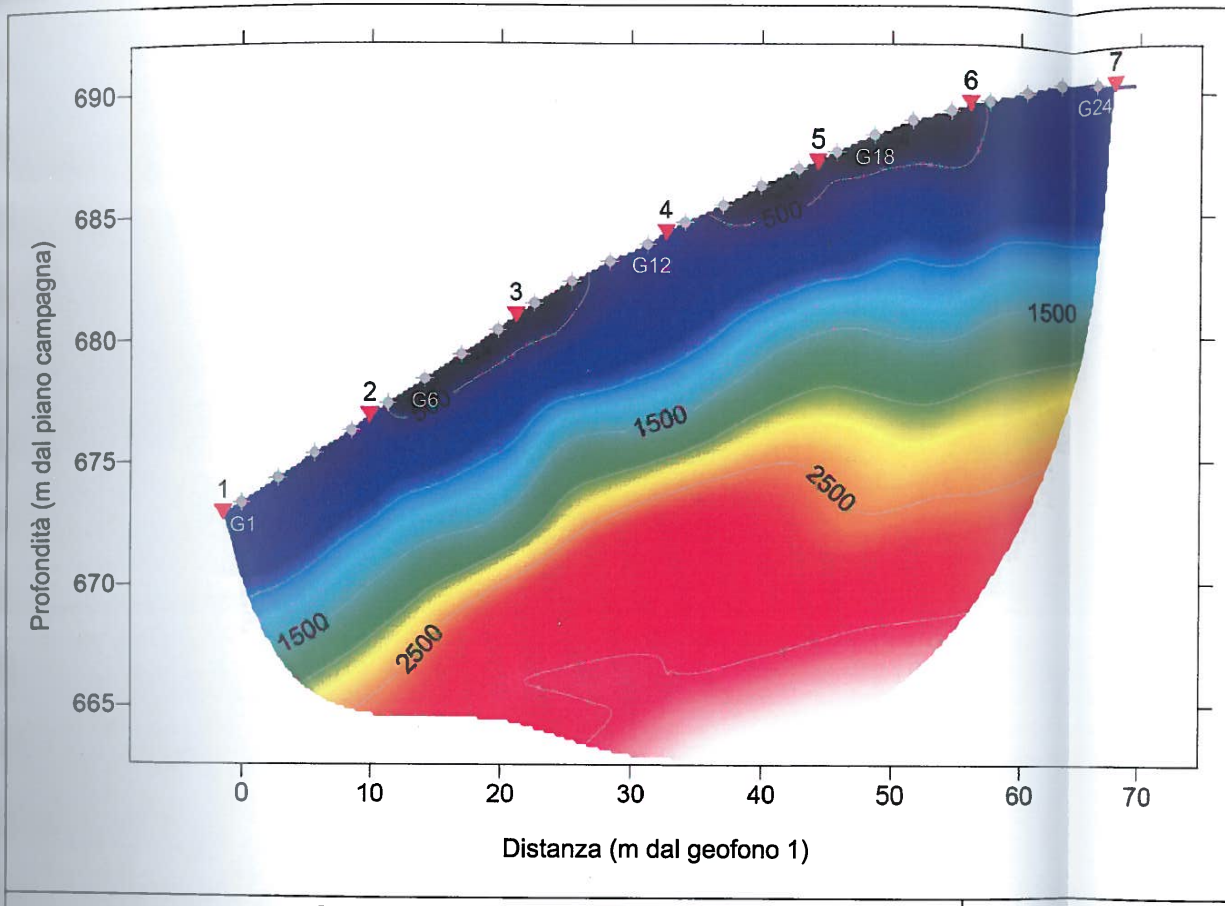
Comune di Castelnovo né Monti

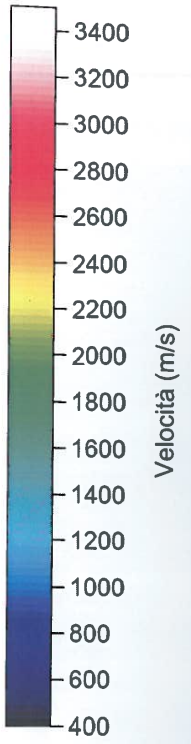
Data: Novembre 2011

FILE: TAVOLA_RIFR_Felina.dwg

Dott. Geol. Davide Zucchi
Via Sabadiana Est, 3573
Castelnuovo Fogliani (PC)
davidezucchi@virgilio.it

Dott. Geol. Filippo Segalir
Via Papa Giovanni XXIII, 1
Monfasso (P
fsegali@tin



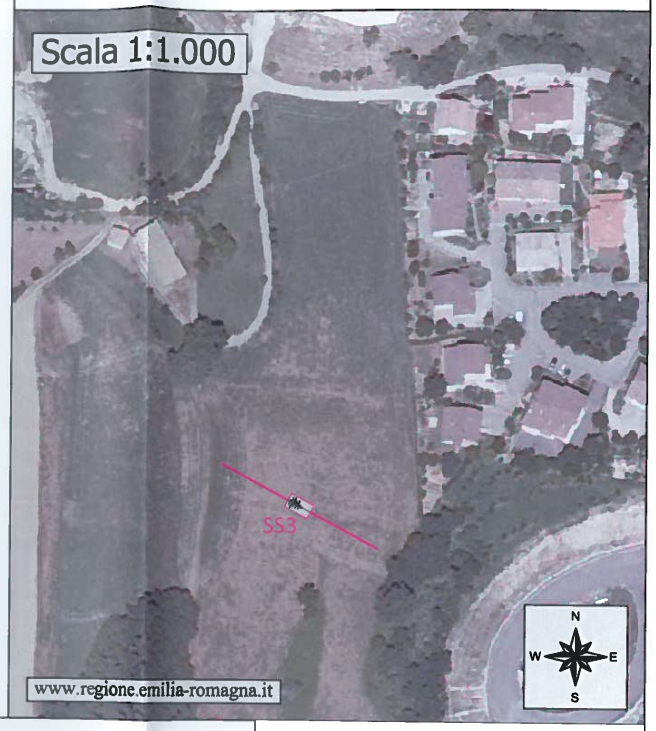


Software: RAYFRACT_3.18
Elaborazione: AMBROGEO

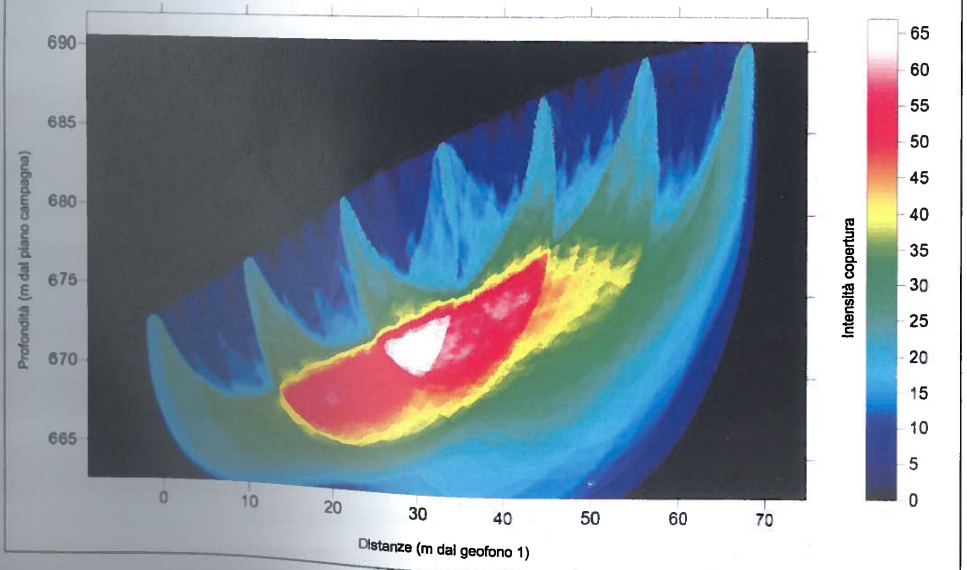
LEGENDA

Posizione energizzazione (battuta con mazza su piastra metallica)

Posizione dei geofoni (interdistanza di 3.0 m)



Copertura delle traiettorie d'onda



Geofono	Distanza (m)	Quota (m)	PRIMI ARRIVI E PUNTI DI ENERGIZZAZIONE						
			▼1 (ms)	▼2 (ms)	▼3 (ms)	▼4 (ms)	▼5 (ms)	▼6 (ms)	▼7 (ms)
1	0,0	673,3	0,0021	0,0181	0,0293	0,0308	0,0345	0,0420	0,0456
2	3,0	674,3	0,0061	0,0136	0,0276	0,0296	0,0306	0,0420	0,0447
3	6,0	675,3	0,0126	0,0095	0,0250	0,0285	0,0306	0,0412	0,0432
4	9,0	676,2	0,0178	0,0020	0,0233	0,0285	0,0306	0,0400	0,0420
5	12,0	677,3	0,0211	0,0020	0,0216	0,0274	0,0302	0,0404	0,0428
6	15,0	678,3	0,0243	0,0108	0,0181	0,0270	0,0306	0,0404	0,0424
7	18,0	679,3	0,0260	0,0155	0,0120	0,0251	0,0312	0,0400	0,0412
8	21,0	680,3	0,0268	0,0192	0,0031	0,0231	0,0293	0,0382	0,0408
9	24,0	681,4	0,0272	0,0220	0,0027	0,0189	0,0293	0,0371	0,0397
10	27,0	682,3	0,0281	0,0235	0,0116	0,0139	0,0276	0,0359	0,0397
11	30,0	683,1	0,0293	0,0247	0,0181	0,0077	0,0255	0,0355	0,0382
12	33,0	683,8	0,0300	0,0257	0,0224	0,0020	0,0255	0,0343	0,0367
13	36,0	684,7	0,0317	0,0274	0,0247	0,0027	0,0212	0,0332	0,0359
14	39,0	685,4	0,0329	0,0293	0,0259	0,0085	0,0177	0,0308	0,0347
15	42,0	686,2	0,0345	0,0296	0,0267	0,0155	0,0120	0,0293	0,0351
16	45,0	686,9	0,0358	0,0304	0,0285	0,0196	0,0031	0,0289	0,0332
17	48,0	687,6	0,0377	0,0312	0,0285	0,0235	0,0096	0,0247	0,0328
18	51,0	688,3	0,0402	0,0332	0,0311	0,0259	0,0120	0,0200	0,0316
19	54,0	688,9	0,0406	0,0347	0,0319	0,0285	0,0166	0,0100	0,0289
20	57,0	689,3	0,0423	0,0371	0,0345	0,0296	0,0224	0,0031	0,0251
21	60,0	689,7	0,0426	0,0386	0,0354	0,0320	0,0263	0,0031	0,0170
22	63,0	690,1	0,0438	0,0394	0,0371	0,0328	0,0296	0,0088	0,0124
23	66,0	690,6	0,0451	0,0394	0,0378	0,0345	0,0312	0,0155	0,0085
24	69,0	690,5	0,0459	0,0400	0,0387	0,0361	0,0328	0,0170	0,0016

INDAGINE GEOFISICA
Sismica a rifrazione

Stendimento sismico
Elaborazione tomografica
Stendimento sismico SS3

Committente: GEODE S.c.r.l.

Località: Felina

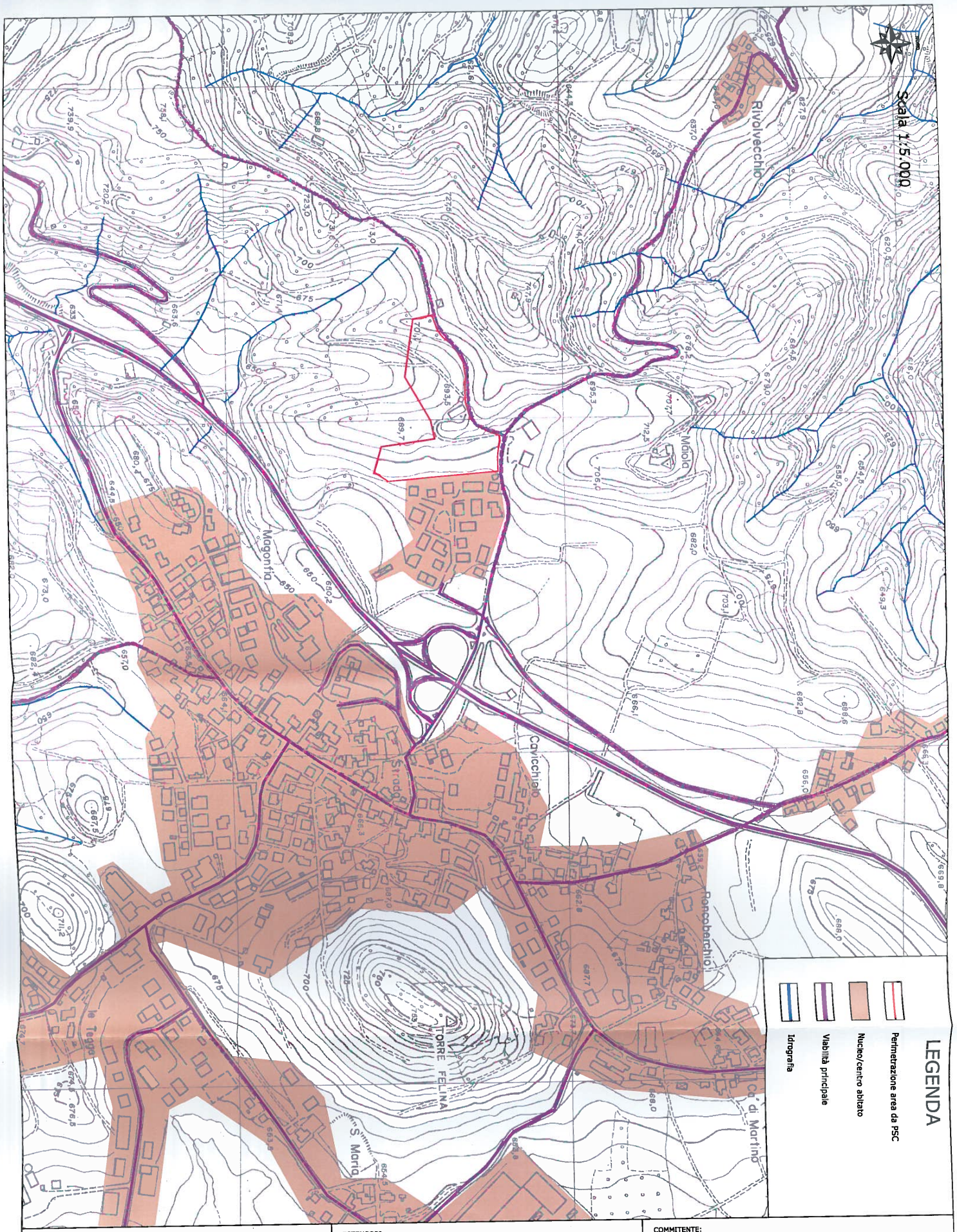
Comune di Castelnovo né Monti

Data: Novembre 2011

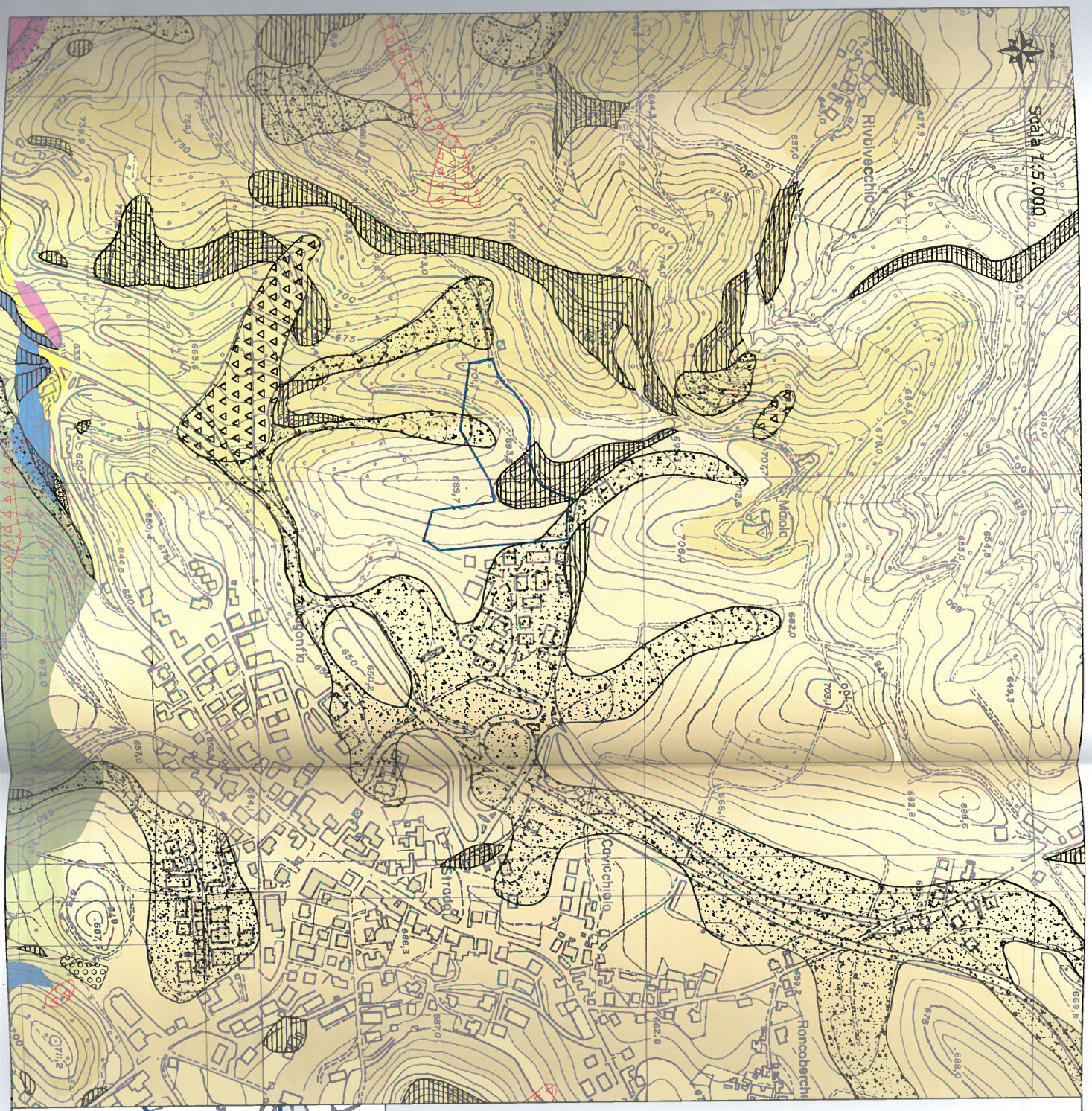
FILE: TAVOLA_RIFR_Felina.dwg

Dott. Geol. Davide Zucchi
Via Sassediana Est, 3573
Castelnuovo Fogliani (PC)
davidezucchi@virgilio.it

Dott. Geol. Filippo Segalini
Via Papa Giovanni XXIII, 121
Morfasso (PC)
fsegal@cn.it



TITOLO	ESTENSORI:	COMMITTENTE:
TAV.1 - INQUADRAMENTO TERRITORIALE Scala 1:5.000	GEODE strada Martinellla 50/c 43124 Parma PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI S.a.S.	Manfredo Manfredi Piazza della Resistenza, 3 Loc. Felina 42035 Castelnovo nè Monti (RE)
FILE: TAV01.DWG	*COMMESSA: G11_160_GA*	*DATA: GENNAIO 2012*



LEGENDA

- Perimetrazione area da PSC
- Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
- Indagini geofisiche (SS1, MASW+HV)

Depositi Quaternari Continentali

- a1 - depositi di frana attiva
- a2 - depositi di frana quiescente
- a4 - depositi eluvio-colluviali
- a6 - detriti di falda
- c3 - depositi morenici scheletrici sparsi
- Substrato affiorante o sub-affiorante

Unità epiliguri

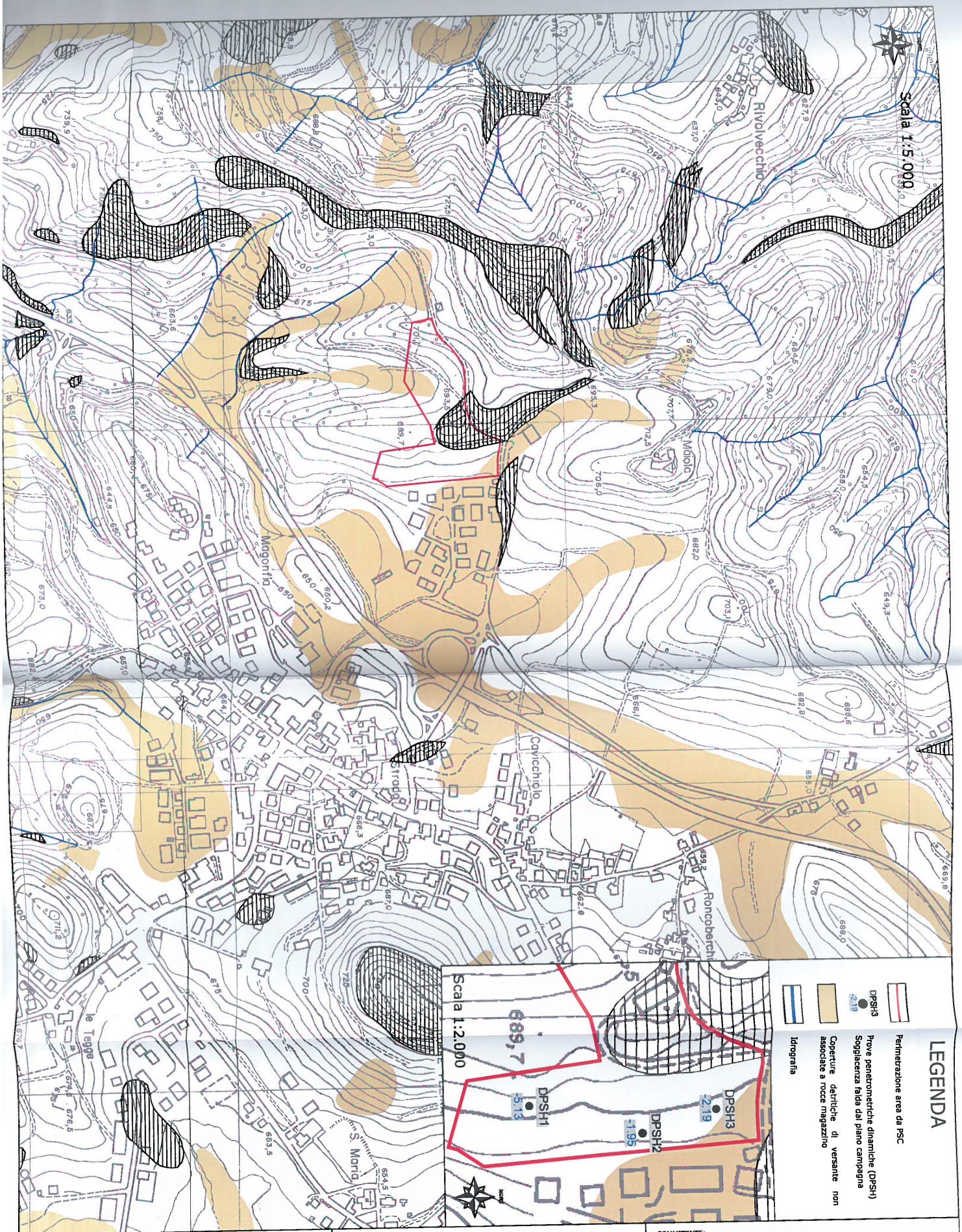
- CIG - Formazione di Cigarello
- CIGa - Formazione di Cigarello *Litofacies arenitica*
- PAT - Formazione di Pantano
- PAT4 - Formazione di Pantano *Membro di Santa Maria*
- PAT5 - Formazione di Pantano *Membro della Pietra di Bismantova*
- CTG - Formazione di Contignaco

Unità liguri

- MCS - Flysch di Monte Cassio

TITOLO	ESTENSORI:	COMMITENTE:
TAV.2 - INQUADRAMENTO GEOLOGICO Scale varie	GEODE strada Martinellla 50/c 43124 Parma PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI S.a.S.	Manfredo Manfredi Piazza della Resistenza, 3 Loc. Felina 42035 Castelnovo nè Monti (RE)
FILE: TAV02.DWG	*COMMESSA: G11_160_GA*	*DATA: GENNAIO 2012*

TITOLO	TAV.3 - INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO Scala 1:5.000
ESTENSORI:	GEODE strada Martinella 50/c 43124 Parma PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI s.a.s.
COMMITTENTE:	Manfredo Manfredi Piazza della Resistenza, 3 Loc. Felina 42035 Castelnovo nè Monti (RE)
COMMESSA: G11_160_GA	DATA: GENNAIO 2012
FILE: TAV03.DWG	



TITOLO	ESTENSORI:	COMMITENTE:
TAV.4 - CARTA IDROGEOLOGICA Scale varie	GEODE strada Martinellla 50/c 43124 Parma PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI S.a.s.	Manfredo Manfredi Piazza della Resistenza, 3 Loc. Felina 42035 Castelnovo nè Monti (RE)
FILE: TAV04.DWG	*COMMESSA: G11_160_GA*	*DATA: GENNAIO 2012*

TITOLO

TAV.5 - SEZIONI GEOLOGICHE INTERPRETATIVE
Scale varie

ESTENSORI:

GEODE
strada Martinella 50/c
43124 Parma

PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI S.a.s.

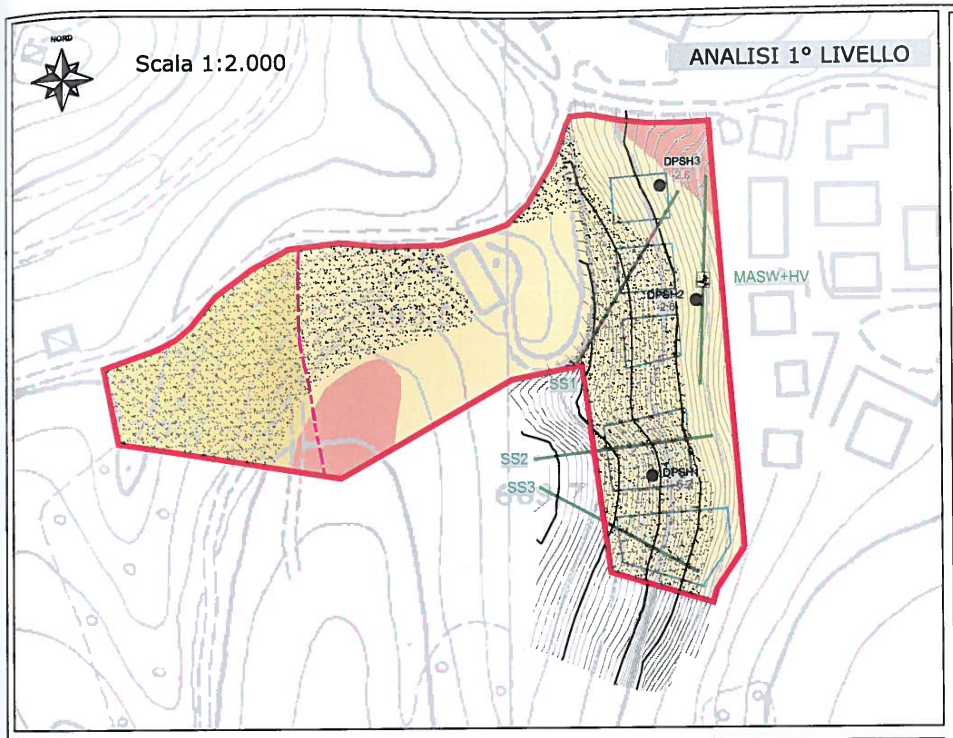
COMMITTENTE:

Manfredo Manfredi
Piazza della Resistenza, 3
Loc. Felina
42035 Castelnovo nè Monti (RE)

COMMESSA: G1_160_GA

DATA: DICEMBRE 2011

FILE: TAV05.DWG



LEGENDA

Perimetrazione area da PSC

DPSH3 -2.19 — Prove penetrometriche dinamiche (DPSH)
Profondità del substrato dal piano campagna

Indagine geofisica
SIS: sismica a rifrazione;
MASW+HV: onde di superficie+microtremore

ANALISI 1° LIVELLO

Contatto tettonico CIGa-CIG
(potenziale amplificazione)

Depositi eluvio-colluviali
(potenziale instabilità)

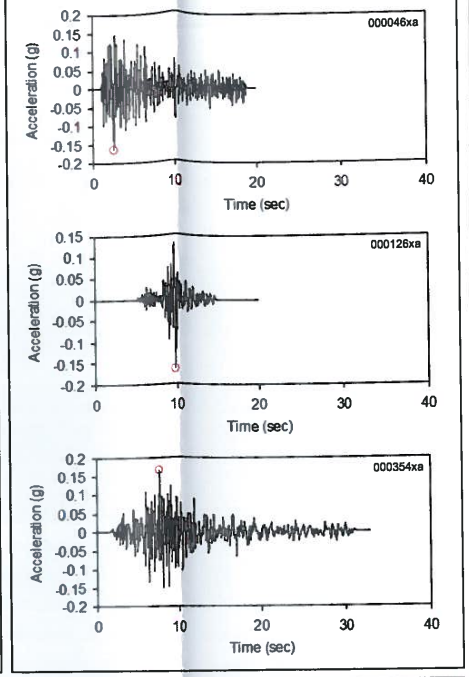
Pendenza>15°
(potenziale amplificazione)

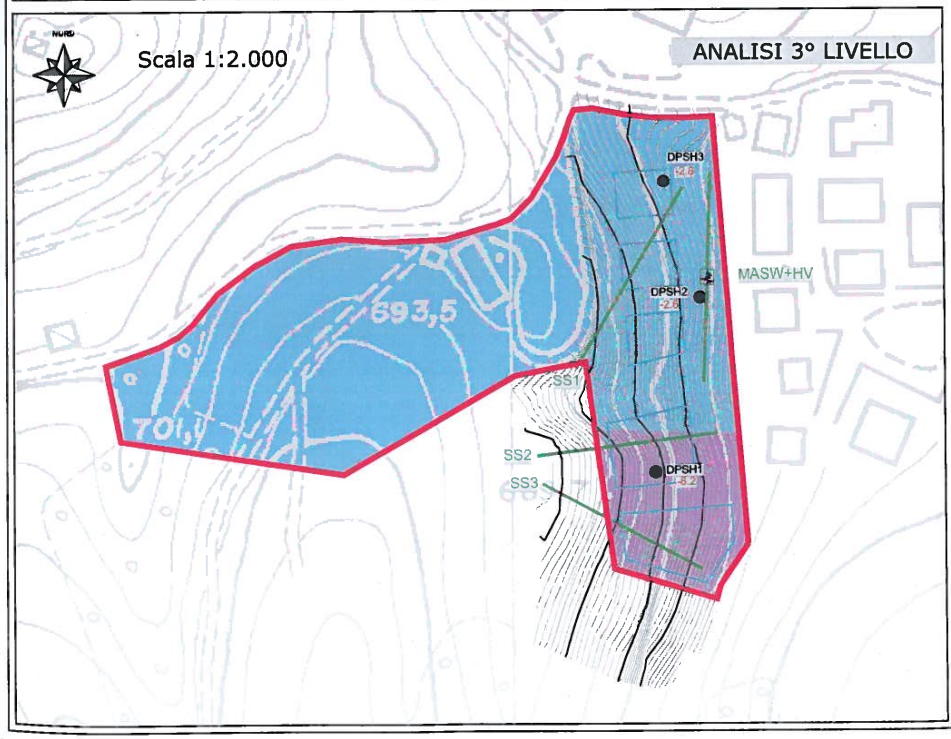
ANALISI 3° LIVELLO

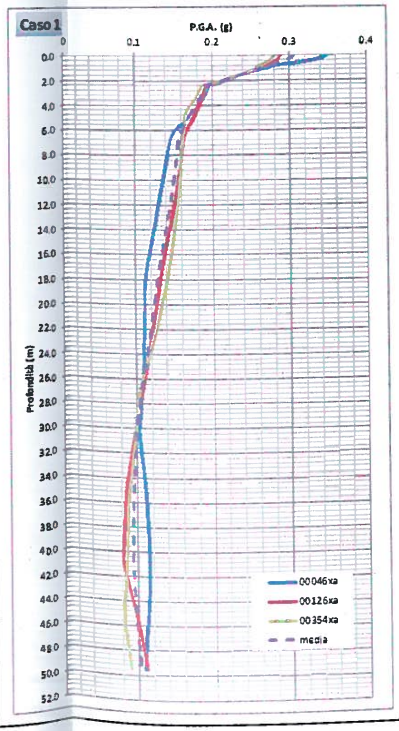
Caso 1 — Area con substrato a profondità minore di 5 m.
Per substrato a 2.4 m da pc PGA pari a 0.306g e FA PGA pari a 1.85

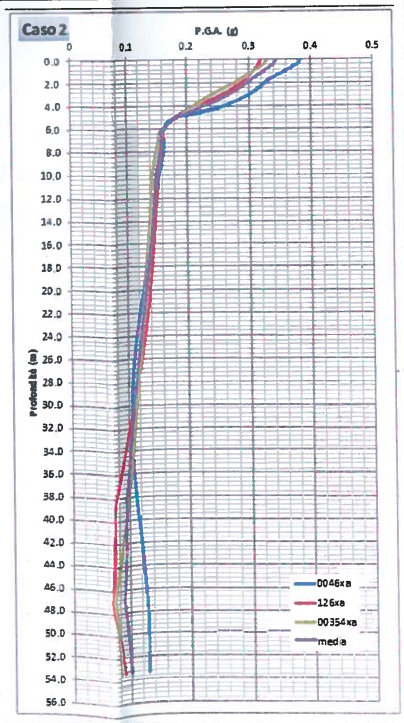
Caso 2 — Area con substrato a profondità maggiore di 5 m.
Per substrato a 6.2 m da pc PGA pari a 0.344g e FA PGA pari a 2.08

ACCELEROGRAMMI DA DEL RER









COMMITTENTE:
Manfredo Manfredi
Piazza della Resistenza, 3
Loc. Felina
42035 Castelnovo nè Monti
(RE)

DATA: DICEMBRE 2011

ESTENSORI:
PROGETTI AMBIENTALI INTEGRATI s.a.s.
GEODE
strada Martinella 50/c
43124 Parma

COMMESSA: GI1_160_GA

TITOLO
TAV.6 - MICROZONAZIONE SISMICA
Scala 1:2.000

FILE: TAV06.DWG

Scheda 27 ambito NU1q

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

RELAZIONE

Geologica di fattibilità

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
24. LUG. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT .....CLAS..... FASC....

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnovo né Monti
Località:	Campolungo
Committenti:	Cavazzi Riccardo
Oggetto:	Inserimento nel Piano Operativo Comunale (POC)
Data:	Luglio 2006

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 per l'area sita in località Campolungo, in Comune di Castelnovo né Monti (RE) e interessata da richiesta di inserimento nel Piano Operativo Comunale. Gli aspetti principali analizzati nel seguente lavoro sono:

1. Caratteristiche litostratigrafiche della zona;
2. Stabilità dell'area;
3. Caratteristiche geotecniche del terreno;
4. Caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R.
scala 1: 5000
elemento n° 218144
Campolungo

Carta geologica
Scala 1: 10.000
Elemento 218140
Pontone

Caratteri litologici.

Coperture.
L'area interessata è formata in superficie da depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di specifiche indagini geognostiche, riportate nel seguito.

Substrato.
L'area fa parte del Complesso Indifferenziato, costituito essenzialmente da Argille con incluse Peliti marnose, Marne in blocchi anche di notevoli dimensioni, il substrato è a tratti affiorante immediatamente ad nord-ovest dell'area in esame.

Caratteri idrologici ed idrogeologici.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche. Per quanto riguarda l'idrogeologia vi è da dire come le estese coperture detritiche che circondano il M. di Bismantova siano molto permeabili alle acque cadenti e correnti; la percolazione sotterranea delle acque viene interrotta con emergenza a giorno quando incontrano il substrato argilloso praticamente impermeabile, (sono numerose le emergenze idriche su tutto il contorno del massiccio). Tuttavia sui lotti di terreno esaminati non si riscontrano emergenze idriche.

Stabilità dell'area.

Questa porzione di versante non è interessata da fenomeni gravitativi al contrario della zona di valle che fa parte di una estesa frana quiescente, la condizione di instabilità deriva dalle estese coperture eluviali e dalla presenza di acque. Queste due condizioni ovvero: litologia superficiale detritica, unitamente alla presenza di acqua, rende soggetta la zona a fenomeni gravitativi, i quali tuttavia interessano il solo spessore dei terreni di copertura che tendono a scivolare sul substrato argilloso. Si escludono fenomeni di richiamo sull'area in oggetto.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, per l'area interessata, non evidenzia condizioni a rischio, si allega estratto.

Sondaggi geognostici.

Si è eseguita una indagine sismica a rifrazione, si riportano di seguito i risultati.

Indagine geofisica.

È stato eseguito un profilo sismico a rifrazione, trasversalmente al lotto di terreno in esame – La battuta di andata è in lato sud mentre quella di ritorno è in lato nord, inoltre la lunghezza della stesa è di 36 metri, per una profondità di investigazione di 12 metri circa.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento da 5 millisec. a 10.000 millisec. in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer
.



Vantaggi e limitazioni della prospezione sismica.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.
L'analisi delle distribuzioni delle velocità Vp nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire la sezione geofisica riportata in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione Vp dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi.

La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni;

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;
2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrome - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.

Risultato sondaggio sismico.

La sezione sismica in allegato, riporta la presenza di due orizzonti sismici, il primo è evidenziato da una velocità di 290 m/sec ed è costituito dai terreno superficiali (depositi di versante) la potenza massima è di 3,50 mt.

Il secondo orizzonte sismico (sottostante al primo) è evidenziato da un incremento della velocità, che passa a 1747 m/sec. ed è riferibile al substrato compatto (CIN)

Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante secondo il profilo geologico A'-A ipotizzando una superficie di scorrimento in presenza di acqua, al contatto terreni di copertura – substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento
D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,
l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Con particolare riferimento a:

a) Provvedimenti per le costruzioni con prescrizioni per zone sismiche (Legge 2/2/74 , D.M. 16/1/96 e D.M. 11/3/1988)
b) Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (D.M. 9/1/96)
c) Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. 16/1/96)
d) Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (Legge 5/11/71, n.1086 e D.M. 14/2/92)

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa in *n* strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Le equazioni da prendere in considerazione sono:

- L'equazione di equilibrio alla traslazione orizzontale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio alla traslazione verticale del singolo concio;
- L'equazione di equilibrio dei momenti.

Simbologia utilizzata
Base = Larghezza del concio;
Alfa = Inclinazione del concio rispetto all'orizzontale;
Li = Lunghezza della base del concio;
Wi = Peso del concio;
Ui = Risultante delle pressioni neutre;
Ni = Risultante delle tensioni normali;
Ti = Risultante delle tensioni tangenziali;

Convenzioni
Angoli antiorari positivi;
Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Unità di misura
Lunghezze in m;
Angoli in gradi;
Carichi distribuiti t/m^2;
Carichi concentrati in t/m;

Analisi di stabilità dei pendii eseguita con SARMA

Numero di strati del terreno	3.0
Numero di conci	10.0
Acc. sismica orizzontale	0.25
Numero di carichi distribuiti	0.0
Numero di carichi concentrati	0.0
Nr. di muri inseriti	0.0
Nr. di file di pali	0.0
Nr. di tiranti	0.0

Superficie di forma generica al contatto del substrato

Vertici pendio

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.0
5	57.78	39.66
6	67.08	42.32
7	79.03	46.3
8	95.72	48.96
9	110.9	52.18

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	18.98
2	2.0	22.4
3	18.7	24.29
4	30.65	26.95
5	43.93	30.36
6	55.88	32.26
7	69.16	35.68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici superficie di scorrimento

N	X (m)	y (m)
1	-10.26	24.11
2	-7.11	20.31
3	2.19	22.4
4	18.89	24.29
5	30.84	26.95
6	44.12	30.36
7	56.64	32.26
8	67.26	34.92
9	78.65	38.33
10	89.27	40.99
11	100.47	43.64
12	107.87	44.97
13	109.57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Strato	c (Kg/m2)	Fi (°)	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
1	0.0	30	2000	2100	4	dep di versante
2	0.0	32	2150	2200	4	CIN

Fattore di sicurezza calcolato

Fattore di sicurezza	1.38

N°	B (cm)	Alfa (°)	Li (cm)	Wi (Kg/m)
1	1197.48	-8.2	1209.8	18880.8
2	1197.48	6.7	1205.7	50713.1
3	1197.48	10.0	1215.8	120379.7
4	1197.48	13.6	1232.1	129602.5
5	1197.48	11.8	1223.1	156683.6
6	1197.48	10.9	1219.5	153549.5
7	1197.48	15.5	1242.4	161641.6
8	1197.48	15.2	1240.7	174235.6
9	1197.48	13.6	1231.8	146549.0
10	1197.48	36.8	1494.2	61392.9

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	3	1	1.303	1.000	3	110	h1/v1	0.027
h2	CIN	27	10	1.303	1.086	27	240	h2/v2	0.11
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.14

V_{S30} =	30/t	214	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s *
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Conclusioni.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un potente substrato pelitico, inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato costituito dal Complesso Indifferenziato.

A seguito di quanto in precedenza esposto e fermo restando la necessità di approfondire le indagini geologiche mirate alle singole opere a livello esecutivo ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si esprime parere favorevole di edificabilità geologica dell'area.

20 luglio 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Sondaggio
Sismico a rifrazione

elaborati

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale
da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento
da 5 millisec. a 10.000 millisec.
in variazione continua.

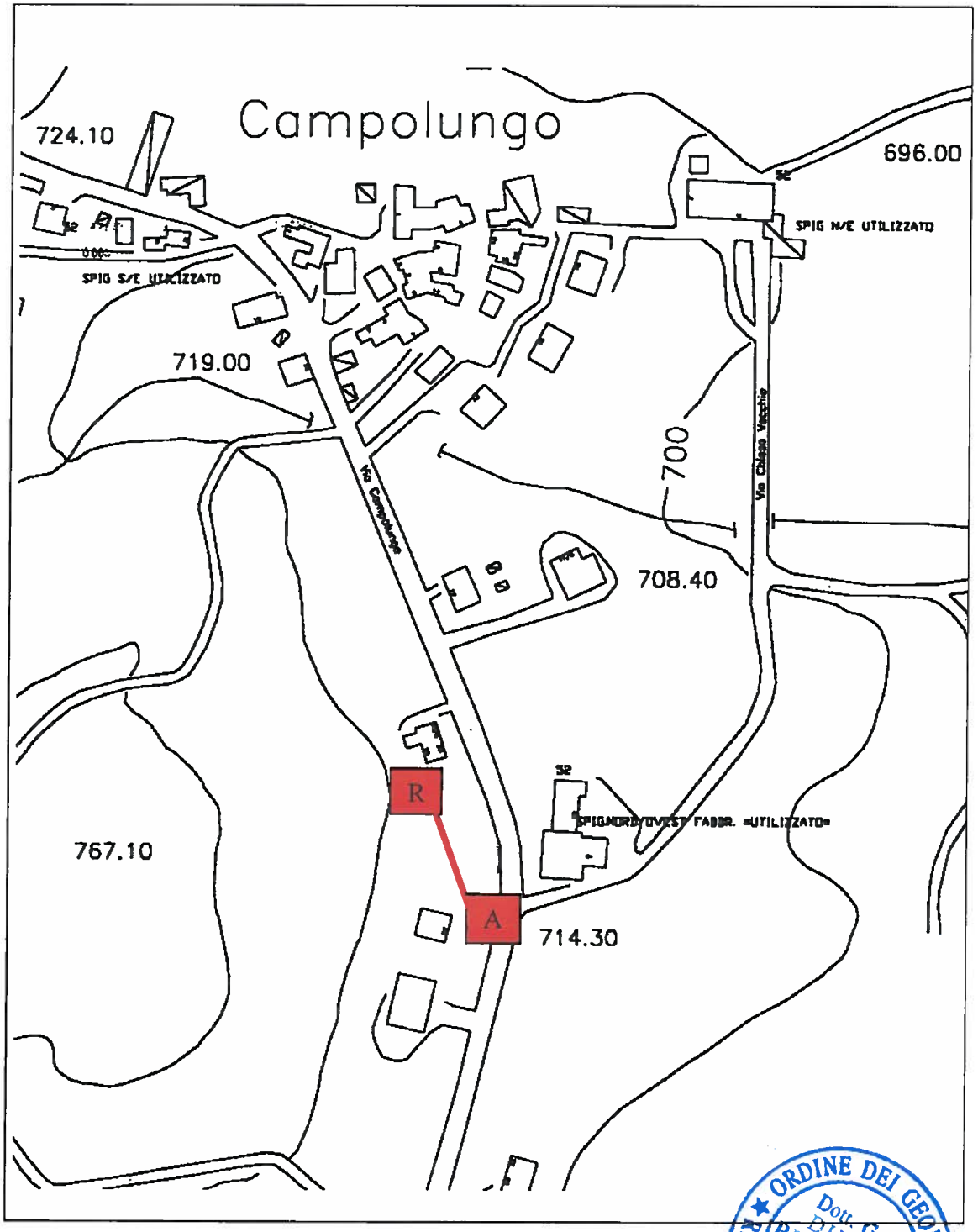
Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer.

Elaborazione dati tramite programma
INTERSISM della PASI



Ubicazione sondaggio sismico
Scala 1:2000

battuta di Andata	A
battuta di Ritorno	R



ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 573

ANALISI SISMICA A RIFRAZIONE

sismica a rifrazione
località campolungo

POSIZIONE DEGLI SPARI

Ascissa [m]	Quota [m]	Nome File
0.00	0.00	001.ADT
39.00	0.00	001F.RDT

POSIZIONE DEI GEOFONI E PRIMI ARRIVI

N.	Ascissa [m]	Quota [m]	FBP da 0 [ms]	FBP da 39 [ms]
1	3.00	0.00	21.30	40.20
2	6.00	0.00	23.31	38.70
3	9.00	0.00	25.16	37.20
4	12.00	0.00	26.64	35.40
5	15.00	0.00	28.86	34.20
6	18.00	0.00	30.34	31.80
7	21.00	0.00	31.82	30.00
8	24.00	0.00	34.04	27.90
9	27.00	0.00	35.15	26.70
10	30.00	0.00	36.63	24.00
11	33.00	0.00	37.74	19.20
12	36.00	0.00	39.22	9.90

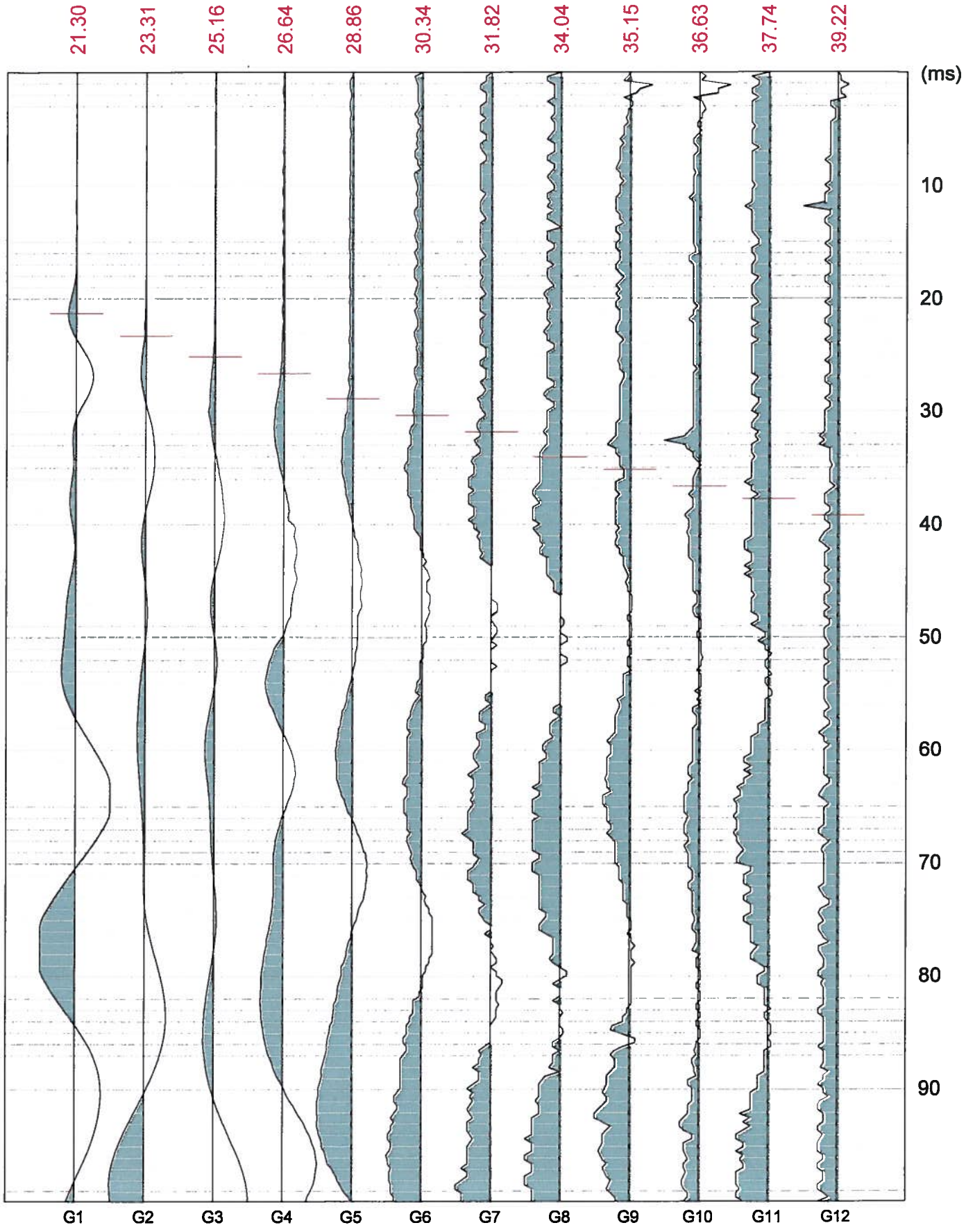
DISTANZA DEI RIFRATTORI DAI GEOFONI

N. Geof.	Dist. Rifr. 1 [m]
1	3.3
2	3.3
3	3.3
4	3.2
5	3.2
6	3.2
7	3.2
8	3.1
9	3.1
10	3.1
11	3.1
12	3.0

VELOCITA' DEGLI STRATI

N. Strato	Velocità [m/s]
1	290.2
2	1747.6

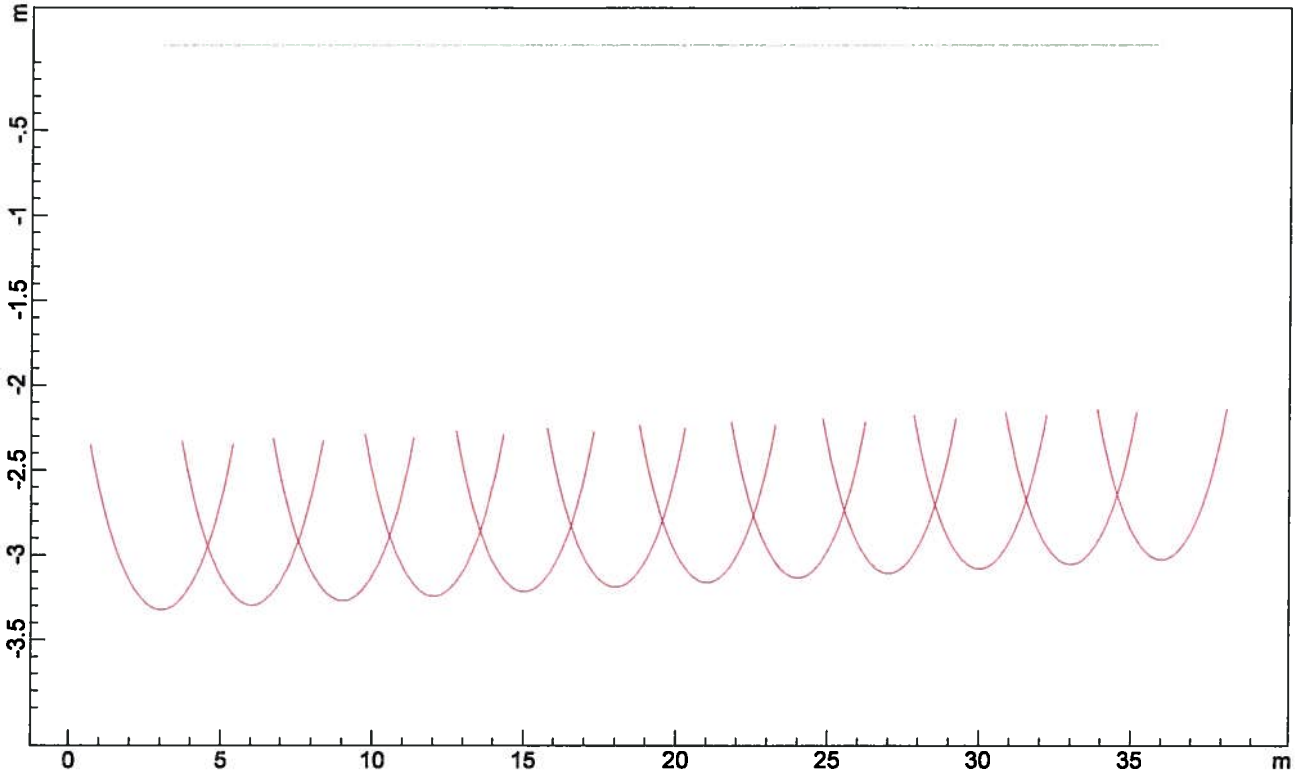
sismica a rifrazione
località campolungo



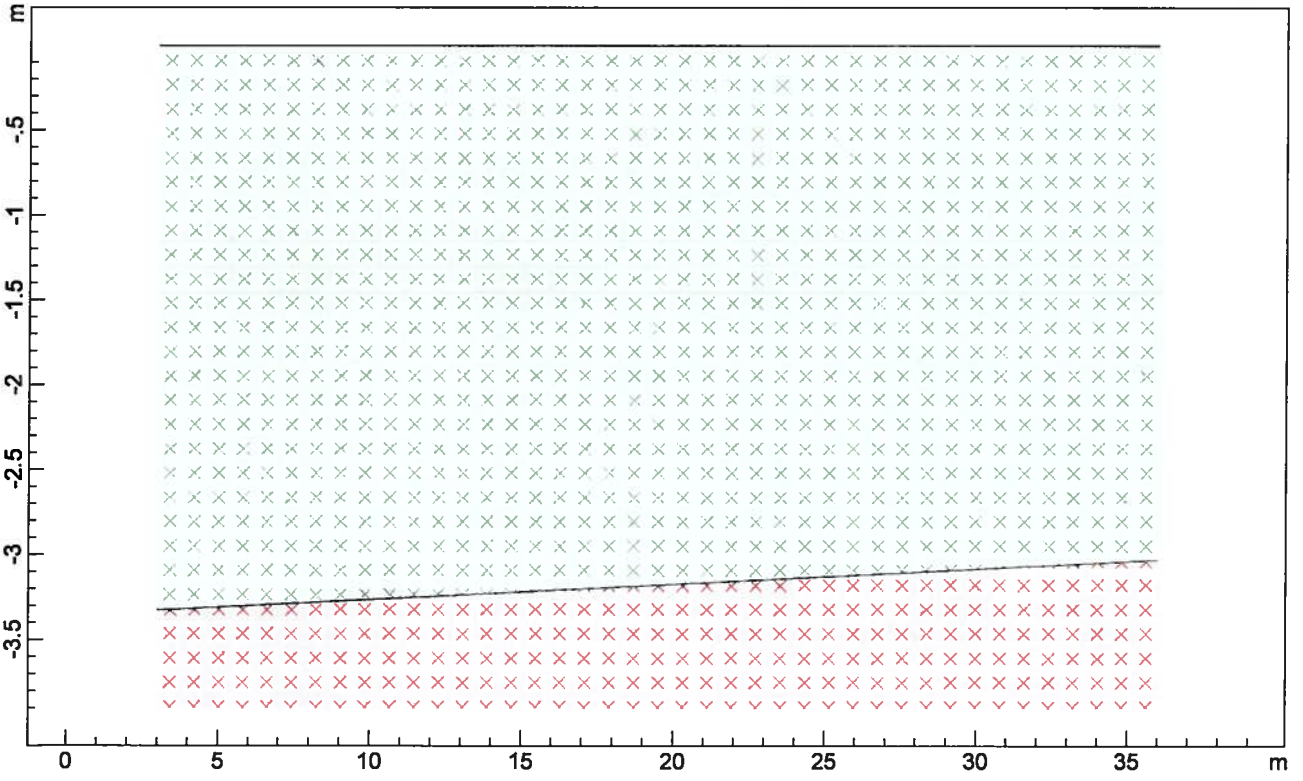
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
località campolungo

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE

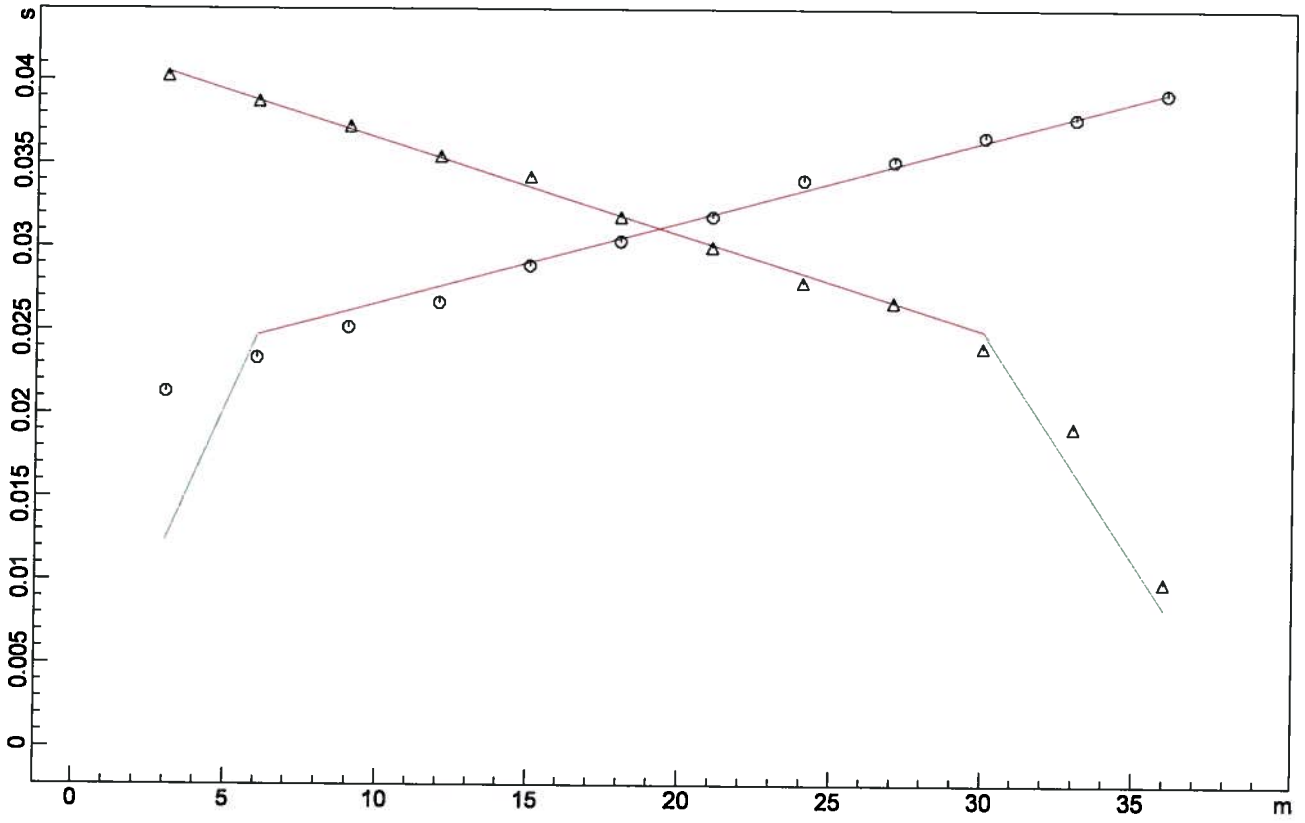


290.2 m/s 1747.6 m/s

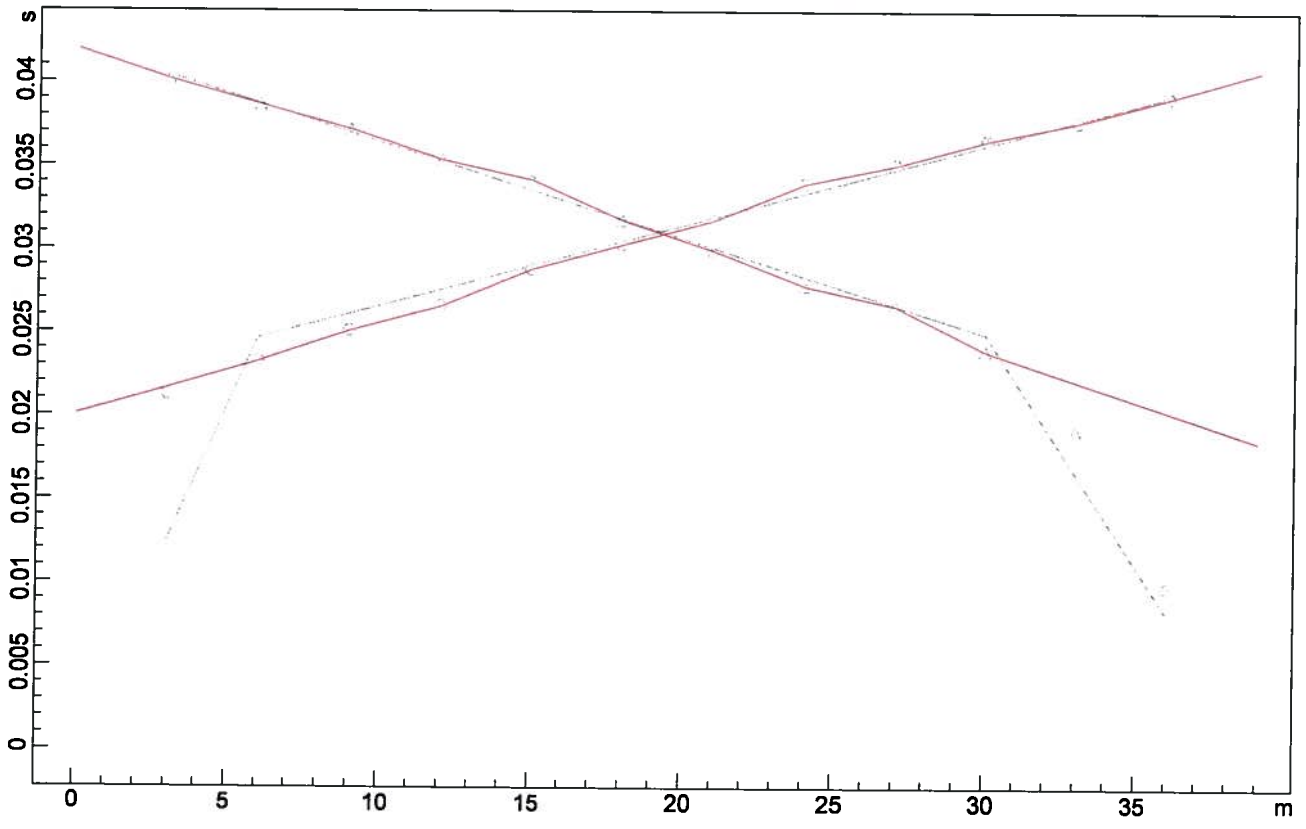
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
località campolungo

DROMOCRONE ORIGINALI



DROMOCRONE TRASLATE



www.geoandsoft.com

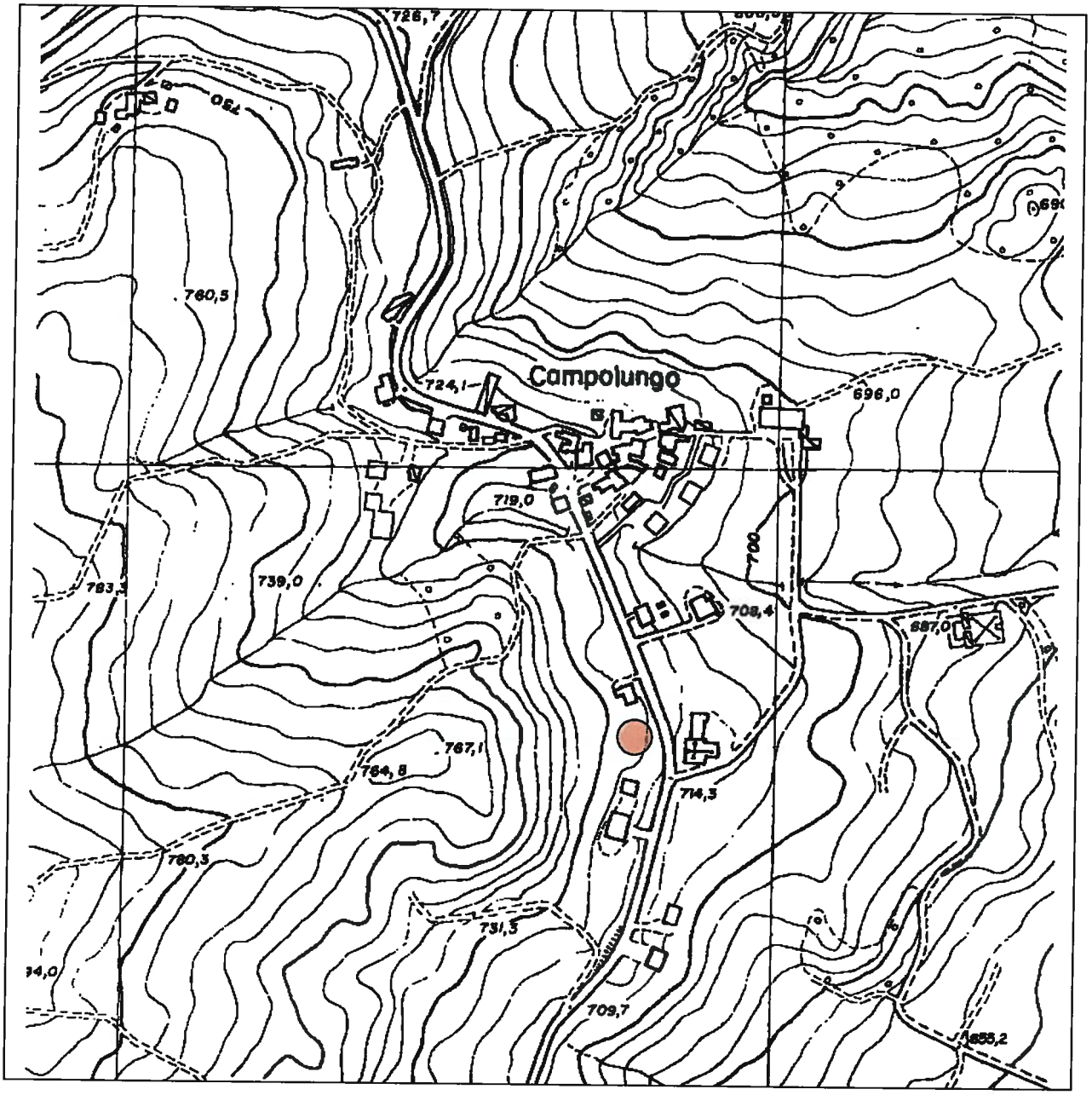
ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

N

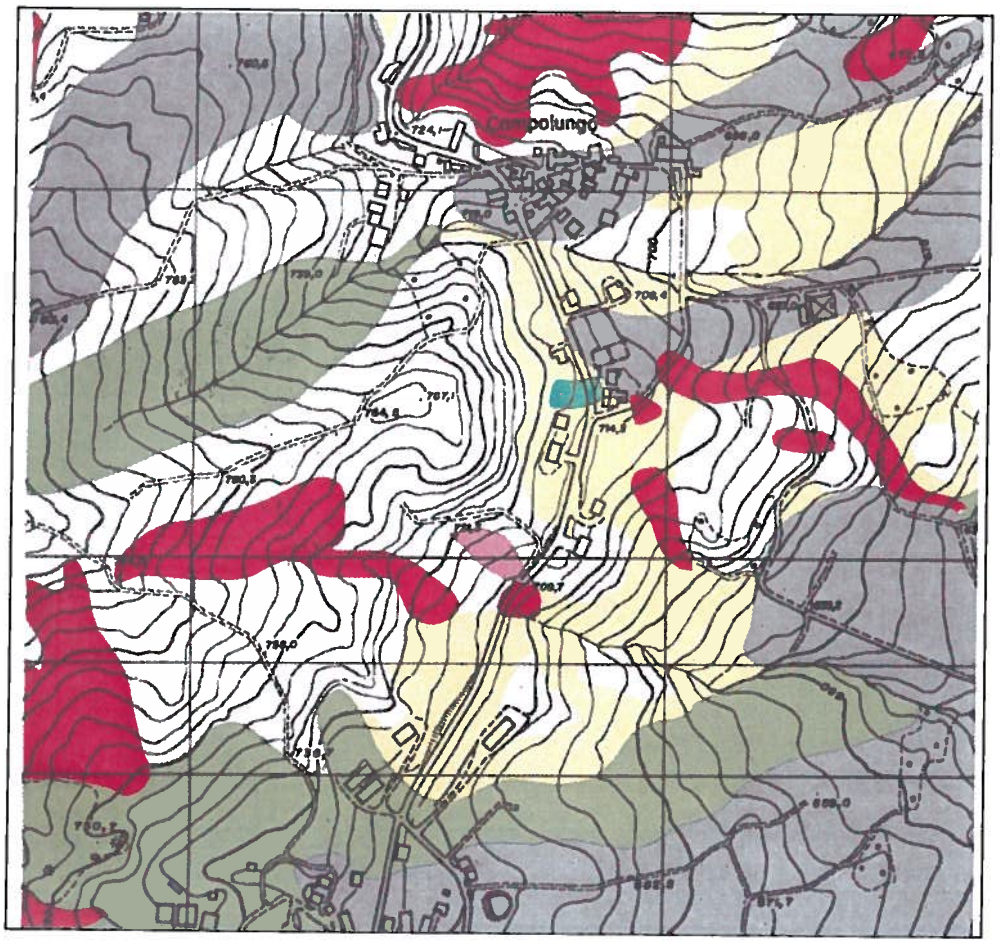
Estratto CTR – 218140

Scala 1:5000

ubicazione



Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

COMUNE DI CASTELNOVO MONTI
04. GEN. 2012
PROTOCOLLO N°
CAT. CLAS. FASC.

RELAZIONE

NU 1 q bis
Scheda 27

Geologica - Sismica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo né Monti
Località:	Campolungo – il Vidore
Committente:	TAMAGNINI MAURA
Oggetto:	Richiesta di inserimento nella prima variante al POC
Data:	Gennaio 2012

Contenuti della relazione geologica - sismica

Quadro normativo.
il **DM 14-01-2008** e la successiva Circolare Applicativa del febbraio 2009 si riferiscono in massima parte al livello di progettazione strutturale od esecutivo; pertanto per quanto riguarda la **relazione geologica** i contenuti devono uniformarsi anche a quanto richiesto dalle Normative Locali (Leggi e Norme Urbanistiche ed Edilizie Leggi e Norme in materia di Vincolo Idrogeologico, Pianificazione di Bacino ecc.).

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.
geologia generale dell'area, descrizione dei terreni e formazioni rocciose presenti e dell'assetto stratigrafico generale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.
descrizione della geomorfologia dell'area, uso del suolo, analisi delle eventuali forme di dissesto, descrizione delle linee di drenaggio delle acque superficiali.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.
descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, permeabilità, profondità della falda e tipologia, modalità di scorrimento delle acque sotterranee.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.
descrizione dei rilevamenti geologici geomeccanici ecc. di superficie e delle indagini geognostiche effettuate per la caratterizzazione del sottosuolo, con particolare riferimento ai parametri geotecnici ottenuti dalle singole indagini.

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.
dati geotecnici del terreno e considerazioni sui sondaggi eseguiti.

6. CALCOLO CARICO LIMITE.
.Formula di Hansen

7. VERIFICHE DI STABILITA'
in condizioni originarie.

8. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.
Indicazioni su eventuali opere drenanti

9. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.
Indicazione della zona sismogenetica, indicazione della classificazione sismica regionale, indicazione delle risultanze di eventuali studi di microzonazione sismica o di pericolosità sismica contenuti negli strumenti urbanistici, valutazione dell'azione sismica e relativi parametri, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coeff. di amplificazione sismica ed eventuale verifica delle pericolosità (liquefazione dei terreni ecc.). determinazione della categoria di sottosuolo e misura della Vs_{30} con metodi geofisici.

ELABORATI GRAFICI.
ubicazione dell'intervento, ubicazione delle prove, cartografia CTR – PTCP ecc..

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in ottemperanza al D.M. 14.01.2008 per l'area sita in località Campolungo, in Comune di Castelnuovo né Monti (RE) e interessata da richiesta di inserimento nel POC comunale.

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218144	Carta geologica Scala 1: 10.000 Elemento n° 218140

L'area è situata sul medio versante est del rilievo di Bismantova, ad una quota di 700 m.s.l.m. le pendenze sono modeste in aumento verso monte.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico - Carta del Dissesto (in allegato) per l'area interessata non evidenzia vincoli.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Coperture.

L'area interessata è formata in superficie da depositi eluviali e colluviali e da lenti di depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di specifiche e dettagliate indagini geognostiche, riportate nel seguito.

Substrato.

L'area fa parte della Formazione di Monte Venere – Calcari marnosi in strati e banchi di colore grigio giallognolo, con intercalazioni Argillitiche.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche raccolte in lato est dalla rete drenante naturale di superficie. Per quanto riguarda l'idrogeologia vi è da dire come le estese coperture detritiche che circondano il M. di Bismantova siano molto permeabili alle acque cadenti e correnti; la percolazione sotterranea delle acque viene interrotta con emergenza a giorno quando incontrano il substrato praticamente impermeabile, (sono numerose le emergenze idriche su tutto il contorno del massiccio)
Tuttavia i sondaggi effettuati non hanno evidenziato la presenza di acqua.

Stabilità dell'area.

Il versante non presenta condizioni di instabilità né in atto né latenti, ciò è confermato anche dalla Carta del dissesto che non riporta alcun processo gravitativo.

.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

All'epoca della redazione del Piano Particolareggiato furono eseguite otto prove penetrometriche dinamiche pesanti sul versante.

Per il lotto in oggetto sono state eseguite quattro prove SCPT ubicate come in allegato ed una indagine di sismica passiva HVSR, si riportano di seguito i risultati.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: TAMAGNINI
Cantiere: Campolungo
Località: Il VIDORE

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	72,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1,5 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

Legenda:
strato 1 = depositi di copertura
strato 2 = substrato Calcareo

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Schmertmann 1975	0,74
Strato 2	15,33	--	Schmertmann 1975	1,51

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Robertson (1983)	15,18
Strato 2	15,33	--	Robertson (1983)	30,66

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Buisman-Sanglerat	94,88
Strato 2	15,33	--	Buisman-Sanglerat	153,30

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	Apollonia	75,90
Strato 2	15,33	--	Apollonia	153,30

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	7,59	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	15,33	--	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	7,59	4,50	Meyerhof ed altri	1,88
Strato 2	15,33	5,40	Meyerhof ed altri	2,07

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	7,59	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 2	15,33	--	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,10

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Meyerhof 1957	54,59
Strato 2	15,33	--	15,33	Meyerhof 1957	64,22

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Mitchell & Katti (1981)	<30
Strato 2	15,33	--	15,33	Mitchell & Katti (1981)	30-32

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7,59	4,80	7,59	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,33	--	15,33	(A.G.I.)	0,32

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	431,26
Strato 2	15,33	--	15,33	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	662,64

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Ohta & Goto (1978) Limi	113,599
Strato 2	15,33	--	15,33	Ohta & Goto (1978)	149,375

Modulo di reazione Ko (winkler)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7,59	4,80	7,59	Navfac 1971-1982	1,58
Strato 2	15,33	--	15,33	Navfac 1971-1982	3,19

Considerazioni importanti sui sondaggi eseguiti.

L'area investigata e oggetto dell'intervento proposto, è geologicamente caratterizzata da:

1. un primo strato costituito dai depositi di origine colluviale ed eluviale, sono Limi debolmente argillosi, aventi uno spessore sostanzialmente costante su tutta la zona investigata che risulta essere compreso dai 4 ai 5,0 mt. dal piano campagna;
2. uno strato sottostante costituito dal substrato calcareo marnoso, si presenta leggermente ondulato nel senso sud – nord.

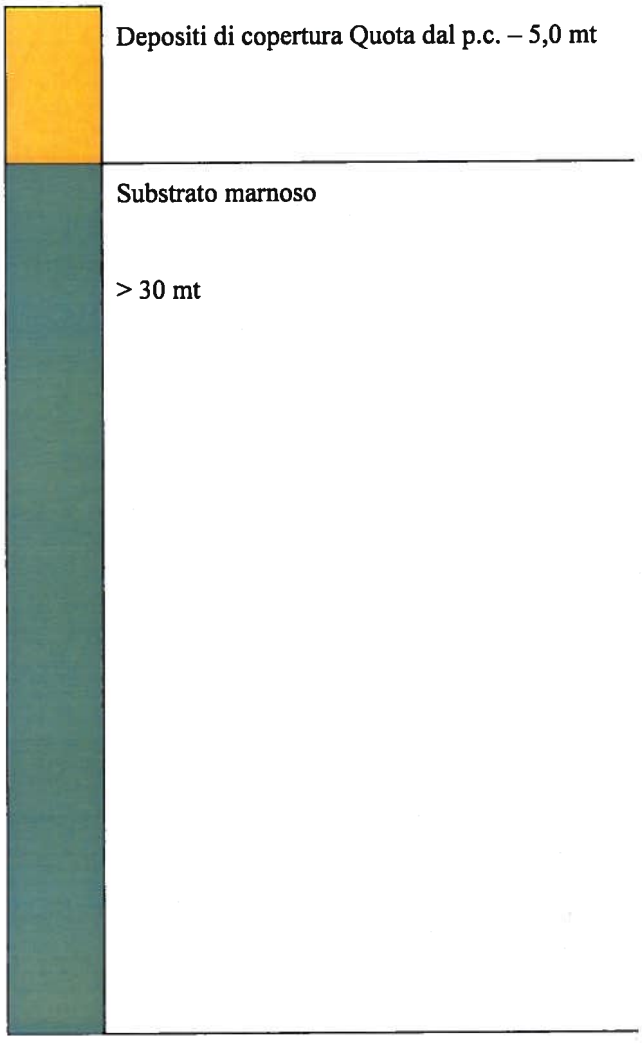
Si veda il profilo geologico in allegato e stratigrafie.

MODELLO GEOTECNICO - UNITÀ LITOTECNICHE.

Unità (A) depositi di copertura - da 0,0 a 5,0 mt
Unità (B) substrato > 30 mt.
Falda – Assente

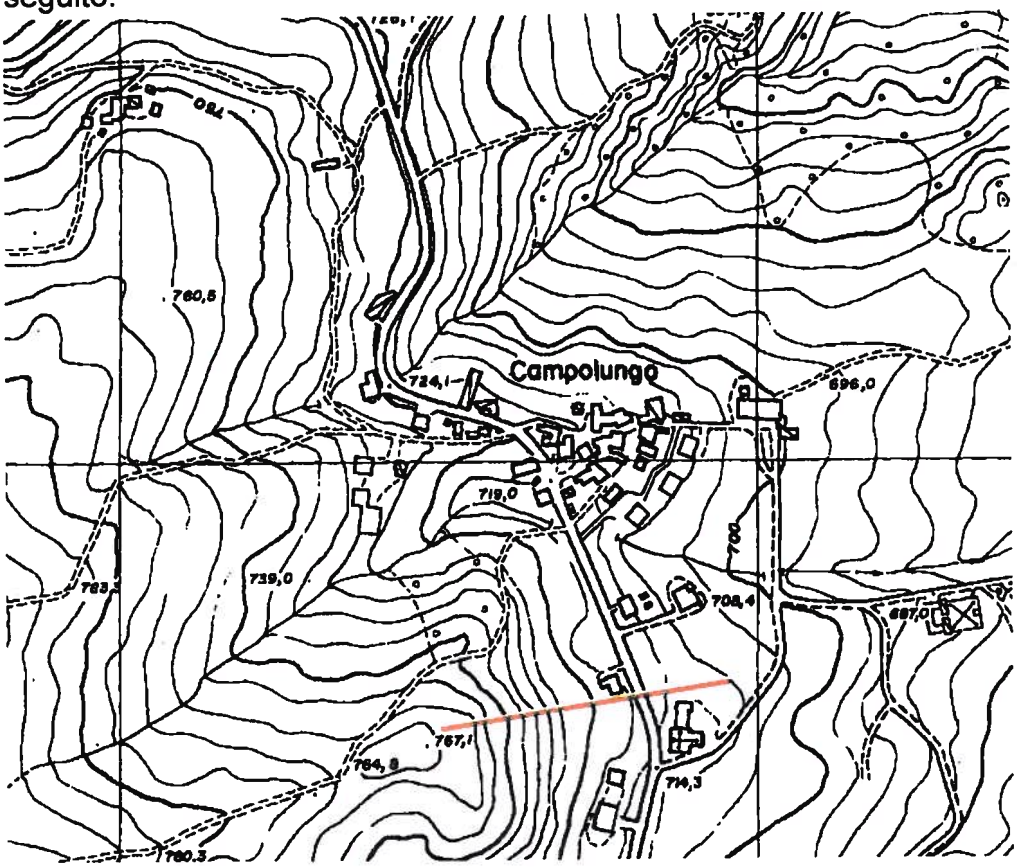
primo strato [**Strato 1** nelle tabelle precedenti] - costituito dai depositi di copertura – Limi debolmente argillosi;
secondo strato sottostante [**Strato 2** nelle tabelle precedenti] formato da un potente substrato calcareo-marnoso.

Colonna stratigrafica dimostrativa (non in scala)



Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante secondo il profilo indicato ipotizzando una superficie di scorrimento in presenza di acqua, al contatto terreni di copertura – substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.



RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento

D.M. 14/01/2008; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

Si tratta di un metodo basato sul principio dell'equilibrio limite e delle strisce, pertanto viene considerato l'equilibrio di una potenziale massa di terreno in scivolamento suddivisa

in *n* strisce verticali di spessore sufficientemente piccolo da ritenere ammissibile l'assunzione che lo sforzo normale N_i agisce nel punto medio della base della striscia.

Simbologia utilizzata
Base = Larghezza del concio;
Alfa = Inclinazione del concio rispetto all'orizzontale;
Li = Lunghezza della base del concio;
Wi = Peso del concio;
Ui = Risultante delle pressioni neutre;
Ni = Risultante delle tensioni normali;
Ti = Risultante delle tensioni tangenziali;

Convenzioni
Angoli antiorari positivi;
Forze verticali positive se dirette dall'alto verso il basso;

Unità di misura
Lunghezze in m;
Angoli in gradi;
Carichi distribuiti t/m^2;
Carichi concentrati in t/m;

Analisi di stabilità dei pendii eseguita con SARMA

Numero di strati del terreno	2.0
Numero di conci	10.0
Acc. sismica orizzontale	0.25
Numero di carichi distribuiti	0.0
Numero di carichi concentrati	0.0
Nr. di muri inseriti	0.0
Nr. di file di pali	0.0
Nr. di tiranti	0.0

Superficie di forma generica al contatto del substrato

Vertici pendio

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.0
5	57.78	39.66
6	67.08	42.32
7	79.03	46.3
8	95.72	48.96
9	110.9	52.18

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	18.98
2	2.0	22.4
3	18.7	24.29
4	30.65	26.95
5	43.93	30.36
6	55.88	32.26
7	69.16	35.68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici superficie di scorrimento

N	X (m)	y (m)
1	-10.26	24.11
2	-7.11	20.31
3	2.19	22.4
4	18.89	24.29
5	30.84	26.95
6	44.12	30.36
7	56.64	32.26
8	67.26	34.92
9	78.65	38.33
10	89.27	40.99
11	100.47	43.64
12	107.87	44.97
13	109.57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Strato	c (Kg/cm2)	Fi (°)	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
1	0.74	28	1800	1900	1,58	coperture
2	1.51	32	2000	2100	3,19	Substrato

Fattore di sicurezza calcolato Fs = 1.38

N°	B (cm)	Alfa (°)	Li (cm)	Wi (Kg/m)
1	1197.48	-8.2	1209.8	18880.8
2	1197.48	6.7	1205.7	50713.1
3	1197.48	10.0	1215.8	120379.7
4	1197.48	13.6	1232.1	129602.5
5	1197.48	11.8	1223.1	156683.6
6	1197.48	10.9	1219.5	153549.5
7	1197.48	15.5	1242.4	161641.6
8	1197.48	15.2	1240.7	174235.6
9	1197.48	13.6	1231.8	146549.0
10	1197.48	36.8	1494.2	61392.9

SFORZI SUI CONCI

N°	Xs (t/m)	Es (t/m)	Xd (t/m)	Ed (t/m)	N (t/m)	T (t/m)	Us (t/m)
1	0.0	0.0	-4.1	13.9	25.3	14.6	26.8
2	-4.1	13.9	-13.4	31.1	56.3	35.2	53.8
3	-13.4	31.1	-29.4	26.9	130.4	45.7	58.2
4	-29.4	26.9	-30.2	12.4	123.5	44.5	53.8
5	-30.2	12.4	-46.9	16.4	161.9	73.1	45.9
6	-46.9	16.4	-46.9	18.3	144.0	64.3	41.9
7	-46.9	18.3	-45.0	12.2	146.1	71.1	33.6
8	-45.0	12.2	-50.9	12.0	163.8	84.1	18.8
9	-50.9	12.0	-39.3	16.2	122.6	67.1	6.5
10	-39.3	16.2	0.0	0.0	19.3	11.1	0.0

Fattore di sicurezza calcolato Fs = 1.38

7. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.

I sondaggi non hanno evidenziato la presenza di acqua, in accordo con il substrato impermeabile; tuttavia per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale.

PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

L' Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 riclassifica l'intero territorio nazionale. Il territorio comunale di Castelnuovo né Monti (RE) ricade in zona sismica 2.

Si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo *ag* con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	**0.15 – 0.25**	**0.25**
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

RELAZIONE SISMICA

Indagine geofisica – misura diretta della frequenza di risonanza.

sismica passiva HVSR (Horizontal to Vertical Spectral Ratio) - Descrizione del metodo H/V.

In linea di principio, visto che il terreno è assimilabile ad un corpo viscoelastico, è possibile misurarne le frequenze proprie di oscillazione in ogni punto; queste frequenze vengono determinate dalle proprietà meccaniche del suolo e dalla morfologia attorno al punto di misura. L'analisi H/V permette quindi di identificare i contrasti di impedenza tra gli strati, ad esempio una coltre di sedimenti sovrastanti un substrato roccioso darà un picco nel grafico H/V e quindi si può risalire alla stima della Vs_{30} a partire da misure H/V a stazione singola, se da misure dirette è nota la profondità del bedrock. La possibilità di interpretare i massimi della funzione H/V in termini di risonanza dello strato superficiale dipende dalla validità delle assunzioni di base ovvero:

1. che il rumore sia generato da molte sorgenti distribuite casualmente attorno al punto di misura;
2. che la serie dei valori del rapporto spettrale abbia carattere stazionario;
3. che gli eventi massimi H/V siano quelli dedotti dal rumore sismico e non da interferenze spurie (rumore elettromagnetico, movimenti dello strumento di misura oppure a causa del vento)

La tecnica, in origine proposta da Nogoshi e Iagarashi (1971) ed in seguito diffusa da Nakamura (1989), consiste nella stima del rapporto fra lo spettro di ampiezza delle componenti orizzontali sulla componente verticale dei microtremori sismici ambientali registrati da una singola stazione. L'indagine sismica passiva HVSR è stata eseguita tramite Il programma SEISMOLOG è un programma di registrazione (datalogger) basato su PC e dedicato alla registrazione dei microtremori. Una sessione di registrazione di microtremori può essere eseguita sia al suolo che su strutture. Con lo scopo di fornire il massimo grado di affidabilità il programma permette di avere il controllo in tempo reale della misura in corso. Le elaborazioni sul segnale registrato sono state eseguite da un altro software GEOPSY creato come il risultato dei lavori del protocollo SESAME. (Site EffectS assessment using AMbient Excitations)

Il grafico HVSR e generalmente un grafico frequenza (x) – ampiezza del rapporto HV (y). Poiché la frequenza e relazionata alla profondità, il grafico HVSR può tramutarsi in un grafico ampiezza del rapporto HV (x) – profondità (y), dove l'ampiezza del rapporto HV (x) descrive in modo relativo l'ampiezza del contrasto di impedenza tra i mezzi sopra e sotto quella determinata profondità (y).
Sebbene tra le due variabili la relazione non sia lineare, maggiore è il contrasto maggiore è l'altezza attesa del picco H/V, inoltre il numero di picchi visibili in un grafico H/V dipende dal contrasto, dalla distanza tra le discontinuità e dalla funzione di lisciamento impiegata. Un contrasto basso tra due discontinuità vicine le

renderà difficilmente individuabili singolarmente ed allo stesso tempo una elaborazione con un lisciamento ampio renderà coalescenti le discontinuità minori. Pertanto per ovviare a questi problemi è sufficiente adottare la stessa procedura di acquisizione e di analisi in modo da rendere confrontabili i risultati. Tale tecnica di sismica passiva presenta come le altre tecniche di indagine sismica pregi e difetti nonché particolari modalità di esecuzione e di analisi dei dati rilevati. I pregi fondamentali sono:

1. Maggiore risparmio per singolo sondaggio;
2. Forniscono valutazioni delle Vs30 del medesimo ordine di grandezza di quello "misurabile" con le altre tecniche e permettono agevolmente di discriminare i terreni in funzione della loro classe sismica di appartenenza (A,B,C,D);
3. Possibilità di operare in spazi molto ristretti in quanto i rilievi vengono eseguiti a "stazione singola" e quindi non necessitano di cavi e/o stese di notevole lunghezza e quindi di spazio come avviene invece per le tecniche in array lineare multisensore (sismica a rifrazione, MASW, RE.MI.). Numerosi studi hanno evidenziato che il criterio di orizzontalità degli strati presenti nel sottosuolo, sia indispensabile per una corretta interpretazione dei risultati ottenuti da tecniche di sismica passiva (HVSR, MASW, RE.MI.) mentre può ritenersi assolto nel caso di una misura puntuale (stazione singola - HVSR) , non sempre è rispettato nel caso di misure in array (lineare o con diversa geometria - MASW e/o RE.MI.) a causa delle variazioni laterali dei terreni ed a causa di particolari morfologie sepolte : la validità dei risultati, in caso di forti variazioni, può essere invalidata notevolmente.

4. La presenza di rumore ambientale non disturba il rilievo sismico a meno che questo non sia presente in modo costante e continuo per tutta la durata del singolo rilievo (di durata da 10' a 30'); e non necessita di energizzazioni al di fuori del rumore sismico ambientale sempre presente;
5. Permette di raggiungere grandi profondità e permette di rilevare la presenza di inversioni di velocità nel sottosuolo;
6. I parametri derivati dalla prova (profilo H/V, Spettri di potenza, frequenza fondamentale Fo) possono essere direttamente correlati alle caratteristiche di amplificazione sismica dei terreni in sito;

La tecnica H/V può essere utilmente impiegata nei seguenti settori :

- Microzonazione sismica
- Applicazioni geotecniche
- Stima della potenza dei corpi franosi
- Determinazione degli spessori delle coltri detritiche e piroclastiche
- poggianti su bedrock
- Mappatura della profondità dei bedrock
- Stima delle Vs30 secondo il DM 14/01/2008 (T.U. delle Costruzioni)
- Frequenze di oscillazione degli edifici
- Applicazioni archeologiche

I difetti basilari sono :

- Interpretazione più complessa: vi e infatti la necessita di modelli molto più complicati (campo d'onde completo in sistemi multistrato non necessariamente 1D. Tale difficoltà può essere notevolmente ridotta qualora si disponga di informazioni (sondaggi geognostici, penetrometrie ecc.) quanto più accurate possibili circa la stratigrafia del sottosuolo, anche limitata a profondità minori di 30 m dal p.c.
- Viene comunemente ritenuta (erroneamente) una tecnica a più bassa risoluzione rispetto alle tecniche di sismica in array passiva (REMI) e/o attiva (MASW / SASW): alcuni autori (Mulargia, Castellaro, Rossi - 2006) hanno al contrario dimostrato che sovente con tali tecniche gli errori nella valutazione del profilo delle Vs sono dell'ordine del 50% (down-hole) e/o addirittura del 100 % (SASW,REMI);
- Quindi date tali caratteristiche, la tecnica HVSR può essere utilmente impiegata per ricavare il valore della Vs_{30} non solo negli spazi aperti, ma anche nei locali interni ai fabbricati a patto di garantire il miglior accoppiamento strumento/terreno.

Elaborazione sondaggio H/V.

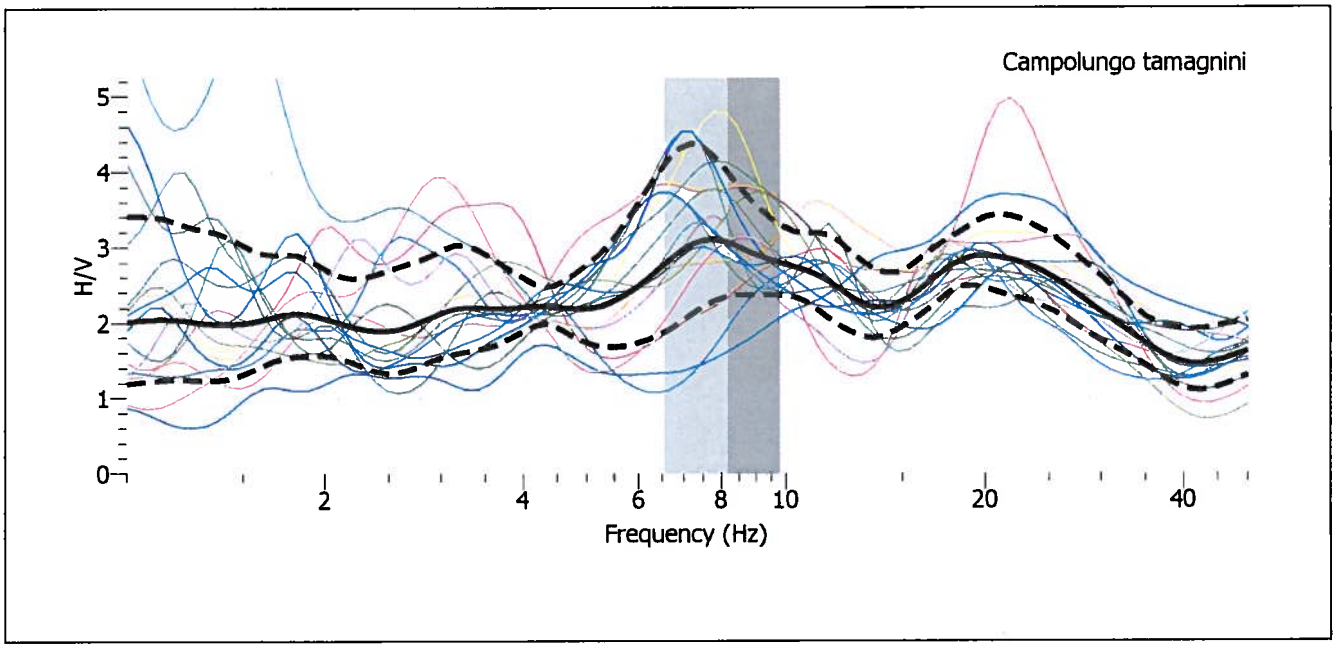
Sondaggio Campolungo – Castelnuovo né Monti (RE)

Grafico dei rapporti spettrali H/V

Grafico dei rapporti spettrali HVSR in funzione della frequenza con indicato il valore della frequenza in corrispondenza del massimo della funzione H/V.

Si noti che il picco caratteristico del sito è a **8,17 Hz**. La frequenza è inversamente proporzionale alla quota dell'interfaccia stratigrafica e direttamente proporzionale alla velocità Vs dei terreni sovrastanti.

Grafico dei rapporti spettrali



Analisi di qualità della misura eseguita.

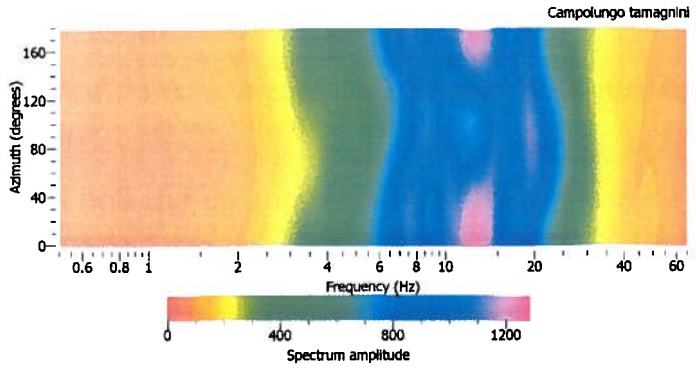


Grafico della analisi direzionale del rumore sismico acquisito.
il grafico serve a valutare la direzionalità del segnale ed evidenzia in questo caso il carattere strutturale e non antropico del picco rilevato.

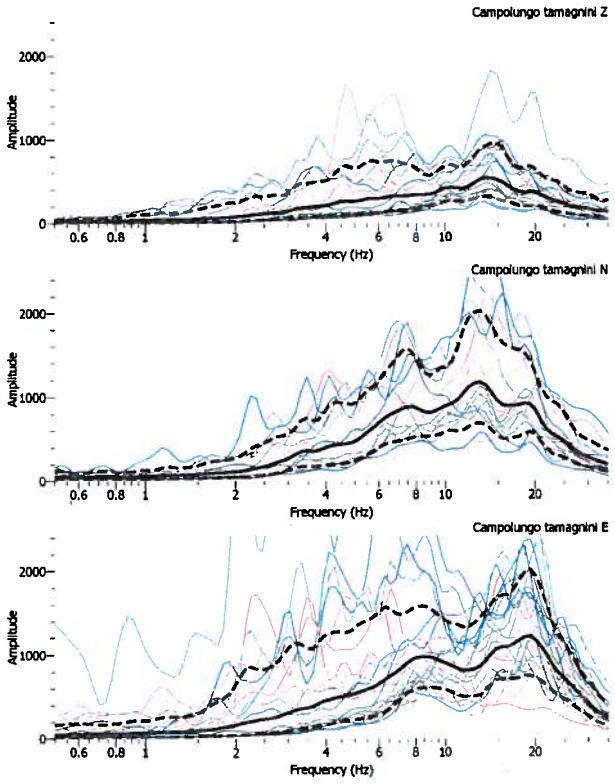
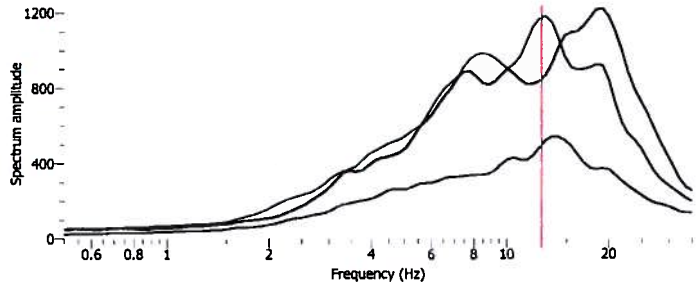


Grafico dei rapporti spettrali per ogni singolo canale
Per ottenere il rapporto HVSR le componenti orizzontali sono mediate con media quadratica e poi divise per la componente verticale (z).



Un buon indicatore della qualità del picco H/V si ottiene dall'esame dei singoli spettri; infatti i massimi fisicamente significativi sono di regola associabili a valori di ampiezza spettrale minima sulla componente verticale.

Formule utilizzate per ricavare i seguenti dati dai sondaggi SCPT e HVSR eseguiti.

1. profondità del substrato (mt)
2. spessore delle coperture (mt)
3. calcolo Vs coperture HVSR (m/s)
4. calcolo Vs coperture correlazione di Otha e Goto
5. calcolo VS_{30} (m/s)

Si noti che un sondaggio HVSR deve essere supportato da altri tipi di indagini, in questo caso da quattro penetrometrie SCPT.

Dati	Formule	HVSR	SCPT
(1) profondità del substrato (mt)	**H = Vs/(frx4)**	**4,87 mt**	**3,30 mt** **5,40 mt**
(2) Spessore (h) dei sismostrati (mt) **Dove: fr = frequenza misurata.** **Vp e Vs rispettivamente onde P e S nel mezzo 1**	$f_r = V_{P1} / (4\ h)$ $f_r = V_{S1} / (4\ h)$	**4,87 mt**	**3,30 mt** **5,40 mt**
(3) calcolo Vs coperture HVSR (m/s)	**Vs = frx(4xH)**	**200 m/s**	
(4) calcolo Vs coperture metodo di Otha e Goto(m/s)	Tale correlazione è valida solamente per terreni incoerenti sabbiosi e ghiaiosi		**149 m/s**
(5) Calcolo della VS_{30} per H < di 30 mt. **Dove: fr = frequenza misurata** **V_B è la velocità delle onde S nel bedrock o bedroch-like**	$Vs_{30} = \frac{30}{t_H + t_{30-H}} = \frac{30}{\frac{1}{4f_r} + \frac{(30-H)}{V_B}}$	**349,51 m/s**	

Categoria suolo di fondazione (VS_{30})

Il valore in precedenza calcolato per la VS_{30} è pari a **348,51 m/s**
Ne risulta che i terreni nei primi 30 metri del sottosuolo appartengono alla classe C. Tuttavia gli spessori delle coperture fanno ricadere la classe di appartenenza in **Classe E**

(E) Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con Vs > 800 m/s).

Fattori di amplificazione.

Fattore di amplificazione topografico (St)

L'area di intervento si ubica in corrispondenza di un crinale con pendenza dei versanti prossima ai 15°, quindi il coefficiente di amplificazione topografico risulta pari ad:

St = 1,2 (Categoria T3 – DM 14-01-2008)

Fattore di amplificazione stratigrafico (Ss - DAL 112/2007)

In riferimento allo spessore ed omogeneità dei materiali investigati, si è considerato come substrato marino l'orizzonte presente a circa -7 m da p.c. con Vs corrispondente a 700 m/s.
La definizione del valore Vs_H, velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio nei primi 7,0 m del sottosuolo, si è calcolata mediante la relazione:

$$Vs_H = \frac{7,0}{\sum_{i=1,n} \frac{hi}{vi}}$$

ottenendo:

$$Vs_H = 199\ m/s$$

In occasione di sollecitazione sismica, in funzione delle caratteristiche litostratigrafiche locali, la successione sismostratigrafica può essere quindi interessata dai seguenti fattori di amplificazione:

Fa PGA = 2,2
Fa IS ($0,1<T_0<0,5$)= 2,0
Fa IS ($0,5<T_0<1$)= 1,5

con un valore dell'accelerazione al suolo di riferimento pari a:

a_g= 0,165 g

Conclusioni.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un substrato stabile e da una coltre di terreni superficiali poco adatti alla posa di fondazioni dirette, se non attentamente valutate in sede progettuale nella loro tipologia; inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

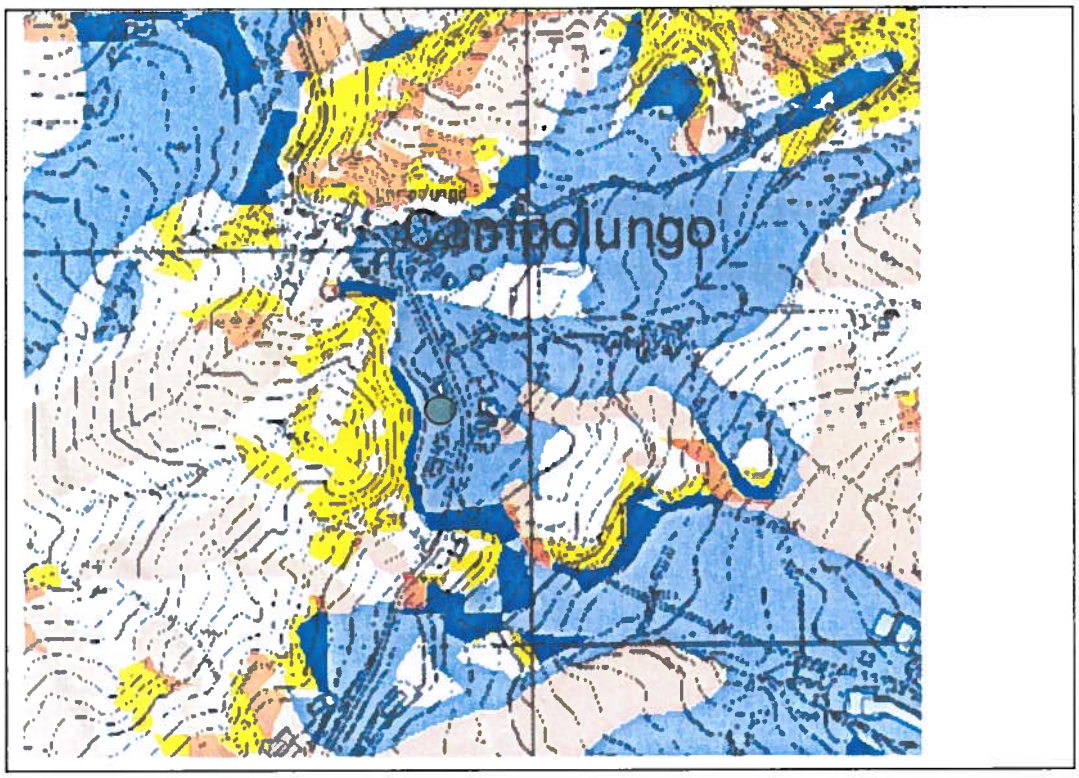
A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dalle vigenti norme D.A.L. n° 112 02.05.2007 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica - sismica.

2 gennaio 2012

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3/4 - 42038 Felina (RE)

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DUILIO PIGNEDOLI
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 575 ALBO P.

Estratto Carta degli effetti attesi - ubicazione



Legenda

CLASSI	EFFETTI ATTESI				
	AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA	AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA	INSTABILITA' DI VERSANTE	CEDIMENTI	LIQUEFAZIONE
A	X		X		
B	X	X	X		
C	X				
D	X	X			
E		X			
F	X				X
G	X			X (potenziale)	
H					

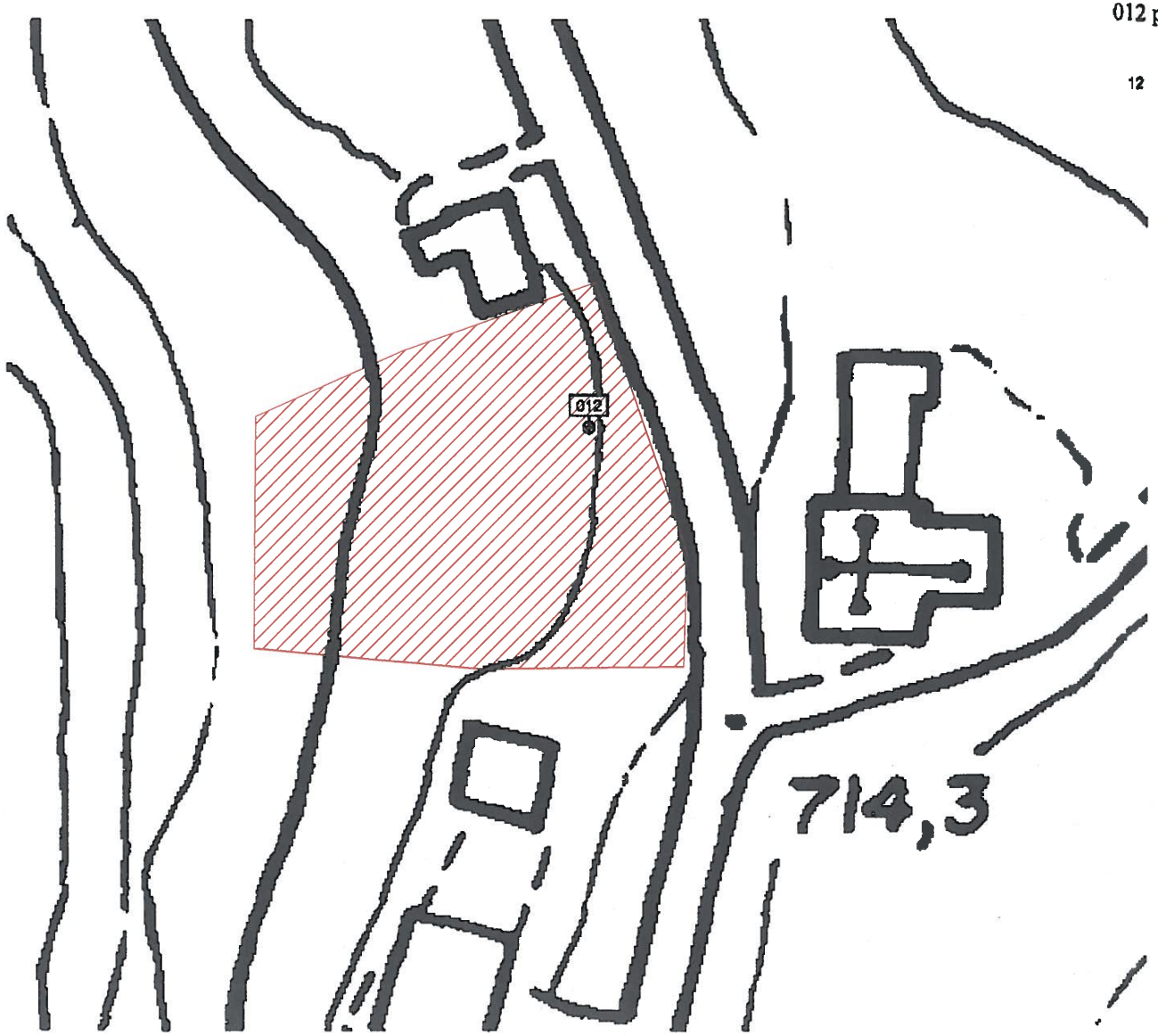
Classi degli effetti attesi

A
B
C
D
E
F
G
H

Microzonazione sismica
scala 1:1000

012 punto GPS

		Latitudine	longitudine	quota
12	012	44 25.5735	10 25.8523	712



Fa PGA = 2,2
Fa IS ($0,1<T_0<0,5$)= 2,0
Fa IS ($0,5<T_0<1$)= 1,5

1/8 ubicazione sondaggi e profilo geologico

HVSR

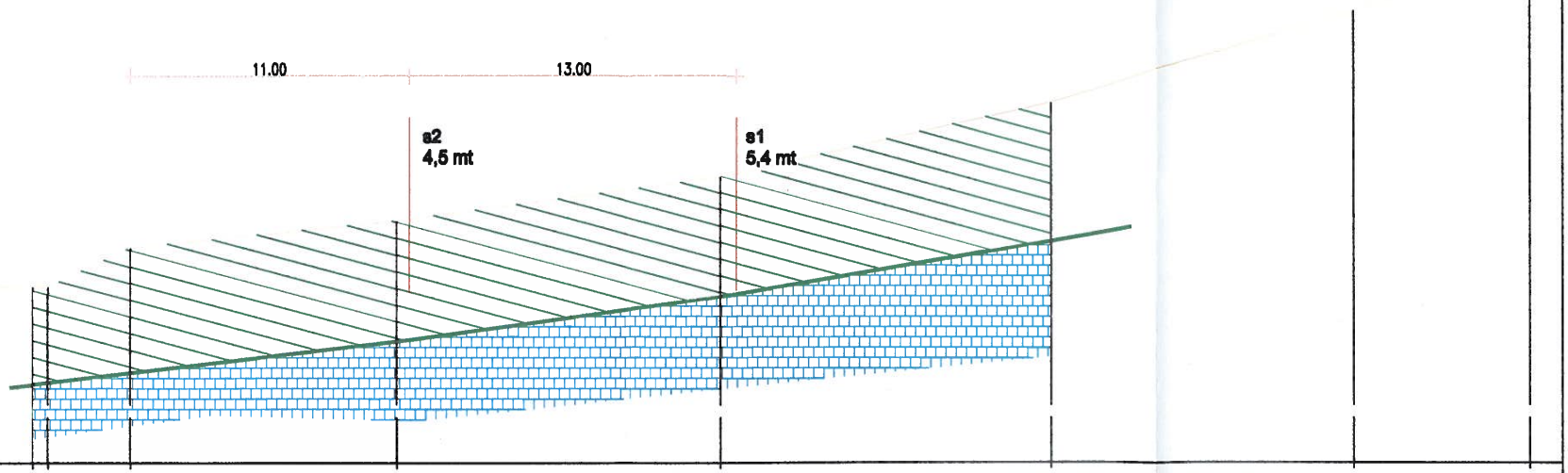


PROFILO GEOLOGICO

TERRENI SCIOLTI DI COPERTURA DI ORIGINE ELUVIALE E COLLUVIALE

SUBSTRATO CALCAREO MARNOSO

s1-s2 Sondaggi eseguiti e quota del substrato



Scala H 1/200

Scala V 1/200

711.000

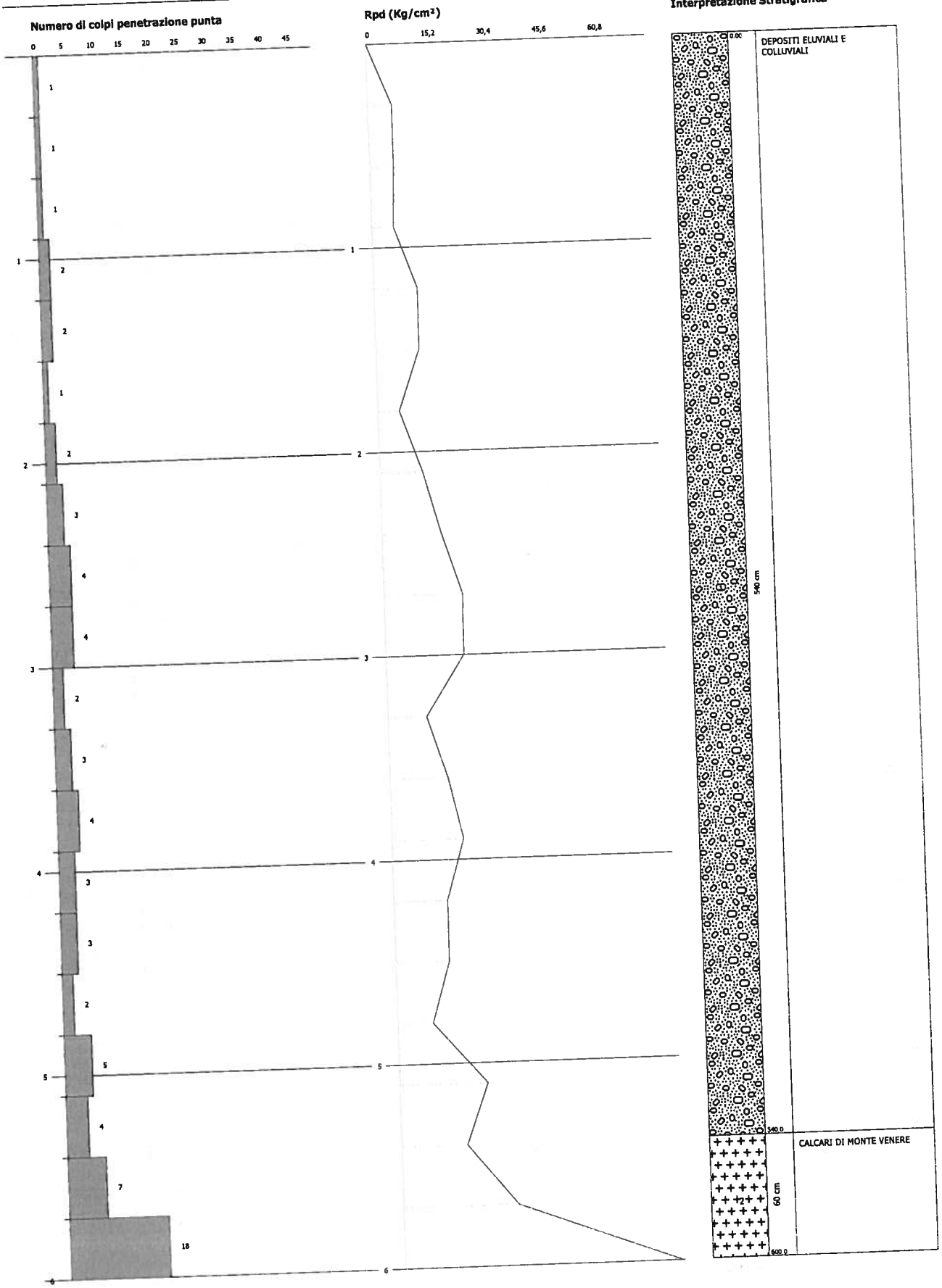
Codice										
Progressiva	0.000	0.743	5.000	5.743	8.997	9.000	9.016	26.445	39.523	52.700	60.033
Parziale	0.743	5.200	3.257	10.529	12.078	13.180	12.290	7.333			
Quota	717.000	719.600	717.970	717.597	719.596	725.570	729.938	733.540	729.016	731.000	
Pendenza	34.32%	-0.07%	0.03%	47.69%	10.10%	13.36%	23.05%	29.13%	39.20%		

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Data :07/12/2011

Committente : Tamagnini
Cantiere : POC Campolungo
Località : Il VIDORE

Scala 1:27

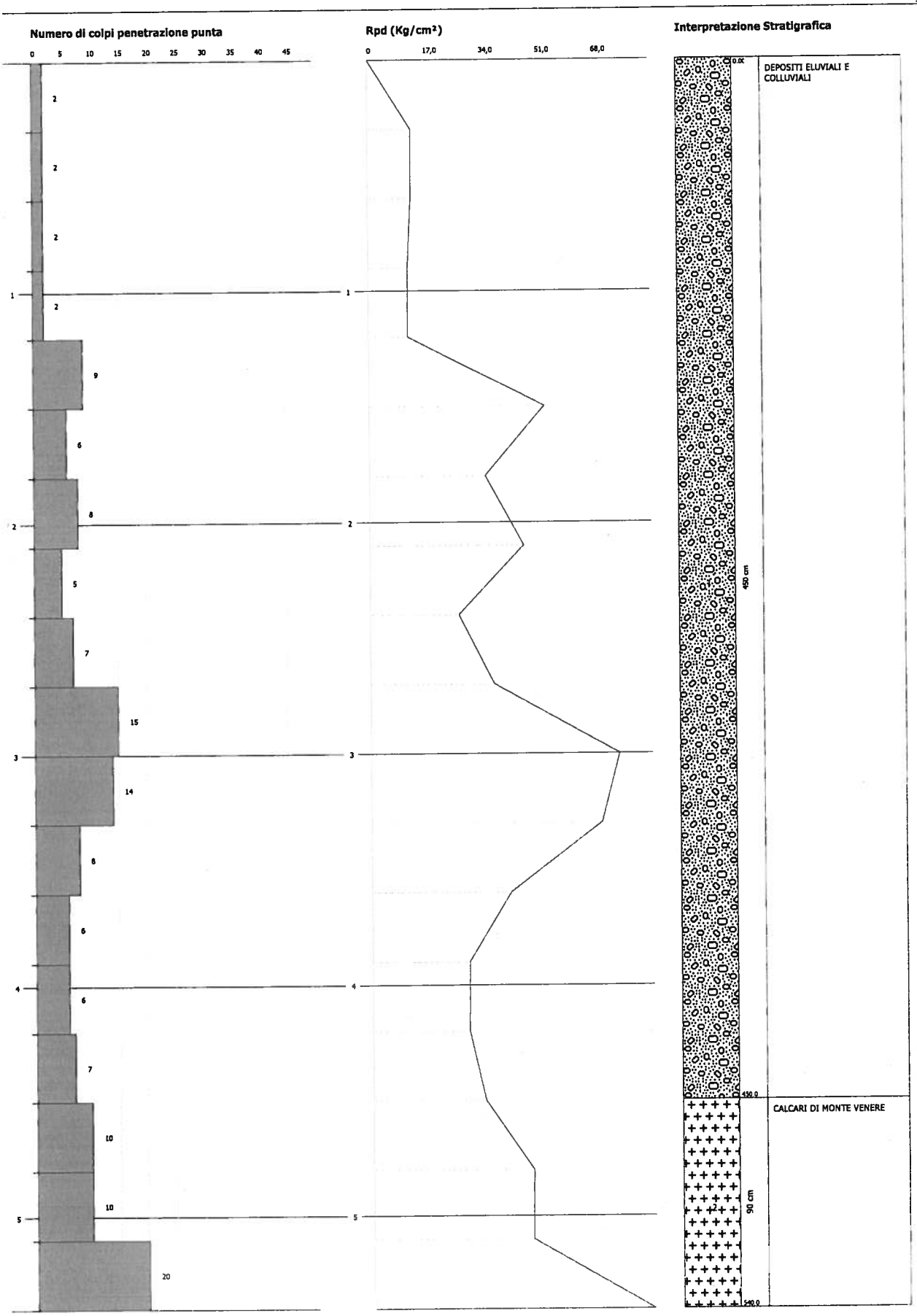


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Tamagnini
Cantiere : POC Campolungo
Località : Il VIDORE

Data :07/12/2011

Scala 1:24

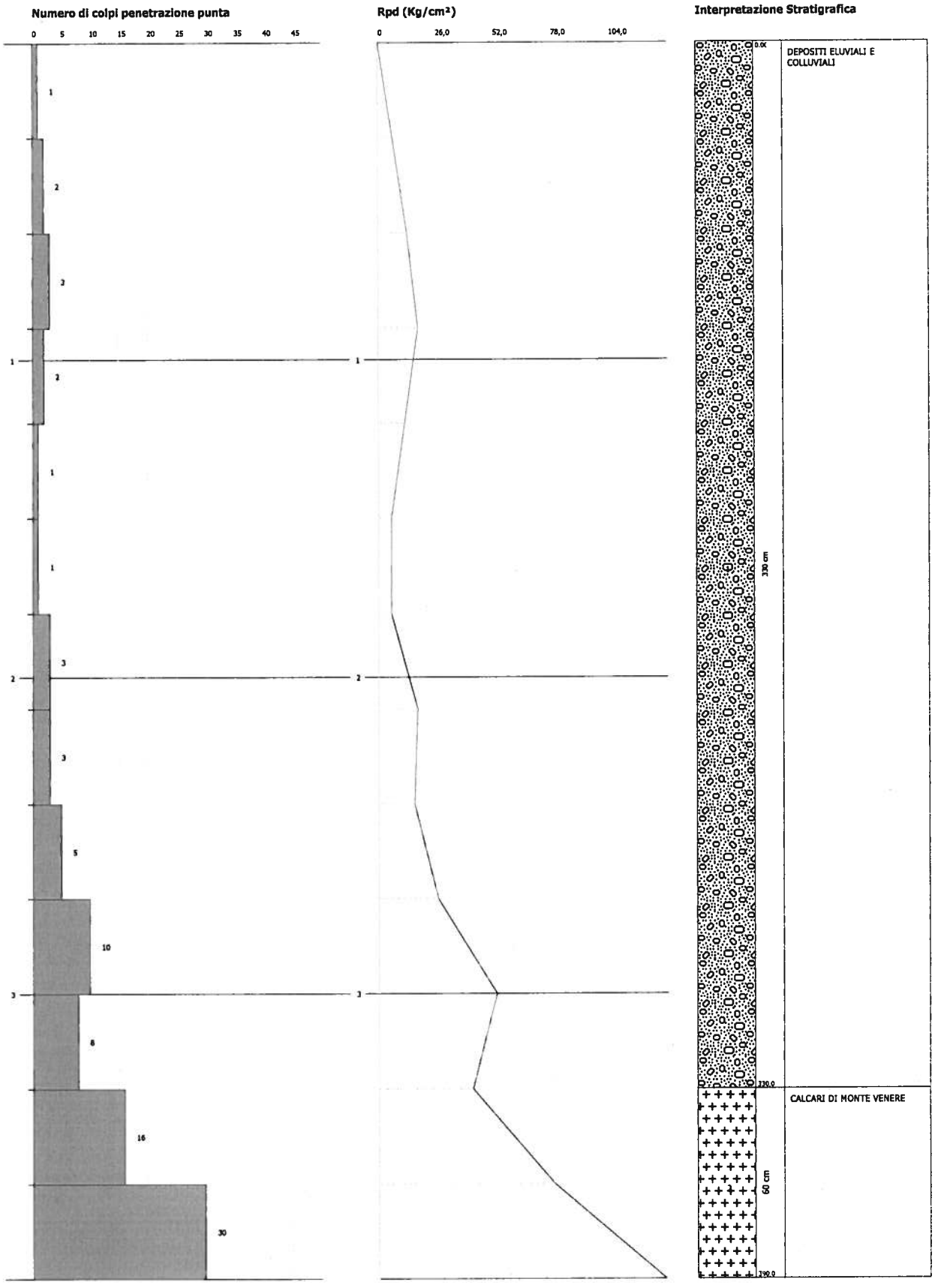


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Tamagnini
Cantiere : POC Campolungo
Località : Il VIDORE

Data :07/12/2011

Scala 1:18

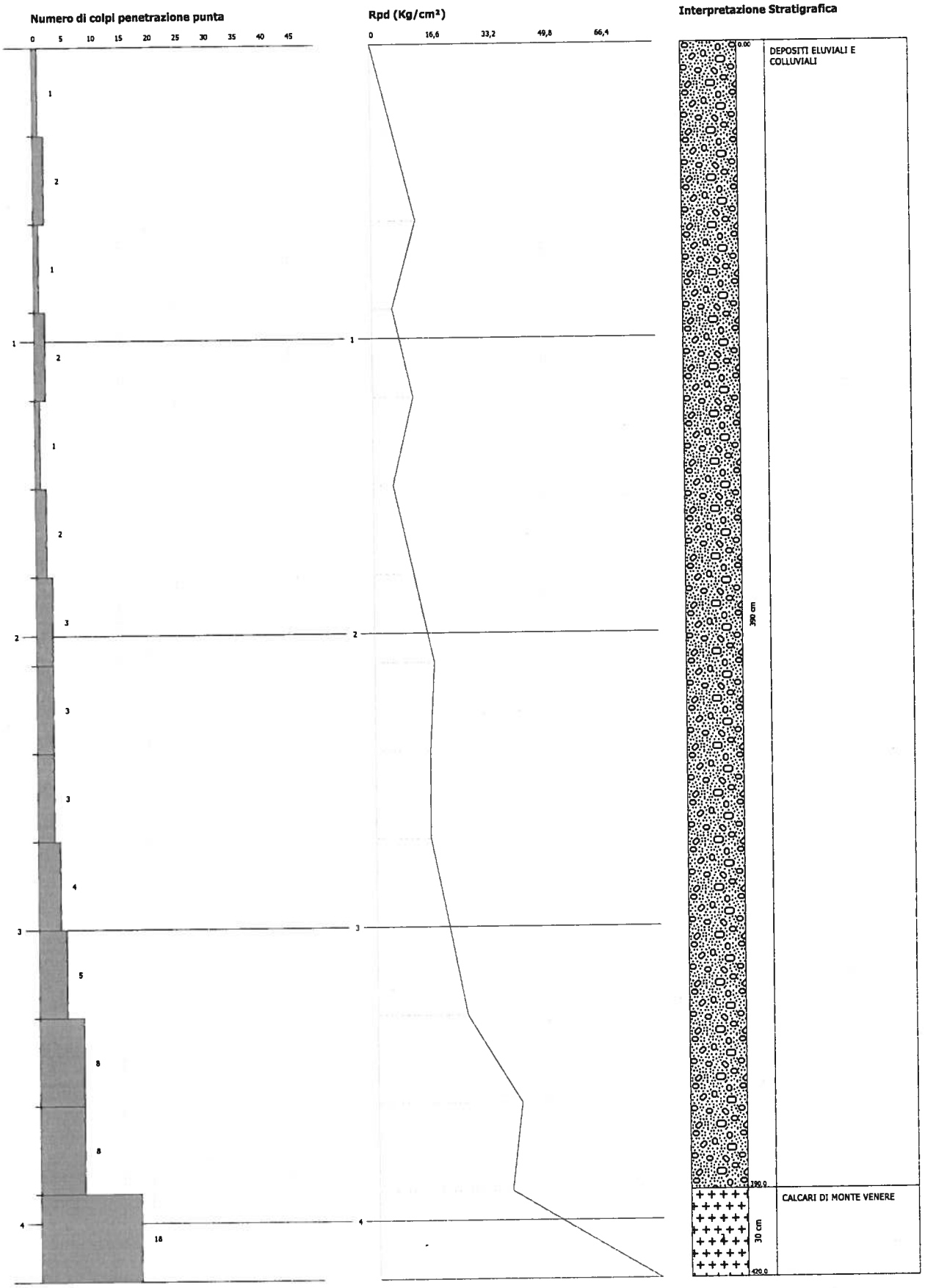


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... SCPT (Standard Cone Penetration Test)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

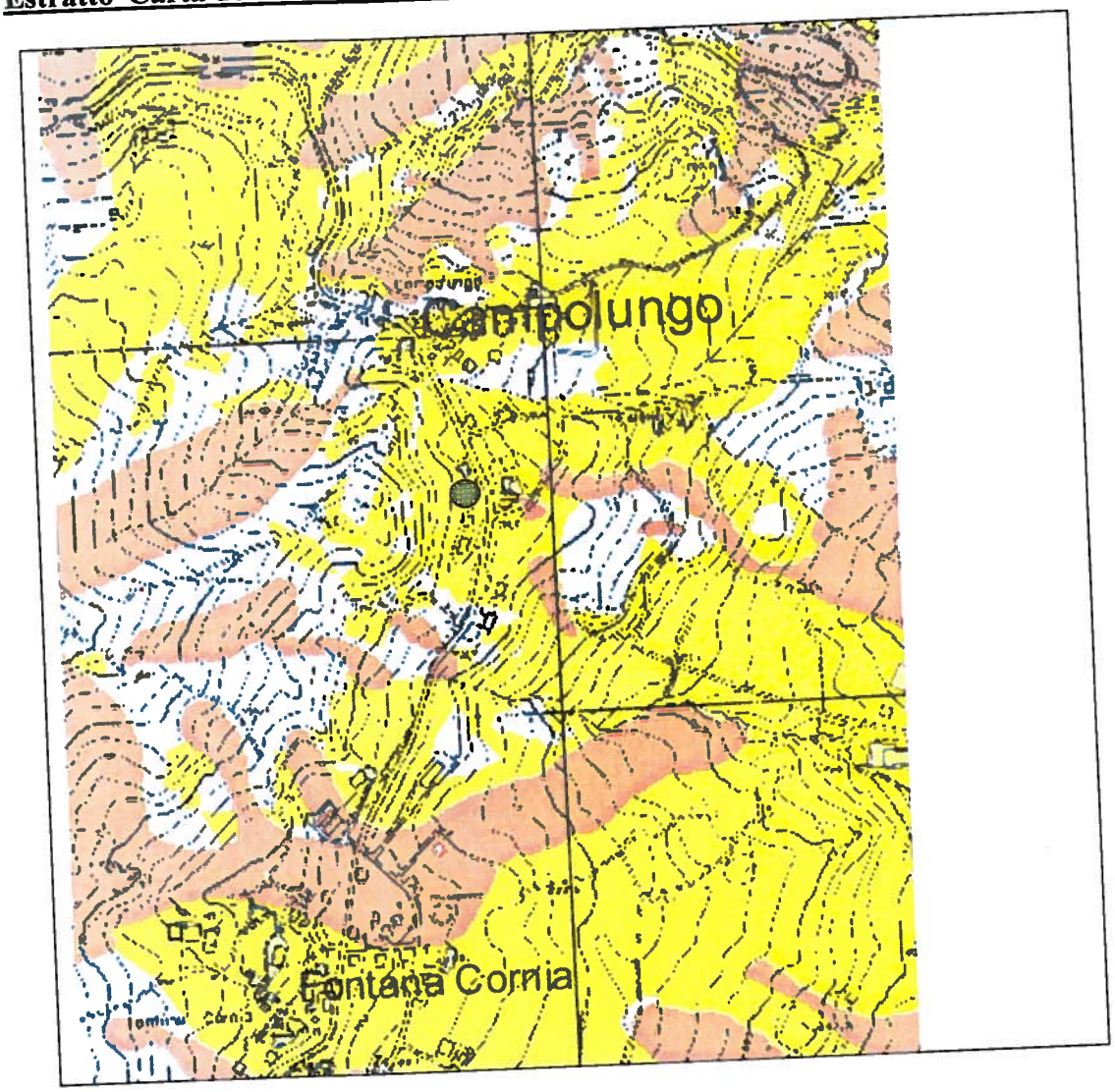
Committente : Tamagnini
Cantiere : POC Campolungo
Località : Il VIDORE

Data :07/12/2011

Scala 1:19



Estratto Carta dei livelli di approfondimento - ubicazione



Legenda

LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

1

2

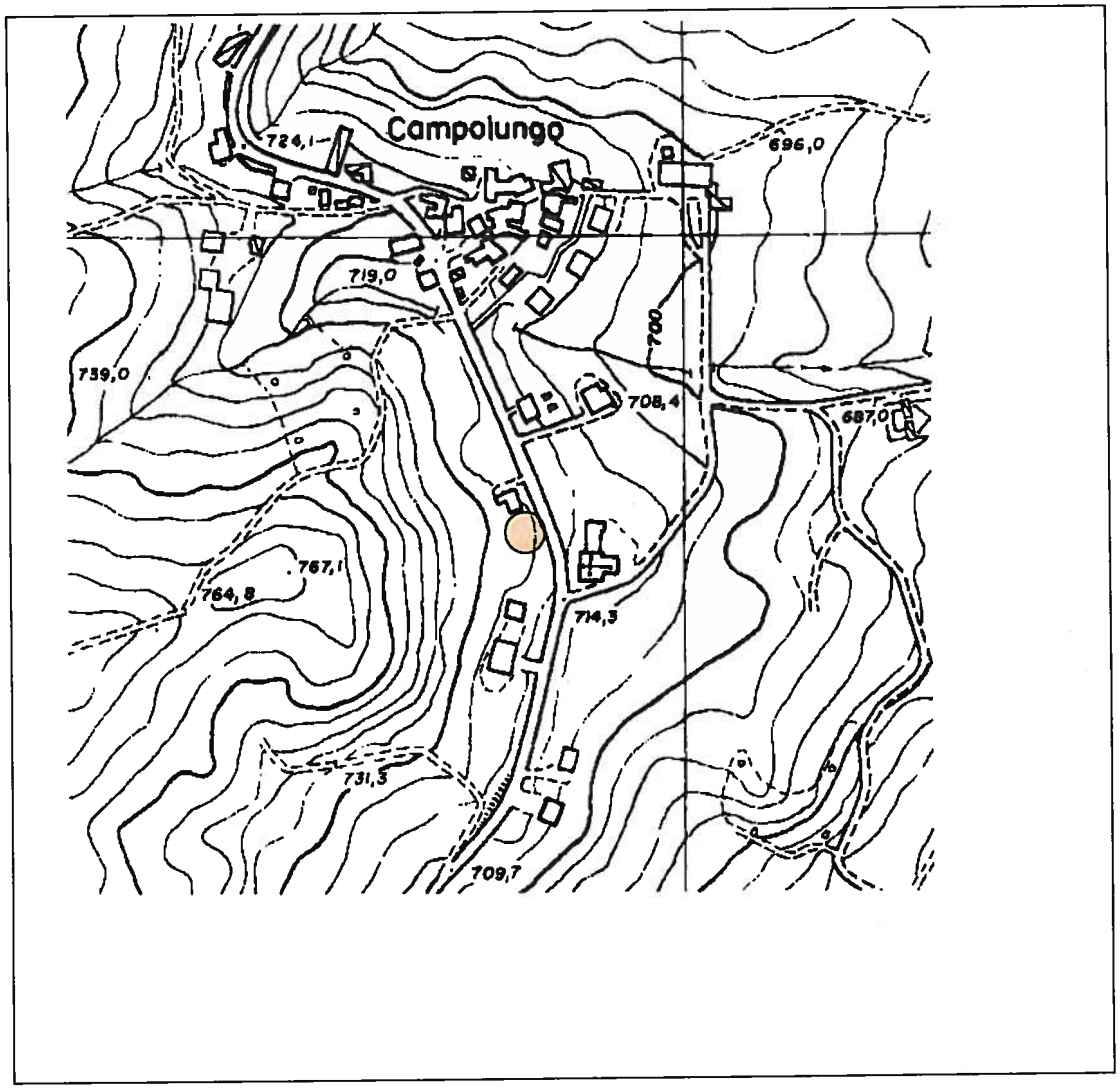
3

N

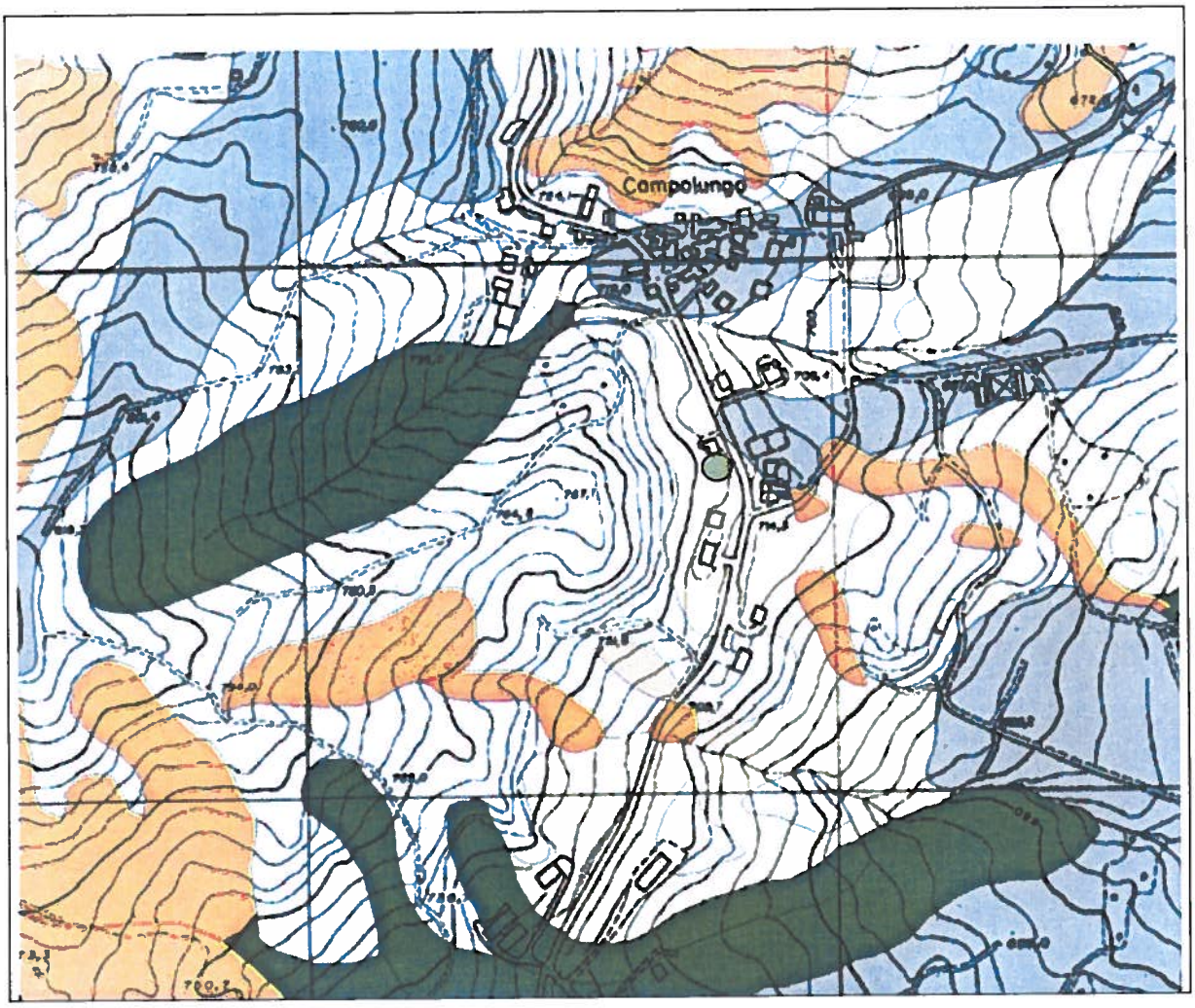
Estratto CTR – 218144

Scala 1:5000

ubicazione



Estratto Carta del Dissesto - Scala 1:10000 - ubicazione



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale 2010

PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE
DATI E DIAGRAMMI

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPSH (S. Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla Certificato	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPSH (S. Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M	= 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	= 18,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 50,50 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 20,00 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	Ma	= 6,40 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,80 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	SI	
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 11,91 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt	= Q/Qspt = 1,521 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$Rpd = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa =~ 0,1 MPa
1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm²
1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa
1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D01

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

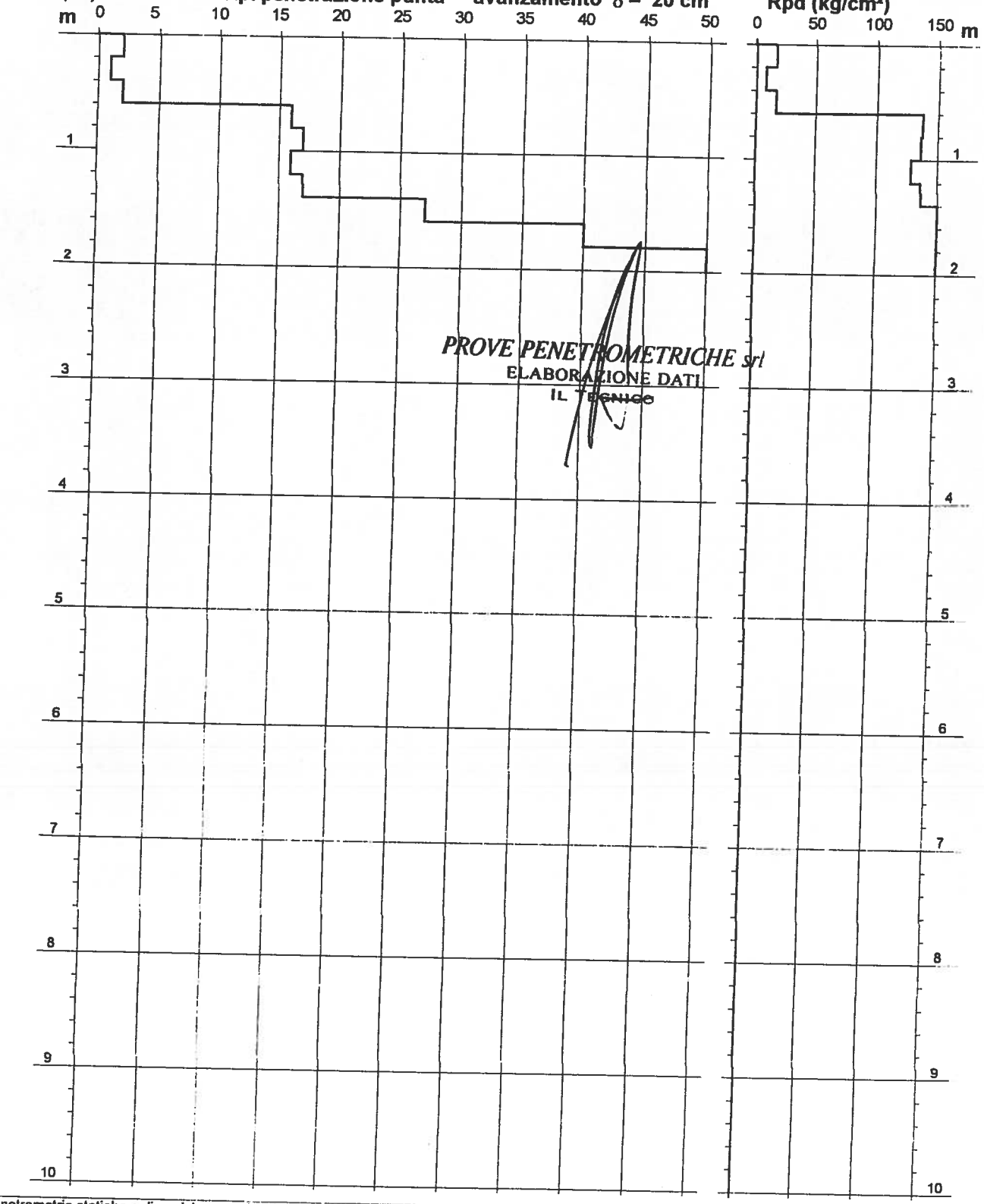
DIN 1

Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 2/3

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 20 cm



PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D01

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 1
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 1/3

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	2	17,2	1
0,20 - 0,40	1	8,6	1
0,40 - 0,60	2	17,2	1
0,60 - 0,80	16	137,6	1
0,80 - 1,00	17	136,3	2
1,00 - 1,20	16	128,3	2
1,20 - 1,40	17	136,3	2
1,40 - 1,60	27	216,5	2
1,60 - 1,80	40	320,7	2
1,80 - 2,00	90	675,7	3

PROVE PENETROMETRICHE sri
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVE PENETROMETRICHE srl
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D01

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 3/3

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	1,7	1	2	1,3	—	—	—	2	1,52	3
			Rpd	14,3	9	17	11,5	—	—	—	17		
2	0,60	1,40	N	16,5	16	17	16,3	—	—	—	16	1,52	24
			Rpd	134,6	128	138	131,5	—	—	—	131		
3	1,40	2,00	N	52,3	27	90	39,7	—	—	—	52	1,52	79
			Rpd	404,3	217	676	310,4	—	—	—	402		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	0.60	1.40		24	56.0	34.2	376	2.01	1.63	1.50	2.07	22	0.591
3	1.40	2.00		79	95.9	44.5	800	2.21	1.95	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 1/3

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	25,8	1
0,20 - 0,40	5	43,0	1
0,40 - 0,60	12	103,2	1
0,60 - 0,80	18	154,8	1
0,80 - 1,00	40	320,7	2
1,00 - 1,20	44	352,8	2
1,20 - 1,40	120	962,1	2

PROVE PENETROMETRICHE s.r.l.
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVE PENETROMETRICHE srl
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

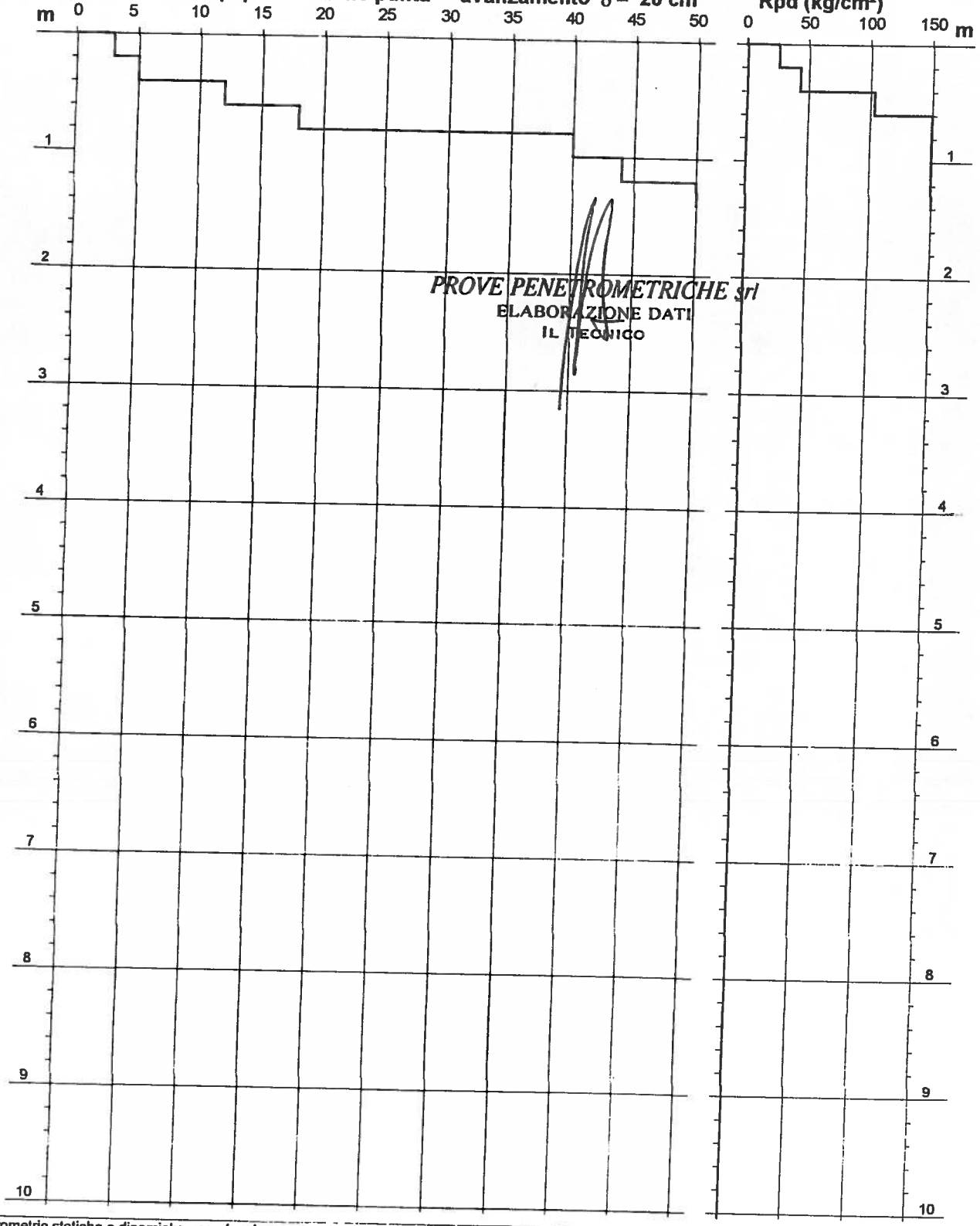
DIN 2

Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 2/3

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 20 cm



PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D02

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 3/3

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,40	N	4,0	3	5	3,5	—	—	—	4	1,52	6
			Rpd	34,4	26	43	30,1	—	—	—	34		
2	0,40	0,80	N	15,0	12	18	13,5	—	—	—	15	1,52	23
			Rpd	129,0	103	155	116,1	—	—	—	129		
3	0,80	1,40	N	68,0	40	120	54,0	—	—	—	68	1,52	103
			Rpd	545,2	321	962	432,9	—	—	—	545		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.40		6	21.7	28.4	238	1.89	1.43	0.38	1.85	37	1.000
2	0.40	0.80		23	54.5	33.9	369	2.01	1.62	1.44	2.06	23	0.610
3	0.80	1.40		103	100.0	45.0	985	2.24	1.99	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D03

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 3
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 1/3

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	3	25,8	1	1,20 - 1,40	19	152,3	2
0,20 - 0,40	1	8,6	1	1,40 - 1,60	26	208,5	2
0,40 - 0,60	2	17,2	1	1,60 - 1,80	24	192,4	2
0,60 - 0,80	1	8,6	1	1,80 - 2,00	32	240,3	3
0,80 - 1,00	2	16,0	2	2,00 - 2,20	49	367,9	3
1,00 - 1,20	4	32,1	2	2,20 - 2,40	120	900,9	3

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVE PENETROMETRICHE srl
PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D03

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

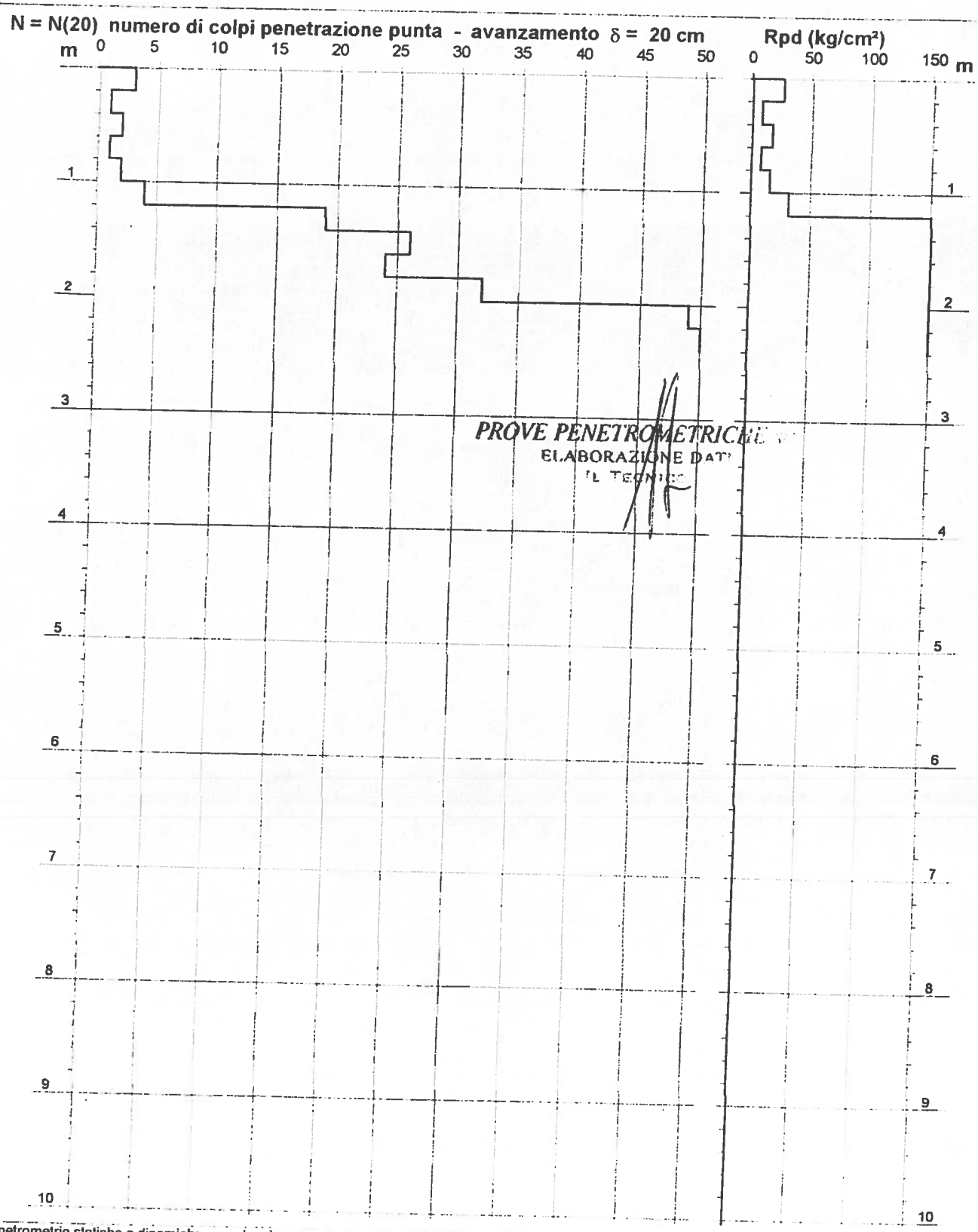
DIN 3

Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 2/3

- note :



PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D03

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 3

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 3/3

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,20	N	2,2	1	4	1,6	1,2	1,0	3,3	2	1,52	3
			Rpd	18,1	9	32	13,3	9,4	8,7	27,4	17		
2	1,20	1,80	N	23,0	19	26	21,0	—	—	—	23	1,52	35
			Rpd	184,4	152	209	168,4	—	—	—	184		
3	1,80	2,40	N	67,0	32	120	49,5	—	—	—	67	1,52	102
			Rpd	503,0	240	901	371,6	—	—	—	503		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 3

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.20		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.20	1.80		35	70.0	37.3	461	2.08	1.73	2.19	2.20	15	0.415
3	1.80	2.40		102	100.0	45.0	978	2.24	1.99	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D04

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 4
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 1/3

- note :

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	2	17,2	1	1,60 - 1,80	2	16,0	2
0,20 - 0,40	1	8,6	1	1,80 - 2,00	11	82,6	3
0,40 - 0,60	2	17,2	1	2,00 - 2,20	38	285,3	3
0,60 - 0,80	1	8,6	1	2,20 - 2,40	44	330,3	3
0,80 - 1,00	2	16,0	2	2,40 - 2,60	22	165,2	3
1,00 - 1,20	4	32,1	2	2,60 - 2,80	19	142,7	3
1,20 - 1,40	3	24,1	2	2,80 - 3,00	27	190,6	4
1,40 - 1,60	3	24,1	2	3,00 - 3,20	120	847,1	4

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVE PENETROMETRICHE srl
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D05

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 5
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 1/3

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	2	17,2	1
0,20 - 0,40	2	17,2	1
0,40 - 0,60	2	17,2	1
0,60 - 0,80	4	34,4	1
0,80 - 1,00	14	112,2	2
1,00 - 1,20	36	288,6	2
1,20 - 1,40	41	328,7	2
1,40 - 1,60	120	962,1	2

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPSH (S. Heavy)**
- M (massa battente)= **63,50** kg - H (altezza caduta)= **0,75** m - A (area punta)= **20,00** cm² - D(diam. punta)= **50,50** mm
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **SI**

PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D05

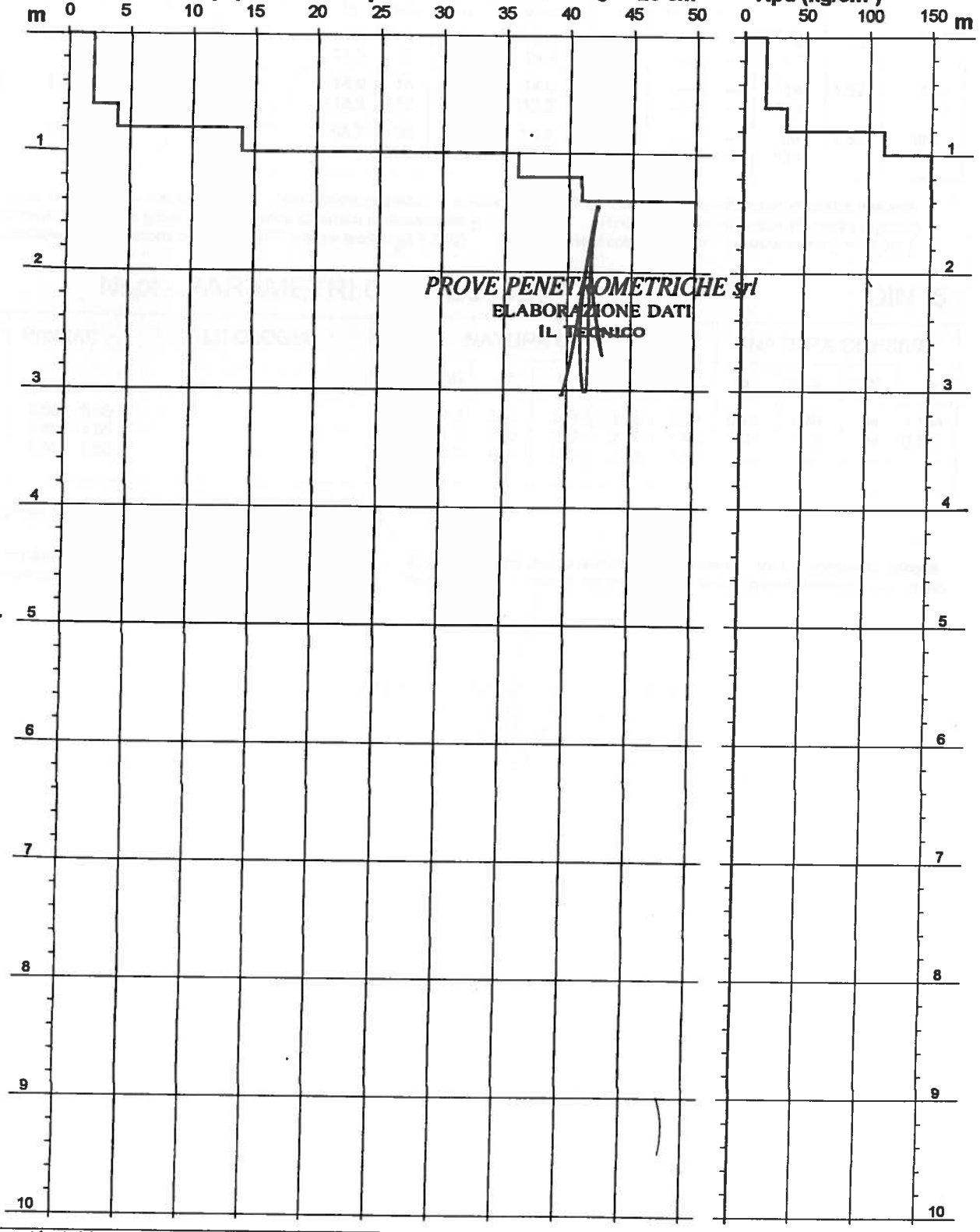
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA DIN 5
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti-(RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori
- note :

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 2/3

N = N(20) numero di colpi penetrazione punta - avanzamento δ = 20 cm



PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D04

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

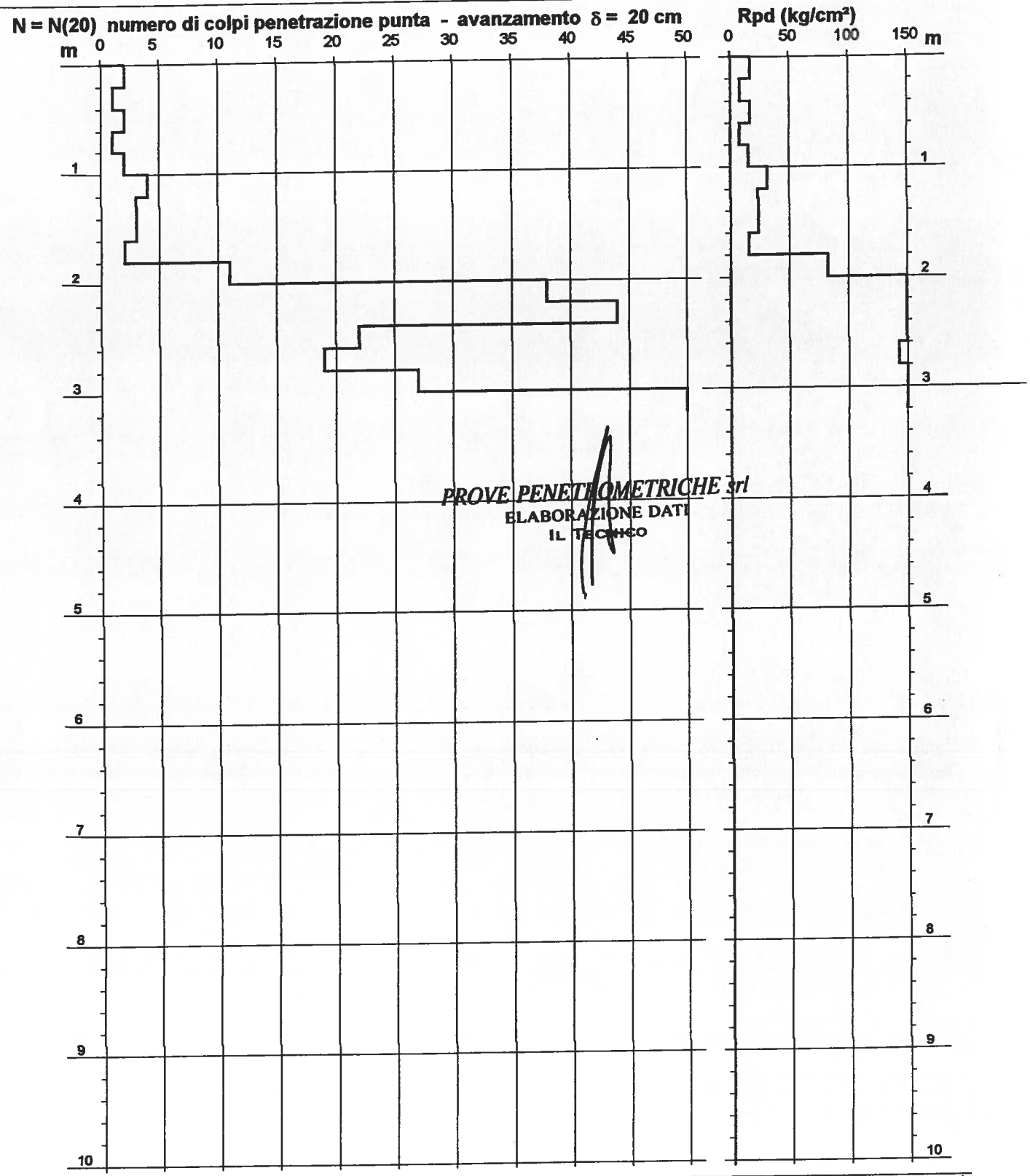
DIN 4

Scala 1: 50

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 2/3

- note :



PROVE PENETROMETRICHE
Via per Modena, 8 - Tel. 059/535046 - 41051 CASTELNUOVO R. (MO)
p.IVA e C.F. 00812530368

Certificato: 00305D04

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA — DIN 4
ELABORAZIONE STATISTICA

- cantiere : Dott. Emilio Schenetti
- lavoro : Studio terreno
- località : Felina - Comune di Castelnovo Monti (RE)
- resp. cantiere : Dott. Francesco Dettori

- data prova : 28/01/2005
- quota inizio : Piano campagna
- prof. falda : Falda non rilevata
- data emiss. : 28/01/2005
- pagina n°: 3/3

- note :

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,00	N	1,6	1	2	1,3	—	—	—	2	1,52	3
			Rpd	13,5	9	17	11,1	—	—	—	17		
2	1,00	1,80	N	3,0	2	4	2,5	—	—	—	3	1,52	5
			Rpd	24,1	16	32	20,0	—	—	—	24		
3	1,80	2,00	N	11,0	11	11	11,0	—	—	—	11	1,52	17
			Rpd	82,6	83	83	82,6	—	—	—	83		
4	2,00	2,40	N	41,0	38	44	39,5	—	—	—	41	1,52	62
			Rpd	307,8	285	330	296,6	—	—	—	308		
5	2,40	3,00	N	22,7	19	27	20,8	—	—	—	23	1,52	35
			Rpd	166,1	143	191	154,4	—	—	—	168		
6	3,00	3,20	N	120,0	120	120	120,0	—	—	—	120	1,52	183
			Rpd	847,1	847	847	847,1	—	—	—	847		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio VCA: valore caratteristico assunto
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,52) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI — DIN 4

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00		3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	1.80		5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	1.80	2.00		17	45.5	32.1	322	1.97	1.56	1.06	1.98	27	0.729
4	2.00	2.40		62	89.5	42.8	669	2.18	1.89	3.88	2.53	04	0.112
5	2.40	3.00		35	70.0	37.3	461	2.08	1.73	2.19	2.20	15	0.415
6	3.00	3.20		183	100.0	45.0	1602	2.24	1.99	—	—	—	—

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

PROVE PENETROMETRICHE srl
ELABORAZIONE DATI
IL TECNICO

Dott. Emilio Schenetti – Geologo –
Via Debbia, 14 – 42010 S.Cassiano (RE) – Tel. 0522/844645

Comune di Castelnovo Ne' Monti

Località: Felina

Committente: Lusenti Luisa e Altri

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

INTEGRAZIONE ALLA RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA COME DA RICHIESTA DEL COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI PROT. N.19667 DEL 13/11/2006.

INDICE

1. PREMESSA pag. 1

2. CLASSIFICAZIONE MACROSISMICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA LOCALE pag. 1

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 10

ALLEGATI

- UBICAZIONE ESTENDIMENTO MASW
- PROSPEZIONE SISMICA DI SUPERFICIE

La presente relazione si compone di n°10 pagine e n°2 allegati.

Geo2406

1. PREMESSA

La presente costituisce integrazione della precedente relazione geologica e geotecnica redatta a firma dello scrivente in data 28/01/2005, per definire le caratteristiche geofisiche dei terreni oggetto di richiesta di inserimento nel piano operativo comunale – Ambito NU1n, così come prescritto dal Comune di Castelnovo Ne' Monti con comunicazione prot. 19667 del 13/11/2006.

2. CLASSIFICAZIONE MACROSISMICA E ANALISI DELL'AZIONE SISMICA.

In riferimento alla nuova classificazione sismica introdotta dall'Ordinanza Presidenza Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003 il territorio nazionale vede una ridefinizione delle categorie sismiche di ogni singolo comune italiano, rendendo obbligatoria una "progettazione in zona sismica agli stati limite" attraverso l'applicazione di un sisma di progetto corrispondente alla classe a cui appartiene il comune di appartenenza del progetto in esame.
E' stata quindi eseguita una analisi con l'obiettivo di determinare le azioni sismiche di riferimento, in termini di parametri significativi del moto sismico atteso su affioramento rigido e di valutare la risposta del sito alle suddette azioni sismiche di riferimento.

Pericolosità locale

L'indagine della pericolosità locale è improntata alla definizione degli "effetti di sito" ed è fondamentale nella previsione dell'influenza che avrà in superficie la propagazione delle onde sismiche, con definizione dei possibili effetti attesi (amplificazioni, cedimenti, instabilità del versante). Nella cartografia tematica i terreni oggetto d'indagine non sono cartografati fra le aree in dissesto, non sono inoltre note condizioni che abbiano portato ad amplificazioni locali di sismi pregressi.
La situazione geologica e litologica locale, con presenza del substrato a modesta profondità, è caratterizzata da una piccola dorsale e non presenta superfici di scivolamento o condizioni di dissesto in atto o presunto. Nello

spessore indagato dalle prove penetrometriche non sono inoltre stati individuati livelli acquiferi e/o spessori soggetti a possibili effetti di liquefazione dei terreni.

Risposta sismica locale

L'indagine è stata sviluppata attraverso uno stendimento sismico che ha permesso di determinare la velocità delle onde trasversali e di taglio dei terreni in esame.
L'indagine geofisica è stata impostata, mediate una prospezione MASW onde di Rayleigh con rilevazione delle onde di taglio (onde S).

Caratteristiche attrezzatura

La prospezione geofisica per le stese sismiche multicanale di superficie, è stata eseguita utilizzando un sismografo multicanale ad incrementi di segnale, della P.A.S.I. mod. 16SG24, utilizzando un sistema di energizzazione come sotto descritto:

sismica di superficie: energizzatore sismico di superficie con utilizzo di cartucce calibro 8 industriale con innesco a percussione

Le specifiche tecniche dello strumento sono:

-processore: Pentium 200 MMx Intel,
-Trattamento dati: Floating Point 32-Bit,
-Ambiente operativo: Windows 3.11,
-Canali: 12/24
-Display: VGA colori LCD_TFT 10,4"
-Supporto memorizz.: Hard Disk 2,1 Gb
-Risoluzione acquisizione: 6/24 bit
-Sonde ambiente interne: temperatura, umidità relativa
-Formato dati: Pasi (.osv) e SEG-2 (.dat),
-Durata acquisizioni: Rifrazione, 32÷2048 ms Riflessione, 32÷16384 ms,
-Tempi campionamento: da 16 μs a 2 ms
-Filtri digitali: Passa alto (25÷400 Hz) Passa Basso (100÷250 Hz)
Notch (50÷180 Hz)
-Attivazione filtri: in acquisizione o manualmente
-Trigger: inibizione impulsi dovuti a rimbalzi

Importanti funzioni dello strumento sono:

- *possibilità di sommatoria, con/senza previsualizzazione totale/parziale;*
- *marker fisso o dinamico*
- *Auto Gain Control*
- *Delay Time*
- *Pre e post trigger*
- *Noise monitor*
- *Trace size automatica o manuale per ogni canale*

Successivamente, dopo aver computerizzato i dati con un programma specifico, è possibile rivedere i segnali e quindi eventualmente filtrarli od amplificarli per una più corretta acquisizione dei tempi d'arrivo.

La velocità di propagazione delle perturbazioni, indotte energizzando il suolo con i sistemi suddetti, dipende dalle caratteristiche meccaniche di un determinato litotipo ed in particolare dai moduli elastici di: Young, Poisson, d'incompressibilità, di rigidità e dalla densità.

Metodologia d'indagine

La prova consiste nel produrre sulla superficie del terreno, in corrispondenza del sito da investigare, una sollecitazione, e nel registrare le vibrazioni prodotte, sempre in corrispondenza della superficie, a distanze note e prefissate.

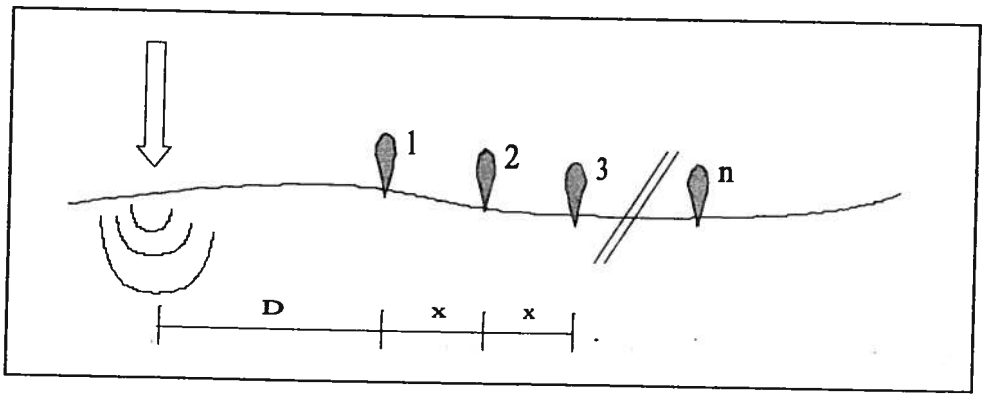


Figura 1. Schema acquisizione multicanale .

Con tale tecnica si ottiene una modellazione del sottosuolo, tramite l'analisi delle onde di Rayleigh che costituiscono un particolare tipo di onde di superficie, che si trasmettono sulla superficie libera di un mezzo isotropo e omogeneo e sono il risultato dell'interferenza e della combinazione di onde sismiche di pressione (P-waves) e onde di taglio polarizzate verticalmente (Sv-waves).

In un mezzo stratificato si verifica una dispersione delle onde prodotte cioè una deformazione del treno d'onda, dovuto alla variazione di propagazione di velocità, con la frequenza.

Le componenti a frequenza minore penetrano quindi più in profondità con velocità di fase in genere più alta, rispetto alle componenti a frequenza maggiore.

Il calcolo del profilo delle velocità delle onde di Rayleigh è visualizzato tramite grafici V(fase) / frequenza, e convertito tramite calcoli e programmi appropriati in profili Vs / profondità.

Si ottiene quindi una dettagliata ricostruzione della distribuzione nel sottosuolo, della velocità delle onde S, anche se sono possibili leggere incertezze nella determinazione (<10÷20%), in particolare quando la stratigrafia è completamente sconosciuta. La interpretazione delle tecniche di rilievo sismico MASW traggono spunto dalle prime tecniche studiate da Nazarian e Stokoe (1984) che per primi hanno presentato il metodo SASW che utilizzava una sorgente di impulso e 2 soli sismometri di rilevazione (1 Hz) con spaziatura da 1 sino a 500 m.

Tale tecnica risultava però poco significativa in ambienti rumorosi o nel caso di treni d'onda di pressione molto energetici che quindi coprivano gli arrivi delle onde di Rayleigh.

A tale scopo Park et Alii (1999) hanno sviluppato il metodo MASW, per sopperire in parte alle difficoltà di applicazione della tecnica Sasw in alcune situazioni.

La differenza principale è l'utilizzo simultaneo di 24 geofoni (sismometri polarizzati verticalmente con frequenza di 4 Hz) per consentire di ricavare numerosi profili di velocità Vs, ricavati dallo studio delle velocità di fase delle onde di Rayleigh.

I geofoni sono spaziati in genere da 0,5 a 10 m e forniscono una ridondanza statistica delle misure delle velocità di fase, avvalorandone quindi la veridicità (rispetto al metodo Sasw che si basava solo su 2 geofoni).

Le tracce dei sismogrammi, possono essere salvate nel dominio temporale, permettendo quindi di distinguere ed evidenziare (nel record di registrazione) le onde di Rayleigh, caratterizzate da elevata ampiezza di segnale (circa il 60% dell'energia prodotta si ripartisce nelle onde di Rayleigh).

Si può così costruire un grafico ampiezza/frequenza, che consente di individuare il segnale proprio, relativo alle onde superficiali che interessano tale metodologia.

Successivamente eseguendo una particolare "analisi spettrale" si produce un grafico "Velocità di fase/frequenza" da cui è possibile distinguere ed estrarre la curva di dispersione (teorica e di calcolo) ed il profilo iniziale delle Vs, sottoposti ad inversione 1-D, consentendo quindi di minimizzare le imprecisioni (risultati random) ed elevando l'attendibilità del risultato finale.

I dati della prospezione Masw, con riferimento ai principali grafici di riferimento, sopra descritti, ed in particolare alla stratificazione della velocità sismica Vs con la profondità, sono contenuti nella Tavola n.8.

Nella scheda sono riportati:

- Spettro - Frequenza (Hz) / Numero d'onda (rad/m)
- Curva di dispersione e curva teorica - Frequenza (Hz) / Velocità di Fase (m/s)

➢ Modello della velocità – Velocità (m/s) / Profondità (m)

Interpretazione dei dati acquisiti

In base all'analisi ed all'interpretazione dei dati acquisiti sono stati riconosciuti 4 livelli rifrattori, che separano rispettivamente lo strato più superficiale (in geofisica strato aerato) da due strati intermedi, più uno strato di fondo a spessore indeterminato. Non sono state individuate situazioni locali che possano influire direttamente sulla propagazione in superificie con amplificazione delle onde sismiche.
Lo strato aerato più superficiale, a spessore medio di 2.45 m, presenta velocità delle onde S, mediamente di 266 m/s. Si tratta dello spessore della coltre superficiale che non mostra segni di movimento o di qualsuiasi dissesto in atto.
Successivamente si rileva il primo strato intermedio, compreso tra la profondità di -2.45 m e – 6.35 m m da p.d.c., con velocità S oscillante mediamente attorno ai 520 m/s, il secondo strato intermedio fra le profondità di –6.35 m e – 10.55 m con velocita delle onde S di circa 684 m/s. Oltre i 10.55 m di profondità è presente lo strato do fondo a spessore indeterminato, caratterizzato da velocità sismiche delle onde S pari a 900 m/sec.
I dati di tutte le prospezioni eseguite, tempi d'arrivo, profondità relativa di ciascun rifrattore, velocità sismiche dei vari strati, sono contenuti nell'allegato denominato "Prospezione Sismica di Superficie".
Dall'analisi comparativa sono state ottenute le velocità delle onde S per i vari livelli individuati, come sotto riportato:

1° strato:	velocità media onde S =266 m/s
2° strato:	velocità media onde S =520 m/s
3° strato:	velocità media onde S =684 m/s
4° strato:	velocità media onde S =900 m/s

In base a quanto sopra, la classificazione delle categorie dei suoli di fondazione, come da All. 2 (cfr. Ord. Pres. Consiglio dei Ministri 3274 del 20/03/2003), ai vari strati sismostratigrafici individuati, è stato associato il valore

della velocità delle onde S direttamente misurate, ed ha consentito di ottenere la Vs30, cioè la velocità media di propagazione delle onde di taglio nei primi 30 m di sottosuolo, dall'espressione:

$$Vs_{30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{Vs_i}}$$

dove:

hi = spessore dello strato i-esimo V_{si} = velocità onde S nello stato i-esimo

N = numero strati considerati

Dove $\mathbf{h_i}$ *e* $\mathbf{v_i}$ *indicano lo spessore in metri e la velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo, per un totale di N strati presenti nei 30 metri superiori ottenendo in base ai dati sopra esposti:*

V_{s30}= 675 m/sec

In accordo con le norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento degli edifici contenute nell'Ordinanza P.C.M. 3274 (G.U. 08/05/2003 a cui si farà sempre riferimento nel seguito), paragrafo 3.1, al terreno di fondazione è possibile associare una

Categoria del suolo di fondazione di tipo "B"

B	*(Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate, o argille molto consistenza, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 e 800 m/sec).*

L'azione sismica viene definita sulla base della zonazione sismica, la quale prevede una suddivisione del territorio nazionale in 4 zone sismiche ciascuna caratterizzata da un diverso valore del parametro "a_g" (accelerazione di picco in superficie su terreno rigido) nello specifico:

Comune = **Castelnovo Ne' Monti**

Zona sismica = **2**

Valore max di a_g = **0.25 g**

g = accelerazione di gravità

Categoria suolo	*S*	T_B	T_C	T_D
A	*1,0*	*0,15*	*0,40*	*2,0*
B,C,E	*1,25*	*0,15*	*0,50*	*2,0*
D	*1,35*	*0,20*	*0,80*	*2,0*

Tabella - Valori delle componenti orizzontali nello spettro di risposta elastico

TIPO DI SOTTOSUOLO	*S*
B	**1.25**

Da tali dati si è passato a definire l'***"azione sismica di progetto"*** (AS) come:

$$AS = a_g \times S \times St$$

- a_g = accelerazione massima su terreno rigido di riferimento (tipo A) con probabilità di superamento del 10 % in 50 anni.
- **S** = fattore che tiene conto della categoria del suolo
- **St=** fattore che tiene conto del profilo stratigrafico.

Azione sismica locale di progetto

(AS) = S x a_g X 1,2 = 1.25 x 0.25 x 1.2 = **0.375**

3. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione tratta dei caratteri sismici di un terreno posto in località Felina di Castelnovo Ne' Monti, sul quale è in corso la richiesta di inserimento nel Piano Operativo Comunale – Ambito NU1n (richiesta sig. Lusenti Luisa e altri).

L'indagine sismica, eseguita con metodologia MASW, ha portato alla definizione di un terreno appartenente alla ***"Categoria del suolo di fondazione di tipo (B)"*** *"Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri ....e da valori di Vs30 compresi fra 360 m/s e 800 m/s"*. con valori di **V_{s30}= 675 m/s.**

L'indagine della pericolosità locale per la definizione degli "effetti di sito", non ha portato alla individuazione di situazioni che possano amplificare la risposta sismica del sito ed è stata definita una azione sismica di progetto pari a **0,375**.

Non sono inoltre state identificate zone con caratteristiche geotecniche scadenti tali da non consentire l'attività edificatoria.

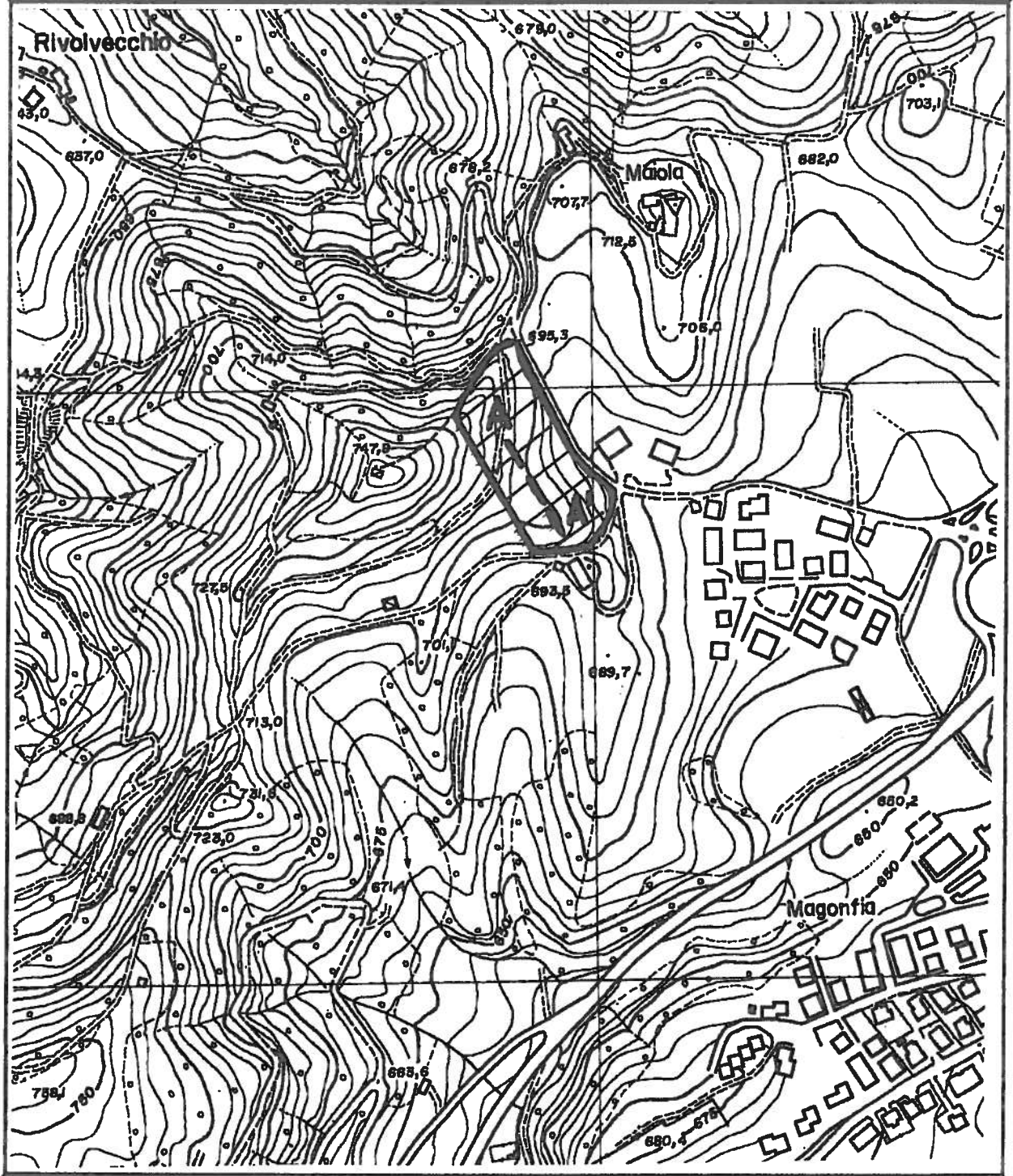
Si rilascia parere favorevole all'intervento per gli aspetti sismici, nel rispetto di quanto contenuto nella presente relazione.

S.Cassiano lì, 23/11/2006

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. EMILIO SCHENETTI
N. 207
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Allegato n. 1

UBICAZIONE ESTENDIMENTO SISMICO



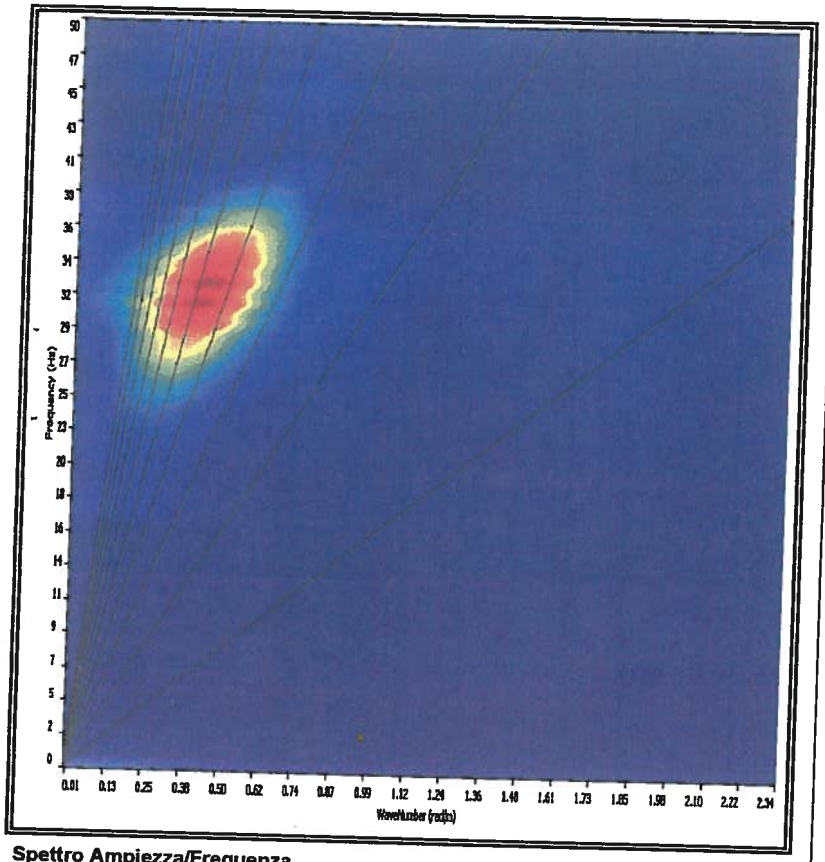
Ubicazione area

Estendimento sismico A — — — — A'

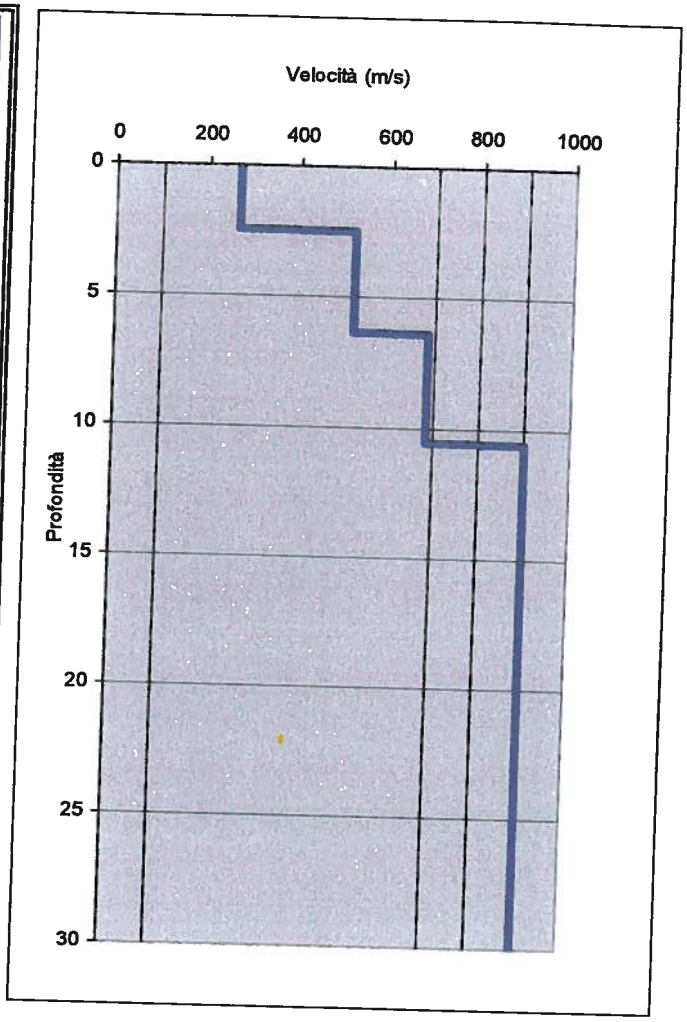
scala 1:5.000

Allegato n. 2
Prospezione sismica di superficie con metodologia MASW

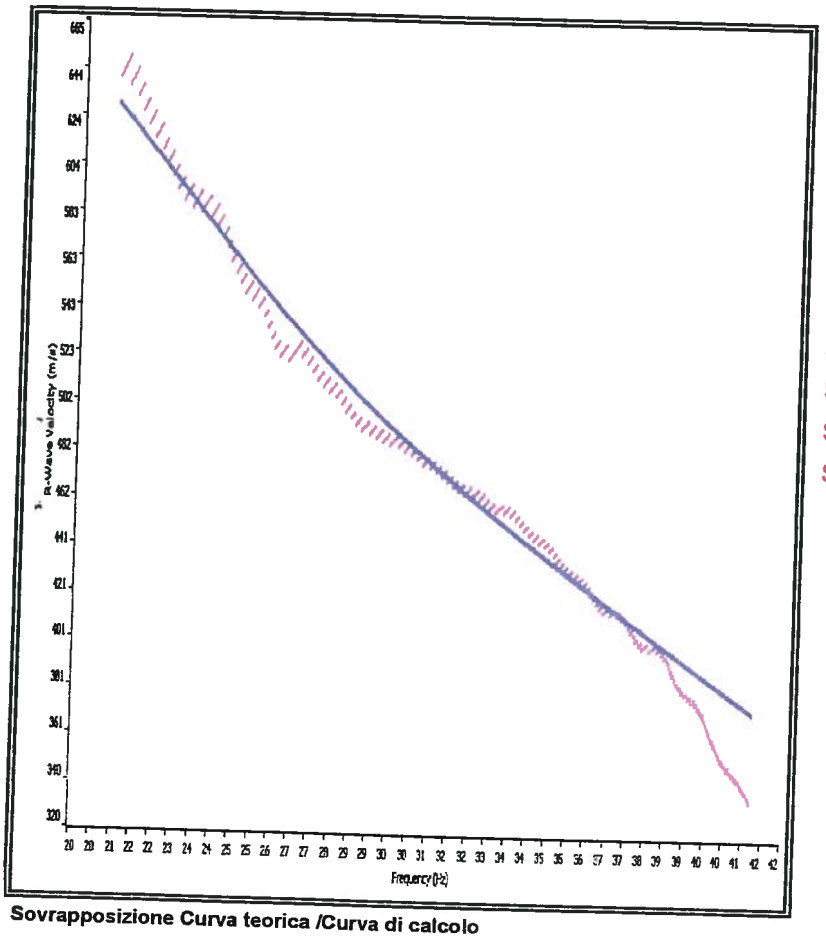
Dr. Geol Emilio Schenetti	**Prospezione Sismica di superficie** **Definizione Azione Sismica di progetto** (in ottemperanza All.2 Ord. 3274 2003) Metodologia MASW	COMMITTENTE: **Sig.ra Lusenti Luisa**
Dir. Lavori: Dr. Schenetti Emilio	*Nome File:* Felina_B	*Località:* Felina (RE)
Data: Novembre 2006	*Strumentazione:* PASI SG 24	



Spettro Ampiezza/Frequenza



Profilo velocità/profondità



Sovrapposizione Curva teorica /Curva di calcolo

	Profondità da	Profondità a	Spessore m	Vel. Media m/sec
Strato1	0	2.45	2.45	**266**
Strato2	2.45	6.35	3.90	**520**
Strato3	6.35	10.55	4.20	**684**
Strato4	10.55	30.00	19.45	**900**

Vs_{30} = 675 m/sec

Caratteristiche

N° geofoni a 4,5Hz	24
Spaziatura geofoni	1.5 m
Lunghezza base	34.5 m
sparo	8 m

in base al rapporto Ampiezza / frequenza dell'onda sismica si presume una profondità massima d'investigazione di circa 30 m

Dott. Emilio Schenetti

GEOLOGO
Ordine reg. Geologi Emilia Romagna n°207
42010 S. CASSIANO (RE)
Via Debbia, 14 – Tel. 0522/844645 – Cell. 348/6433607
C.F. SCH MLE 50A30 A586B - P.IVA 00473870350

Egr. Sigg.Lusenti Luisa e Loris
Felina (RE)

Studio Tecnico
Borghi Dott.Arduino
Via Prampolini,8
42035 Castelnovo né Monti (RE)

Oggetto:Relazione geologica e geotecnica Gennaio 2005.

La presente per comunicare che la relazione di cui all'oggetto,è stata realizzata in conformità di quanto previsto da DL 14/09/05 "Norme tecniche per le costruzioni", e da Deliberazione Giunta Regione Emilia-Romagna N° 1677/2005 del 24/10/05.

S.Cassiano,26/01/2006

Distinti saluti

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
EMILIO
SCHENETTI
Nr. 207
REGIONE EMILIA ROMAGNA

Dott. Emilio Schenetti – Geologo –
Via Debbia, 14 – 42010 S.Cassiano (RE) – Tel. 0522/844645

Comune di Castelnovo Ne' Monti
Località: Felina

Committente: Lusenti Luisa e Lusenti Loris

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE DI N.4 EDIFICI RESIDENZIALI

RELAZIONE GEOLOGICA E GEOTECNICA

INDICE

1. PREMESSA pag. 1
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO pag. 2
3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO pag. 2
4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA pag. 3
5. STABILITA' pag. 3
6. CARICHI AMMISSIBILI SUI TERRENI DI FONDAZIONE pag. 4
7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE pag. 5

ALLEGATI

- TAV.1 - UBICAZIONE DELL'AREA
- TAV.2 - PLANIMETRIA CATASTALE
- TAV.3 - CARTA GEOLOGICA
- TAV.4 - CARTA DELLA STABILITA'
- TAV.5 - ESTRATTO DEL P.A.I.
- TAV.6 - UBICAZIONE SONDAGGI
- DIAGRAMMI PENETROMETRICI

La presente relazione si compone di n°6 pagine e n°6 allegati.

Geo0105

1. PREMESSA

La presente relazione geologica e geotecnica viene redatta su incarico dei sig.ri Lusenti Luisa e Loris di Felina, a corredo del progetto per la costruzione di n.4 edifici residenziali in località Felina, Comune di Castelnovo Ne' Monti (RE).
Lo studio è eseguito secondo quanto previsto nel D.M. 11.03.'88 e nella circ. Ministero dei LL.PP. n°30483 del 24.09.'88, nonché dalle leggi della Regione Emilia Romagna in materia.
A tale fine è stato realizzato un rilievo diretto in campagna e si è provveduto a reperire la documentazione cartografica e di letteratura disponibili per definire l'andamento geologico e geomorfologico della zona.
Per la caratterizzazione stratigrafica e geotecnica dei terreni che ospiteranno le fondazioni degli edifici, in data 28/01/2005 sono state realizzate n.5 penetrometrie dinamiche con penetrometro dinamico superpesante (DPSH).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

L'area oggetto di edificazione è localizzata in Comune di Castelnovo Ne' Monti (RE), a nord dell'abitato della frazione di Felina, in fregio alla via che dalla località "Strada" porta a "Maiola" e circa un chilometro ad ovest della "Torre di Felina".
E' contraddistinta ai mappali n. 608-609-684-686-683 del foglio catastale n°30 del Comune di Castelnovo Ne' Monti ed è localizzata ad una quota compresa fra 680 e 700 m s.l.m.
L'area è cartograficamente identificata nella Sezione CTR n°218100 "Felina" alla scala 1:10.000, di cui uno stralcio è riportato in Tav.1 e nel relativo Elemento n°218103 "Magonfia".

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

La geologia dell'area è caratterizzata dalla presenza su vasta scala della Formazione delle Arenarie di Bismantova ed in particolare del termine pelitico-

marnoso delle Marne del Cigarello (ABI3). Si tratta di peliti e peliti sabbiose di colore grigio-chiaro in strati male definiti e di spessore variabile.
La giacitura degli strati ha direzioni molto variabili e inclinazioni generalmente sub-orizzontali, comunque inferiori ai 10°. La morfologia è influenzata dalla litologia, con alternanze di rilievi e guglie in prossimità dei termini meno erodibili e più compatti e avvallamenti ed incisioni in quelli più teneri.
Il terreno oggetto è individuato in un versante che degrada da SO verso NE con acclività media di 15°. La linea di crinale è localizzata circa 100 m in direzione ovest. Nella fascia est, il substrato marnoso è praticamente affiorante, mentre ad ovest è mascherato da deboli spessori di coltre detritica e suolo. Le prove penetrometriche hanno dimostrato la presenza di una coltre superficiale di modesto spessore (1.20-3,00 m), con zone dove il substrato è affiorante (zona DPSH2). Lo spessore maggiore si rileva in prossimità della strada di accesso, dove la prova DPSH4 ha evidenziato una coltre di circa 2,80 m di ampiezza.

4. IDROGRAFIA E IDROGEOLOGIA

Il terreno oggetto di costruzione è localizzato in prossimità di una guglia e del crinale spartiacque che divide i bacini imbriferi del Rio Maillo e T.Tresinaro, il primo affluente del T.Tassobbio tributario di destra del T.Enza, il secondo tributario di sinistra del F.Secchia.
Le acque di pioggia vengono intercettate per lo più dai fossi di regimazione agricola e dai fossi stradali, per poi essere convogliate nella rete di drenaggio naturale principale.
La permeabilità è limitata per fessurazione e fratturazione nei termini marnosi, comunque limitata negli spessori di deposito ed alterati superficiali.
Nei fori sondaggio non si è rilevata la presenza di acque di falda, così come nell'intorno non si evidenziano sorgenti e non sono presenti captazioni di acque pubbliche.

5. STABILITA'

La stabilità dell'area è riportata in tav.4. Non si ravvisano fenomeni di dissesto in atto o presunti sia sulle opere presenti (strade e altri fabbricati) che sui terreni di nuovo intervento. La posizione di crinale e la presenza del substrato in posto già a modeste profondità, sono una buona garanzia di stabilità. L'area non è compresa fra quelle in dissesto individuate dal P.A.I., di cui uno stralcio è riportato in Tavola 5. Al fine di evitare la possibilità di instaurarsi di fenomeni di instabilità, è comunque opportuno prevedere un corretto smaltimento delle acque piovane e di quelle in uscita dall'edificio, realizzando una serie di dreni a monte e a coronamento dello stesso. In questo modo si limiteranno possibili ristagni a livello delle fondazioni. I terreni di risulta degli scavi di sbancamento e quelli necessari per la costruzione delle fondazioni, potranno essere posizionati sul fronte della strada di accesso dove il profilo risulta più depresso, avendo cura di costiparli per rullatura di strati successivi. Per garantirne la stabilità, sul lato di valle dovrà essere realizzata una palificata di contenimento, prevedendo una infissione nel substrato di almeno 3 m, pertanto utilizzando pali di almeno 6 m di lunghezza (3 m di infissione + 3 m di coltre superficiale oltre il riporto).

6. CARICHI AMMISSIBILI SUI TERRENI DI FONDAZIONE

Per la definizione delle caratteristiche meccaniche del primo sottosuolo sono state eseguite n.5 prove penetrometriche dinamiche spinte a rifiuto sino alla profondità di: DPSH1: m 2.00, DPSH2: m 1.40, DPSH3: m 2.40, DPSH4: m 3.20, DPSH5: m 1.60 rispetto al piano di campagna.
Le prove sono state eseguite utilizzando un penetrometro dinamico super pesante DPSH (Heavy) avente le seguenti caratteristiche:

- massa battente M=63,50 kg; altezza di caduta libera H= 0,75 m;
- peso sistema di battuta Ms=0,63 kg;
- diametro punta conica D=50,50 mm;
- area di base punta conica A=20,00 cm^2;
- angolo di apertura punta a=90°;
- lunghezza delle aste La=1.00 m;

- peso aste per metro Ma=6.40 kg;
- numero colpi avanzamento punta N=N(20) relativo ad avanzam. di 20 cm;

LA RESISTENZA DINAMICA È STATA OTTENUTA CON LA FORMULA OLANDESE,

$$RPD=M^2 \times H / (A \times E (M + P))$$

Con:

- e= infissione per colpo;
- M= massa battente;
- P= peso aste e sistema di battuta.

Dall'elaborazione dei dati si ottengono i seguenti parametri geotecnici rappresentativi:

- Rpd (medio): resistenza dinamica alla punta;
- Cu: coesione non drenata, data da rapporto Rp/20;
- Mo: modulo edometrico.
- D= termine d'incastro= 1,0 m
- Nc, Nq, Nγ= fattori di capacità portante di Terzaghi.
- γ= peso di volume (definito a priori)= 1,8 kg/cm^2.

Il carico di rottura del terreno in condizioni non drenate, dedotto dall'interpretazione delle prove penetrometriche, può essere così ottenuto:

$$Plim=cN_c + qN_q - 0.5\ D\gamma N_\gamma$$

Occorre definire due zone a diverse caratteristiche geotecniche. In particolare la zona di valle dove è stata eseguita la prova DPSH4, si distingue dal resto del comparto per la minor resistenza alla penetrazione e quindi per i più modesti valori di Rpd. La pressione di esercizio si ricava dividendo quella limite per il fattore di sicurezza 3. Alla profondità di -1.50 m da p.d.c., nei terreni prossimi alla prova DPSH4, si ottiene:

$$Pamm=Plim/3 = 1.0\ kg/cm^2$$

Su tutto il resto del comparto si ottiene:

$$Pamm=Plim/3 = 1.5\ kg/cm^2$$

La scelta del tipo di fondazione da adottare è strettamente legata non solo alle caratteristiche geotecniche del terreno, ma anche dalla tipologia della struttura, quindi in rapporto alla stabilità globale dell'insieme opera-terreno.
Sulla base dell'indagine eseguita, si suggerisce l'adozione di fondazioni superficiali continue (nastriforme, T rovescia) impostate alla profondità di -1.50 m rispetto al piano di campagna, profondità oltre la quale il terreno non risente delle variazioni dovute alle lavorazioni agricole e al gelo.

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La presente relazione tratta dei caratteri geologici, geomorfologici e geotecnici di un terreno posto in località Felina di Castelnovo Ne' Monti (RE), sul quale è in progetto la costruzione di n.4 unità abitative.
Il lotto di terreno sul quale si intende costruire è localizzato in prossimità di un crinale, non presenta situazioni di instabilità o di esondabilità e pertanto risulta idoneo per fini edificatori civili.
Dall'esame delle prove penetrometriche eseguite si riscontra la possibilità di utilizzare fondazioni continue, localizzate ad una profondità di 1.50 m rispetto a piano campagna, conferendo al terreno un carico massimo ammissibile kt= 1.00 kg/cm^2 sui terreni prossimi alla prova DPSH4, mentre su tutto il resto del comparto si potrà utilizzare un kt = 1.50 kg/cm^2.
Le acque bianche dell'edificio dovranno essere opportunamente raccolte e smaltite nella rete drenante naturale in modo da evitare infiltrazioni a livello delle fondazioni o fenomeni di instabilità verso valle.
A tale proposito è opportuno realizzare verso monte e a coronamento dell'edificio, una serie di dreni per la raccolta delle acque di pioggia.
I terreni di risulta degli scavi di sbancamento e quelli necessari per la realizzazione delle fondazioni, potranno essere posizionati sul fronte della strada di accesso dove il profilo risulta più depresso, avendo cura di costiparli per rullatura successiva di strati omogenei. Per garantirne la stabilità, sul lato di valle dovrà essere realizzata una palificata di contenimento, prevedendo una infissione nel substrato di 3 m, pertanto utilizzando pali di almeno 6 m di

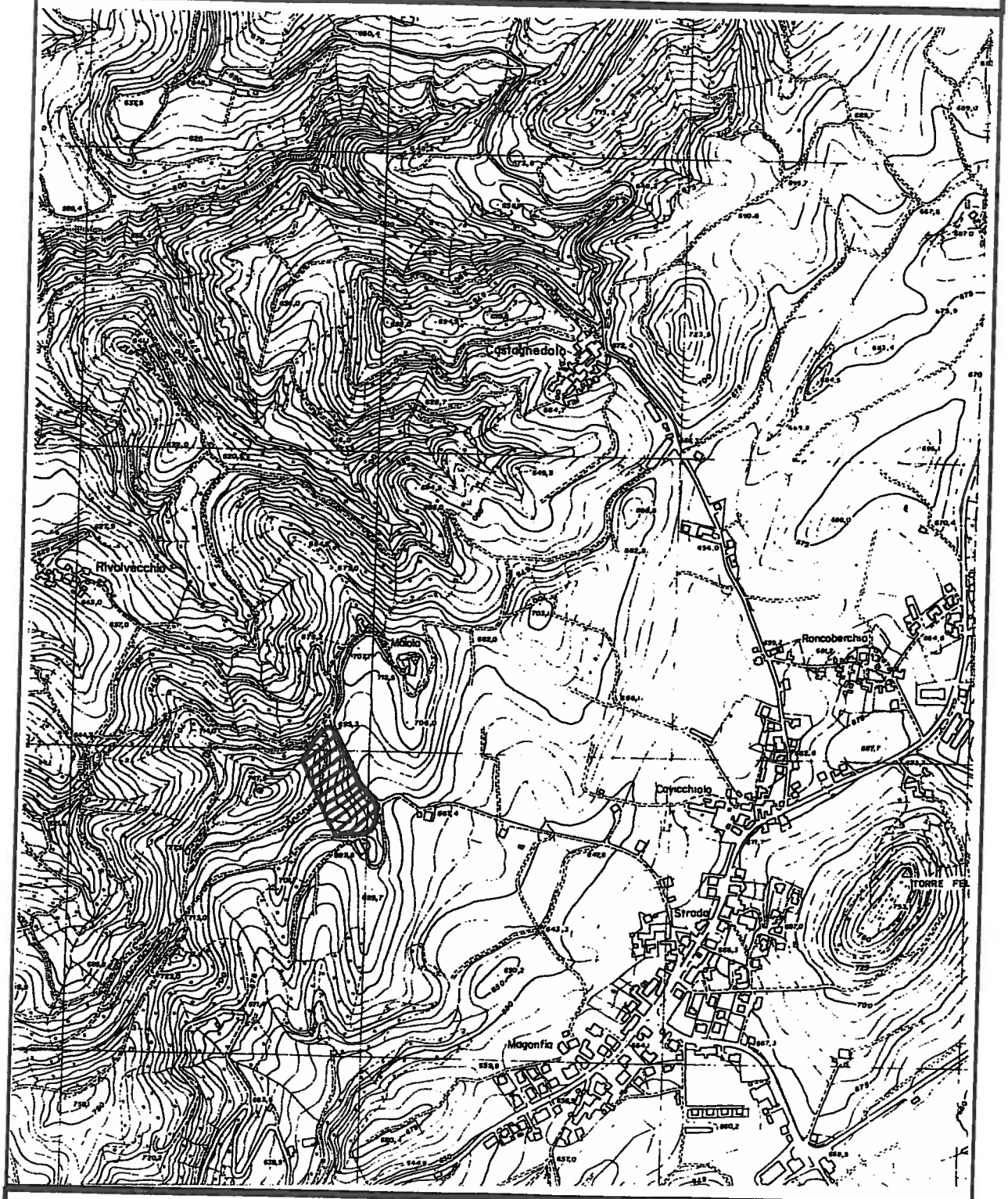
lunghezza (3 m di infissione + 3 m di coltre superficiale oltre il riporto). Qualora in fase esecutiva dovessero verificarsi anomalie o difformità rispetto a quanto riportato in relazione, si consiglia l'assistenza di un tecnico per la verifica in corso d'opera delle condizioni geotecniche assunte in questa sede (punto b3 delle N.T. del D.M. 11/03/1988).

Si rilascia parere favorevole all'intervento per gli aspetti geologici e geotecnici, nel rispetto di quanto contenuto nella presente relazione.

S.Cassiano lì, 28/01/2005

TAVOLA 1

INQUADRAMENTO DELL'AREA



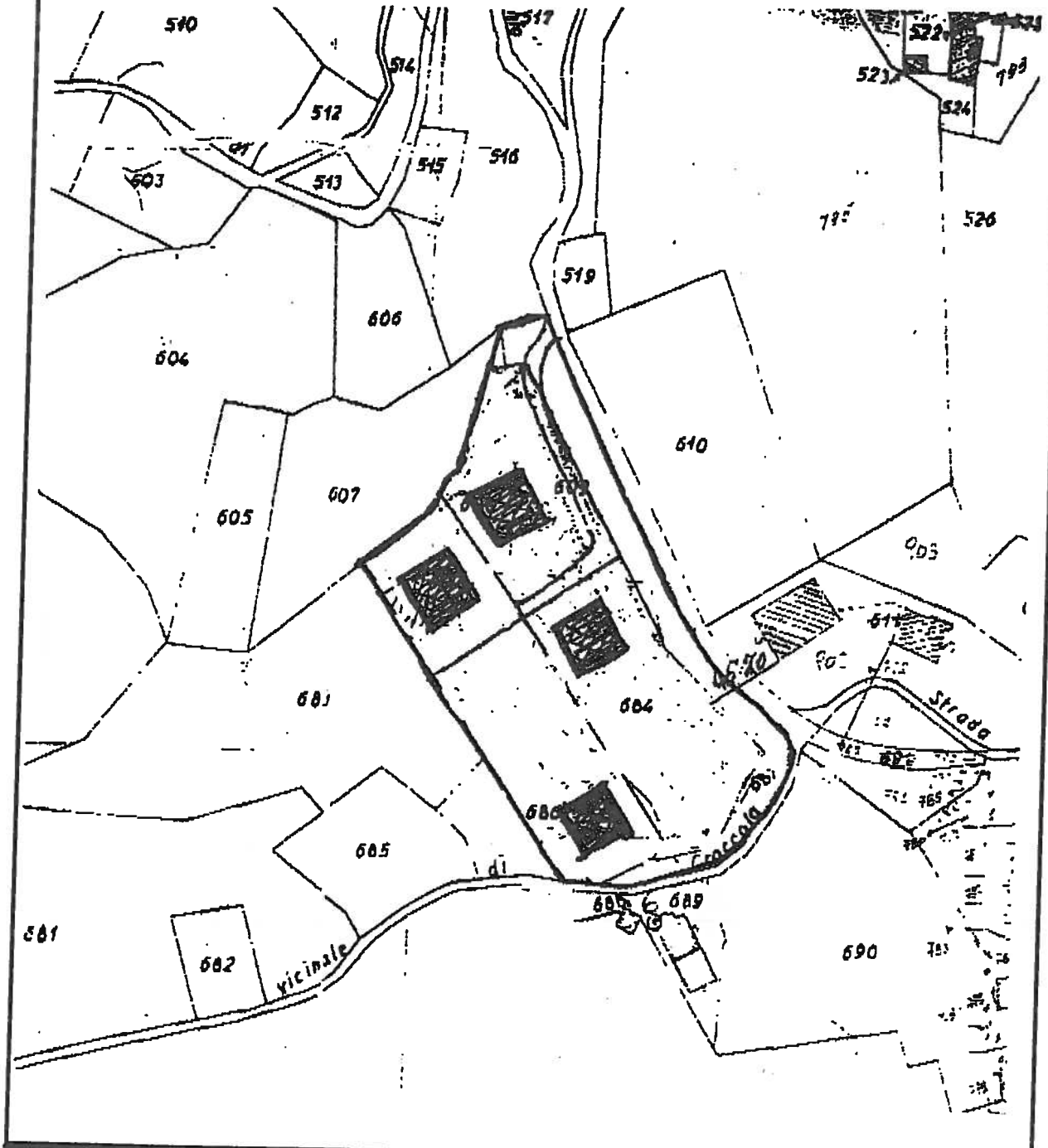
ESTRATTO DELLA C.T.R. n. 218100 "FELINA"

Area da edificare

scala 1:10.000

TAVOLA 2

PLANIMETRIA CATASTALE



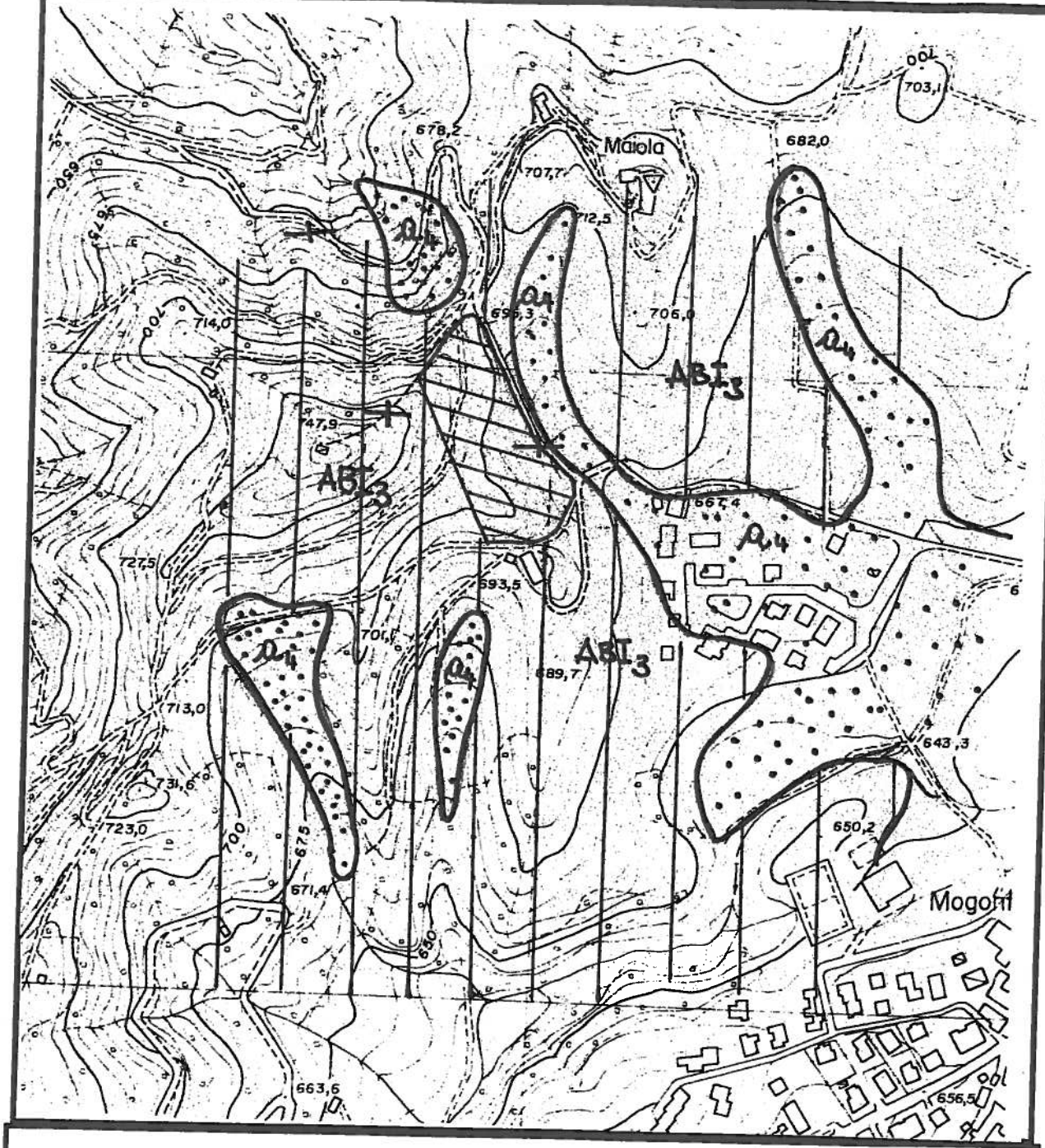
Comune di Castelnuovo Ne' Monti

Foglio n.30
Mappali n.608-609-684-686-683

scala 1:2.000

TAVOLA 3

CARTA GEOLOGICA



Legenda

Area da edificare

a4: depositi eluviali e colluviali

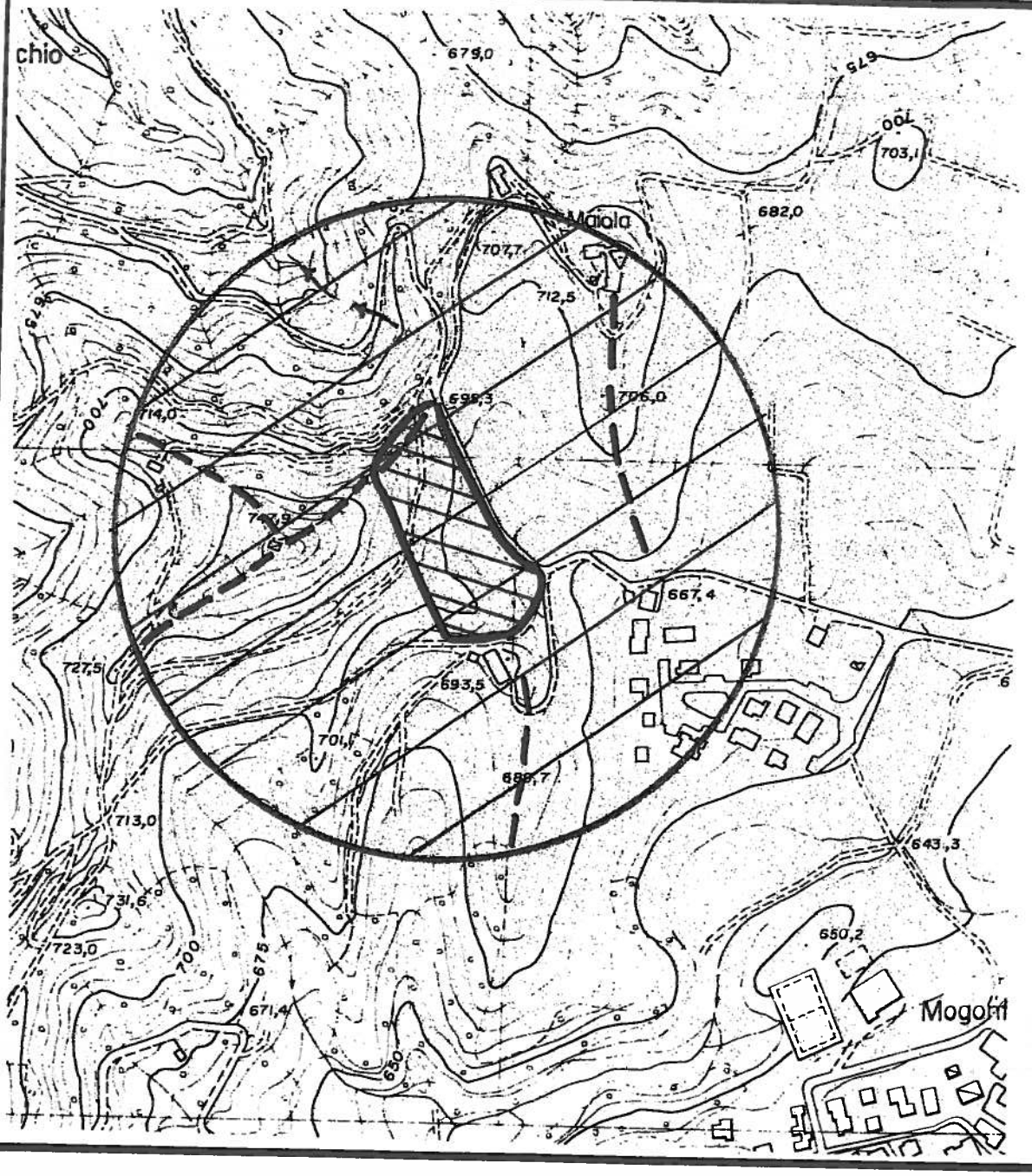
ABI3: Formazione di Bismantova (Membro delle Marne del Cigarello)

Strati orizzontali (<5°)

scala 1:5.000

TAVOLA 4

CARTA DELLA STABILITA'



Legenda

Area da edificare

Dorsali

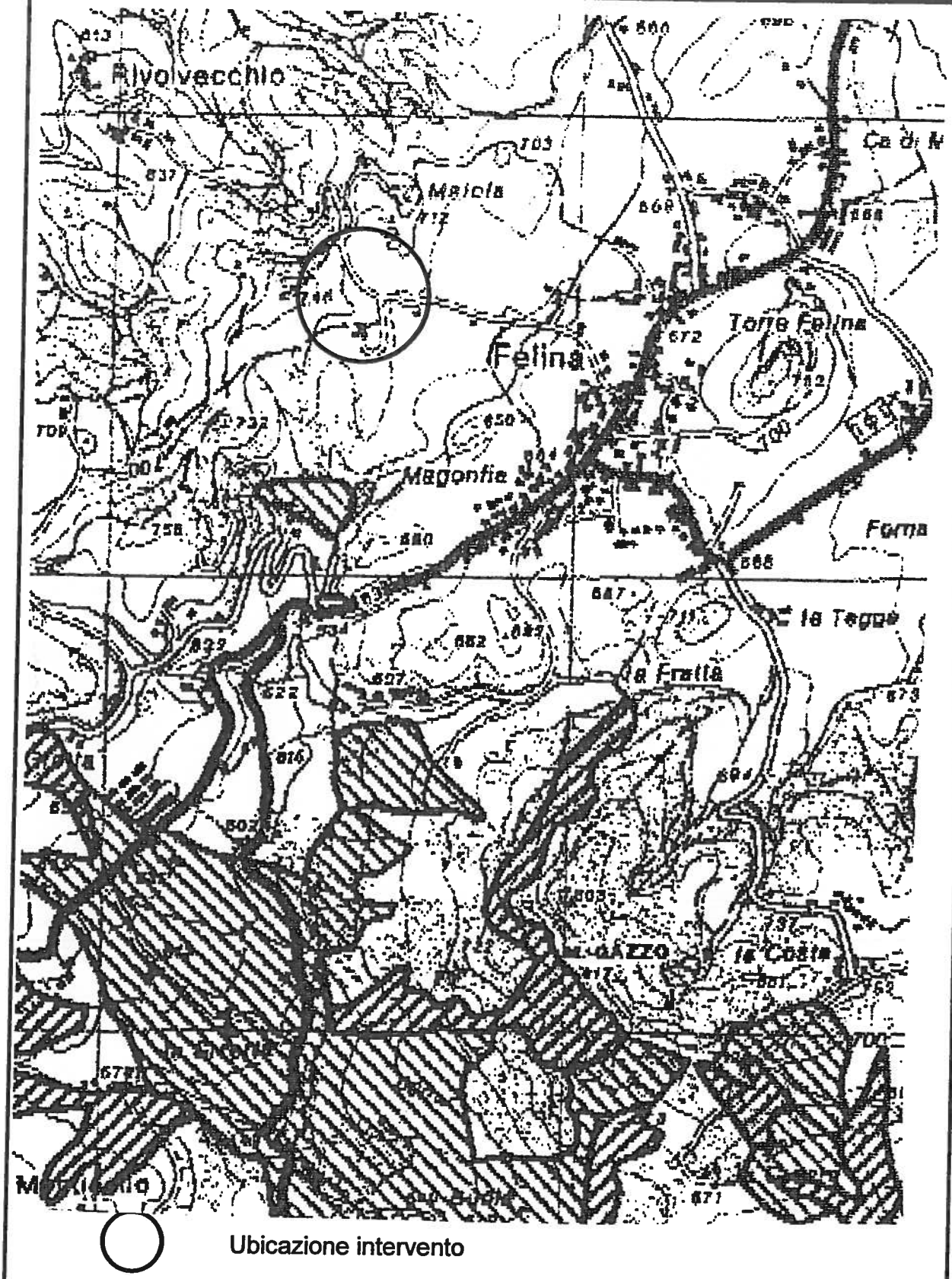
Impluvi

Zone a stabilità sufficiente

scala 1:5.000

TAVOLA 5

ESTRATTO DEL P.A.I.



Ubicazione intervento

AUTORITA' DI BACINO DEL FIUME PO

PARMA

Modifiche e integrazioni al Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI)

Interventi sulla rete idrografica e sui versanti
Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6-ter

2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici
Delimitazione delle aree in dissesto

LEGENDA

Delimitazione delle aree in dissesto

FRANE

	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di frana attiva (Fa)			
Area di frana quiescente (Fq)			
Area di frana stabilizzata (Fs)			
Area di frana attiva non perimetrata (Fa)			
Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)			
Area di frana stabilizzata non perimetrata (Fs)			

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO

	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata (Em)			
Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)			
Area a pericolosità elevata (Eb)			
Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)			

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI

	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area di conoide attivo non protetta (Ca)			
Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)			
Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)			

VALANGHE

	A. Delimitazione PAI	B. Modifiche e integrazioni	C. Aree a rischio idrogeologico molto elevato
Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)			
Area a pericolosità media o moderata (Vm)			
Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)			
Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Vm)			
		Aree declassificate	

	Aree perimetrate per applicazione salvaguardia (Art. 9 Norme PAI)	All. 4.2: Perimetrazione delle aree in dissesto 1:10.000 - 1:5.000	All. 4.1: Perimetrazione delle aree a rischio idrogeologico molto elevato 1:10.000 - 1:5.000
		8268 Tavole applicazione salvaguardia (Art. 9 Norme PAI)	Tavola PS267
			Tavola integrazioni 2001

Area interessata dalla delimitazione delle fasce fluviali

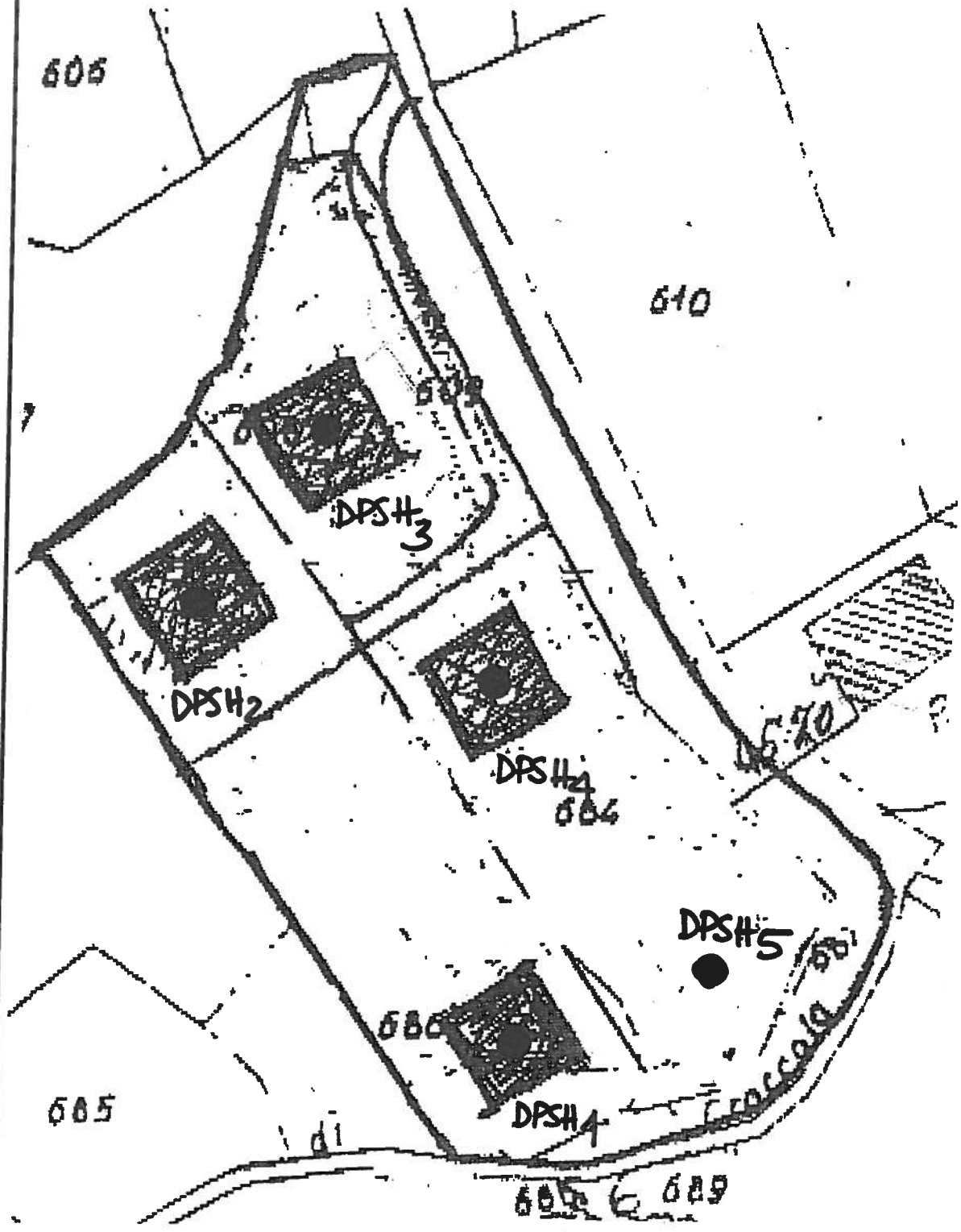
Limite tra la fascia B e la Fascia C

Limite di progetto tra la Fascia B e la Fascia C

Limite di bacino idrografico del fiume Po

TAVOLA 6

UBICAZIONE SONDAGGI



Edifici in progetto

DPSH1 Prova penetrometrica dinamica con numero d'ordine

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÈ MONTI (RE)

INDAGINE GEOLOGICO - GEOTECNICA PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO IN VIA BELLESSERE - CASTELNOVO NÉ MONTI (RE)



Novembre 2008

Dr. Geol. Gualdi Davide

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÉ MONTI (RE)

INDAGINE GEOLOGICO - GEOTECNICA PRELIMINARE PER LA REALIZZAZIONE DI UN FABBRICATO IN VIA BELLESSERE - CASTELNOVO NÉ MONTI (RE)

INDICE

1. Premessa.....1
2. Inquadramento geografico-cartografico.....2
3. Inquadramento geologico-geomorfologico.....3
4. Rilevamento geomorfologico-tecnico.....7
5. Indagine geognostica con approfondimenti sismici.....7
6. Fondazioni, opere di intervento e carichi ammissibili.....12
7. Conclusioni.....15

ALLEGATI

Tavola 1: Cartografia catastale

Tavola 2: Ubicazione indagini geognostiche

Tavola 3: Profilo topografico est-ovest

Allegato 1: Diagrammi penetrometrici e reports parametri geotecnici

Allegato 2: Documentazione fotografica

1. PREMESSA

Su incarico dello *STUDIO TECNICO Ing. Ivano Bianchi* è stata eseguita un'indagine geologico – geotecnica con approfondimenti sismici in località Castelnovo né Monti (RE); il seguente studio, di carattere preliminare, ha lo scopo di verificare la fattibilità di un prossimo intervento edilizio in Via Bellessere.

L'intervento in questione interesserà una delle due aree indagate in fase preliminare. Esse sono identificate, nella cartografia catastale del Comune di Castelnovo né Monti, al Foglio 37 mappali 818 - 832; in Tavola 1 allegata sono ben visibili i relativi mappali di riferimento.

L'intervento previsto interessando terreni ***non soggetti a vincolo idrogeologico*** è escluso dalla richiesta di autorizzazione o comunicazione.

Il seguente studio, eseguito nell'ottica di verificare l'idoneità geologica dei siti ad ospitare le opere previste, si pone, circa i terreni di sedime, i seguenti obiettivi:

1. caratterizzazione litologica;
2. definizione dell'assetto litostratigrafico dei due comparti;
3. indicazione della profondità della prima falda idrica;
4. parametrizzazione geotecnica;
5. caratterizzazione sismica ed effetti attesi;
6. valutazione dei carichi ammissibili;
7. valutazioni ed indicazioni geologico – tecniche.

A tal scopo si è articolato lo studio in tre fasi, esattamente:

1. raccolta di materiale digitale cartografico di carattere geologico – geomorfologico - sismico;
2. esecuzione di un rilevamento geomorfologico - tecnico;
3. esecuzione indagini geognostiche;
4. elaborazione ed interpretazione dei dati acquisiti.

L'ubicazione delle indagini è riportata in Tavola 2 allegata.

I dettagli ed i risultati circa le indagini effettuate nonché tutti gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici, inerenti i terreni delle due aree esaminate, verranno esposti nei capitoli seguenti.

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO - CARTOGRAFICO

Le due aree oggetto del seguente studio ricadono nel territorio comunale di Castelnovo né Monti in provincia di Reggio Emilia (fig. 2.1).

In via generale l'area a nord è posta ad una quota media di circa 655 mslm mentre quella a sud risulta essere compresa tra 660 e 675 mslm circa; da qui in poi, per convenzione, l'area a nord verrà identificata con "sito A" mentre quella a sud con "sito B".

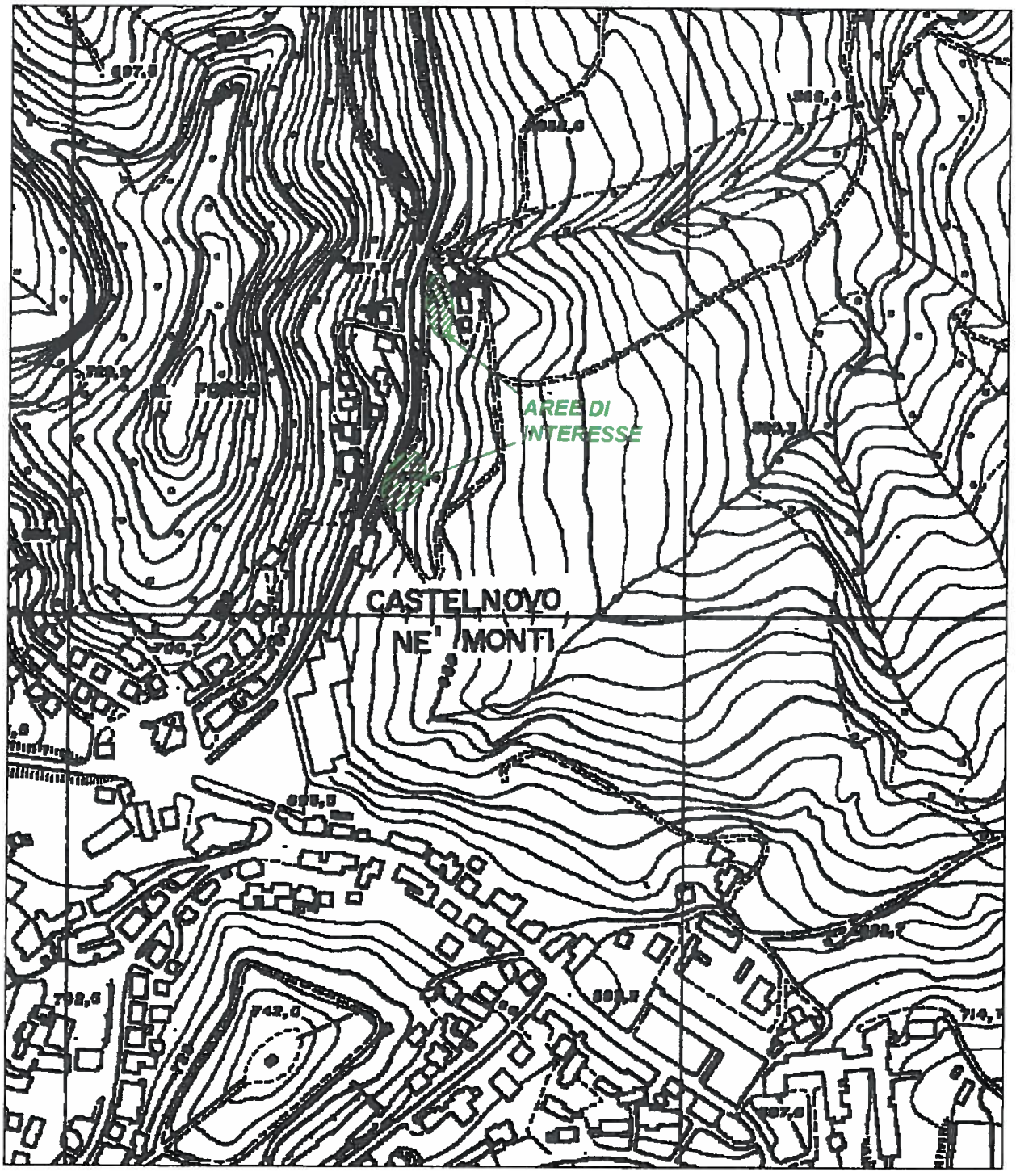


fig. 2.1 - Aree di interesse (scala 1:5000)

Dal punto di vista cartografico si è fatto riferimento ai seguenti elaborati:

- Estratto catastale, scala originale 1:2000 Comune di Castelnovo né Monti Foglio 37;
- Elemento N° 218131 CASTELNOVO NEI MONTI C.T.R. E.R., scala 1:5.000;
- Nuova Carta geologica dell'Appennino emiliano - romagnolo (CARG) - estratto in scala 1:10000 Sezione N° 218130;
- Carta Inventario del dissesto – PAI/PTCP 2007 Prov. di Reggio E. Quadro conoscitivo Sezione 218130 – scala 1:10000;
- Carta degli elementi fisico-geomorfologici - PTCP 2007 Prov. di Reggio E. Quadro conoscitivo Tavola 218SO - scala 1:25.000;
- Carta degli effetti attesi - PTCP 2007 Prov. di Reggio E. Quadro conoscitivo Tavola 218SO - scala 1:25.000;
- Carta delle aree suscettibili ad effetti locali - PTCP 2007 Prov. di Reggio E. Quadro conoscitivo Tavola 218SO - scala 1:25.000.

3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO – GEOMORFOLOGICO

Geologia

Dal punto di vista geologico si è fatto riferimento alla *Nuova Carta geologica dell'Appennino emiliano - romagnolo (CARG)* presente in rete nel sito della Regione Emilia - Romagna.

In entrambe le aree di interesse è presente la *Formazione della Marne di Antognola (ANT)* del Rupeliano terminale – Burdigaliano inf. (fig.re 3.1 ÷ 3.3); essa, appartenente alla successione epiligure, è costituita da marne argillose e marne siltose verdognole o grigie con patine manganesifere. Stratificazione difficilmente percepibile. Sono presenti livelli torbiditici di arenarie vulcanoclastiche, arcosiche e quarzoso-feldspatiche, talora selciose. Limite inferiore discordante su *RAN (Formazione di Ranzano)*. La potenza totale della formazione varia da pochi metri ad oltre 200 m.

Quest'ultima, nello specifico il *membro di Varano dè Melegari (RAN3)*, affiora nel settore orientale dell'area di studio; il settore occidentale, invece, è caratterizzato dalla presenza della *Formazione di Contignaco (CTG)*.

Entrambe *(RAN3 - CTG)* si trovano in contatto stratigrafico con *ANT* (fig.re 3.1 ÷ 3.3).

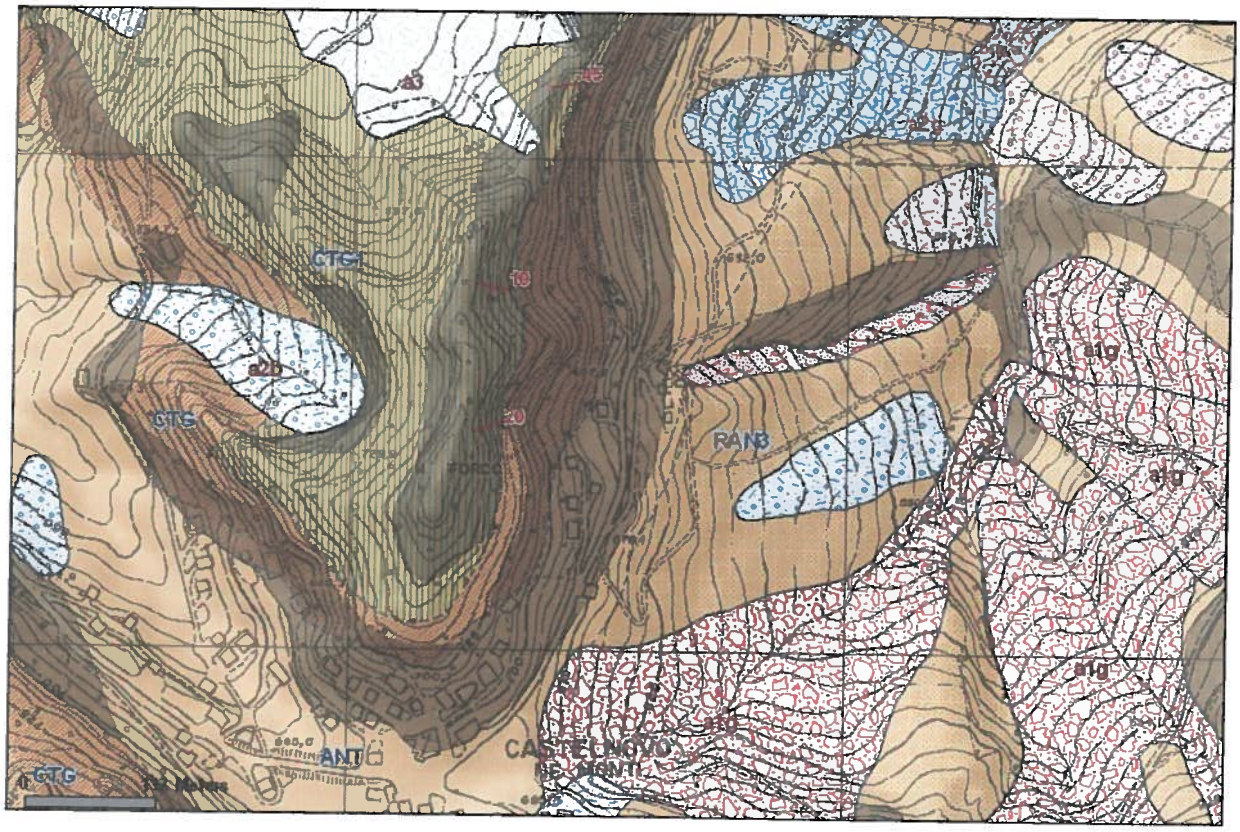


fig. 3.1 – Geologia e geomorfologia dell'area di studio (scala grafica)

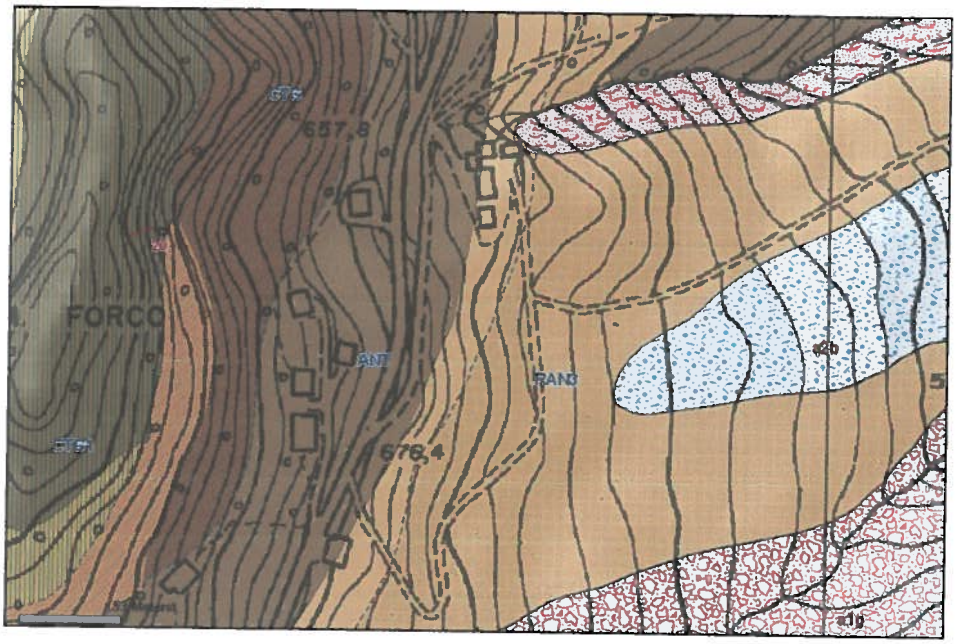


fig. 3.2 – Geologia e geomorfologia di dettaglio (scala grafica)

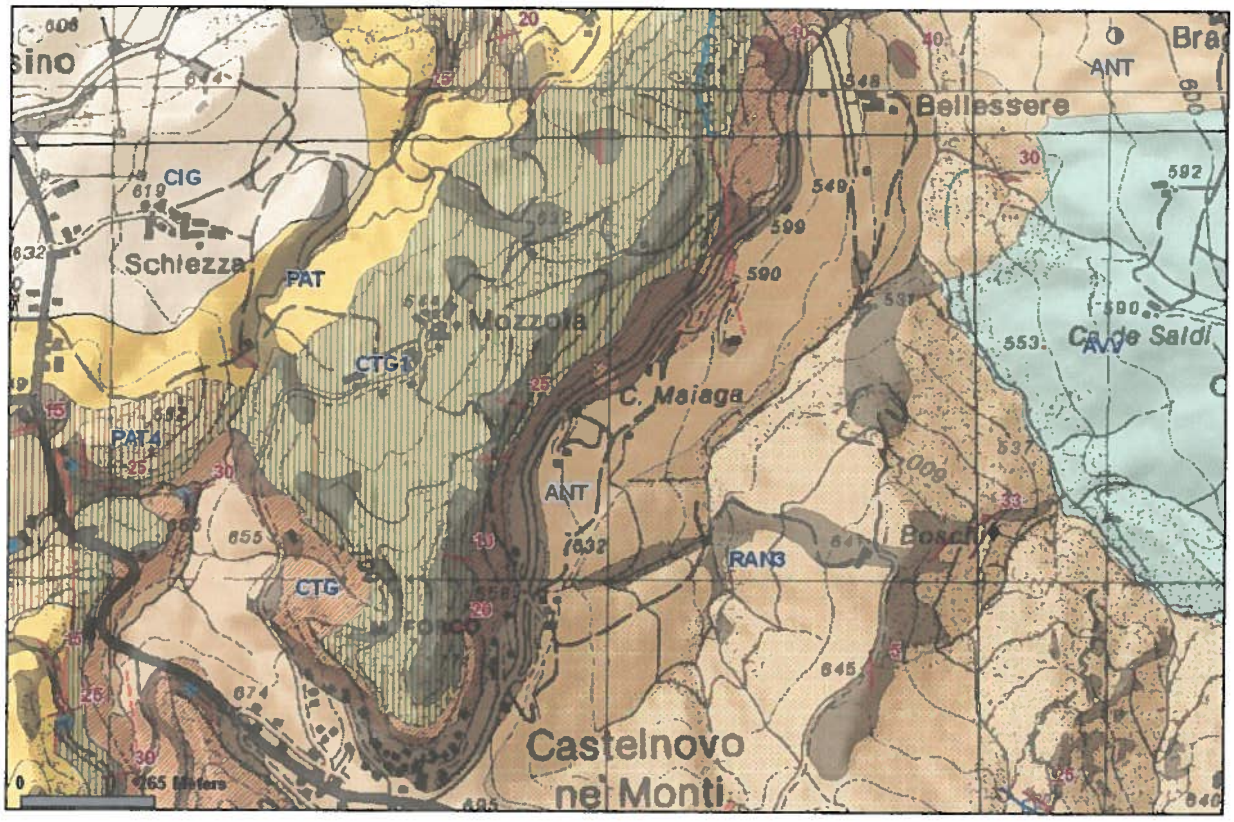


fig. 3.3 – Geologia dell'area di studio senza coperture quaternarie (scala grafica)

Geomorfologia

La porzione di territorio esaminata, dal punto di vista geomorfologico, è ubicata sul versante est del Monte Forco.

In generale nell'area di studio sono presenti vari elementi geomorfologici, sia naturali che antropici.

- *Idrografia*

L'area di studio, pur non essendo attraversata da corsi d'acqua principali (fiumi, torrenti), è però caratterizzata da diversi corsi d'acqua secondari. L'osservazione degli elaborati cartografici ed il rilevamento geologico-geomorfologico di campagna permettono di affermare che, nell'area rilevata, esistono vari impluvi. Nello specifico, ad est delle aree di interesse, si rinviene la presenza di una serie di impluvi confluenti in un rio principale le cui acque defluiscono verso NNE.

L'idrografia superficiale è ben evidenziata in fig. 3.4.

- *Processi di versante*

Nell'area rilevata sono presenti frane attive, quiescenti e depositi di versante in s.l.

Il rilevamento geologico-geomorfologico conferma quanto riportato nella cartografia tematica.

I corpi di frana nonché i depositi di versante sono ben visibili sia in fig. 3.1 che in fig. 3.4.

- *Forme antropiche*

Il centro abitato di Castelnovo né Monti, le strade principali/secondarie che lo attraversano unitamente a quelle che si diramano dal medesimo rappresentano sostanzialmente gli elementi di antropizzazione presenti nell'area rilevata.

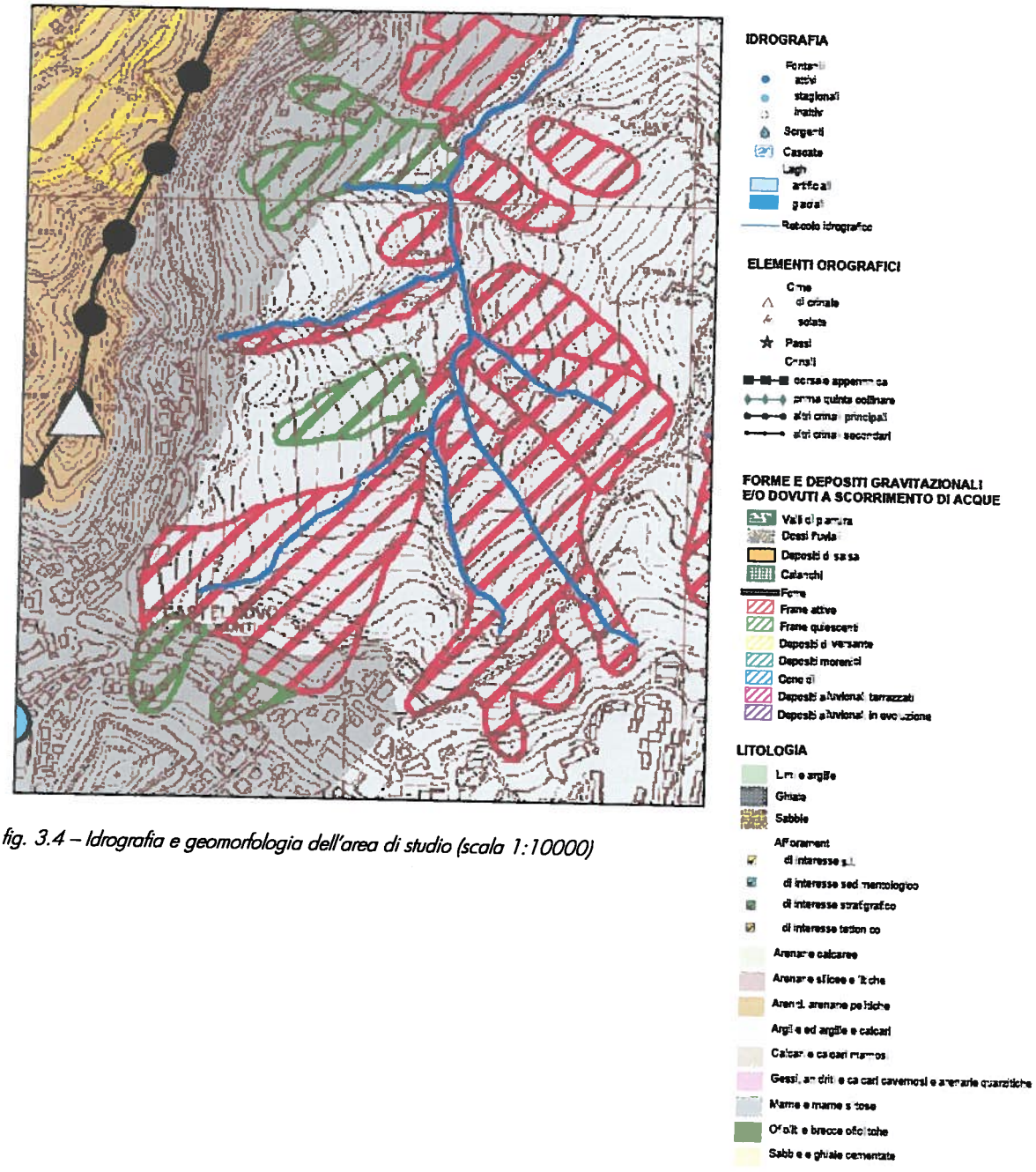


fig. 3.4 – Idrografia e geomorfologia dell'area di studio (scala 1:10000)

4. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO - TECNICO

Al fine di inquadrare/definire al meglio l'assetto geomorfologico si è ritenuto opportuno eseguire un rilevamento geomorfologico - tecnico di dettaglio in entrambi i siti di interesse; esso ha consentito sia di ottimizzare l'inquadramento geomorfologico dei siti che di rilevare altri dati geologico - tecnici utili ai fini progettuali.

Qui di seguito viene riportato quanto rilevato sul campo in corrispondenza ed in prossimità di entrambe le aree di interesse.

Sito A (nord)

- presenza di fabbricati stabili ed integri a monte e immediatamente a valle;
- limitato gradiente topografico della porzione di terreno interessata;
- assenza di crepacciature nella carraia immediatamente a monte del sito di interesse;
- muretto di sottoscarpa sostanzialmente integro e privo di deformazioni;
- franco/distanza di sicurezza più che sufficiente dalla colata presente a NNE (≅ 50 m);
- presenza di litotipi marnoso-argillosi prevalenti immediatamente a monte dell'area di interesse.

Sito B (sud)

- presenza di litotipi marnosi localmente affioranti lungo il versante;
- stabilità ed integrità degli edifici in prossimità;
- assenza di lesionamenti di rilievo nella strada immediatamente a monte;
- la scarpata a monte della strada risulta essere stabile;
- il versante in questione risulta essere significativamente acclive*.

In Allegato 2 sono visibili i dettagli sopraelencati.

**ulteriori dettagli verranno forniti nel capitolo 5.*

5. INDAGINE GEOGNOSTICA CON APPROFONDIMENTI SISMICI

Caratterizzazione litologico - geotecnica

Allo scopo di caratterizzare il sottosuolo dei due siti di interesse sia dal punto di vista stratigrafico che dal punto di vista geomeccanico - geotecnico si è ritenuto opportuno eseguire n. 4 prove penetrometriche dinamiche superpesanti.

L'ubicazione delle indagini geognostiche è visibile in Tavola 2 allegata.

Per l'indagine geognostica è stato impiegato un penetrometro statico/dinamico *PAGANI 100 kN* motorizzato

e cingolato; con esso sono state eseguite n. 4 prove *DPSH (Dynamic Probing Super Heavy).*

Le caratteristiche tecniche del penetrometro sono riportate in Allegato 1.

Le elaborazioni elettroniche dei dati registrati in sito, eseguite tramite il software *Dynamic probing* della *Geostru software sas*, hanno permesso di ottenere, su ciascuna verticale di prova, sia la sequenza litostratigrafica che i principali parametri geotecnici dei terreni indagati.

In Allegato 1 sono riportati i diagrammi penetrometrici, le interpretazioni stratigrafiche ed i principali parametri geotecnici ottenuti. Si precisa che per l'interpretazione stratigrafica si è fatto riferimento a quanto riportato nella carta geologica (fig.re 3.1 ÷ 3.3).

In particolare, in funzione della profondità, sono stati diagrammati:

- il numero di colpi (N_{20});
- le resistenze dinamiche in MPa;
- le interpretazioni stratigrafiche.

Le prove penetrometriche dinamiche (DPSH) consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (20 cm). Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di resistenza dinamica unitaria alla penetrazione* **Rpd, *utilizzando la relazione detta "degli olandesi".*

Essa è del tipo:

$$Rpd = K \times N$$

dove N è il numero di colpi per 20 cm di infissione e K è una costante dipendente dalle caratteristiche dello strumento utilizzato e dalla profondità di prova. I valori di resistenza dinamica **Rpd** *sono restituiti nell'Allegato 1 sotto forma di diagramma penetrometrico, in base alla profondità.*

Le indagini eseguite evidenziano, nel "sito A", la presenza di litotipi coesivi consistenti prevalenti nei primi 7 m circa da p.c. (Allegato 1); al di sotto di essi si rinviene il substrato roccioso vero e proprio presumibilmente costituito da marne (*"Formazione della Marne di Antognola"*). Per quanto concerne il "sito B" è stata rilevata una differenza significativa tra le due verticali penetrometriche in termini di consistenza dei litotipi entro i primi 7 m circa da p.c.; nello specifico la DPSH4, a differenza della DPSH3, mostra la presenza di litotipi coesivi poco consistenti fino a 7 m da p.c. Il substrato roccioso vero e proprio, presumibilmente costituito da marne (*"Formazione della Marne di Antognola"*), si rinviene a partire da 8 m circa di profondità in corrispondenza della verticale penetrometrica n° 3 mentre in corrispondenza della prova n°4 lo si riscontra a partire da 11 m circa di profondità. Lungo la verticale penetrometrica n° 4 si segnala la presenza di due potenziali superfici di scivolamento, esattamente a 7 m ed a 10,60 m da p.c.

Lungo la verticale penetrometrica n° 3 i litotipi coesivi geotecnicamente scadenti si rinvengono, invece, fino a 2 m di profondità circa da p.c. attuale.

Si precisa, infine, che la prima falda idrica è stata rilevata solo nel "sito A", esattamente a - 3,20 m da p.c. in corrispondenza della prima verticale penetrometrica (DPSH1) ed a - 6,70 m da p.c. in corrispondenza della seconda verticale di prova (DPSH2).

Caratterizzazione sismica

Secondo la classificazione sismica dei comuni italiani *(OPCM n. 3274 del 20/03/2003 e succ. mod. ed int.)* l'area in esame, sita nel Comune di Castelnovo né Monti in provincia di Reggio Emilia, ricade in ***Zona 2.***

In via generale ciascuna zona è contrassegnata da un valore del parametro a_g che indica l'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Nel caso specifico il valore da considerare, con riferimento al *D.M. 14/09/2005 ("ex Testo Unico"),* espresso come frazione dell'accelerazione di gravità è pari a:

$$a_g = 0,25\ g$$

Con riferimento, invece, alla *Delibera n. 112 del 02/05/2007 della Regione Emilia – Romagna,* tale parametro è pari a:

$$a_g = 0,165\ g$$

Al fine di definire la ***categoria di suolo di fondazione*** si è fatto riferimento:

- ai risultati delle penetrometrie eseguite (Allegato 1);
- all'assetto geologico - stratigrafico dell'area;
- alla cartografia tematica per i valori di Vs30 (fig. 5.1).

In definitiva quindi, sulla base delle caratteristiche geotecniche emerse dalle indagini geognostiche ed in funzione delle caratteristiche geologiche - litostratigrafiche dell'area, i terreni oggetto dell'indagine si possono ascrivere alla ***categoria B di suolo di fondazione***, ovvero:

B – Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero Nspt > 50, o coesione non drenata media Cu > 250 kPa).

Infine si precisa che, in relazione agli eventi sismici, secondo la *"Carta degli effetti attesi - PTCP 2007 Prov. di Reggio E."* il "sito A" ricade in classe 5 mentre il "sito B" in classe 6, ergo, per i terreni in questione, si

possono *escludere pericoli di liquefazione, pericoli di cedimenti, pericoli di instabilità di versante ed effetti di amplificazione topografica** (fig. 5.2).

**per ulteriori dettagli si rimanda al paragrafo approfondimenti sismici*



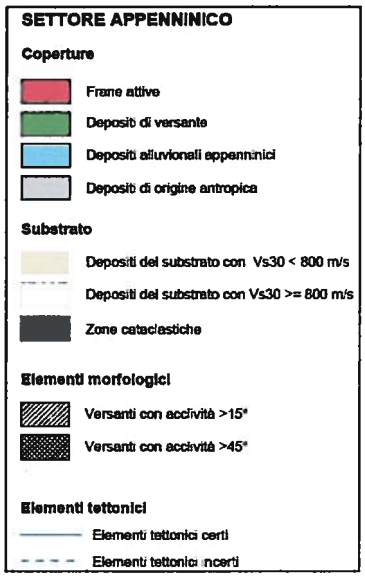
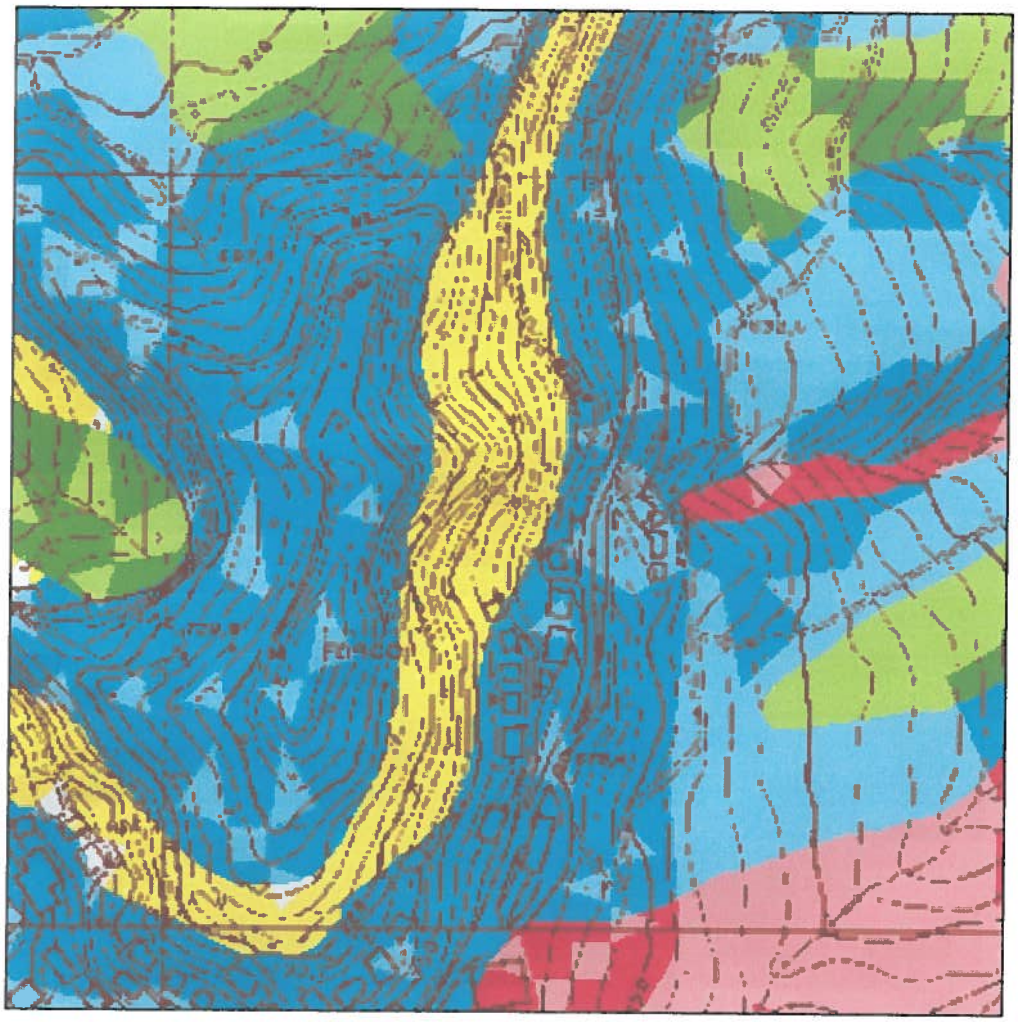


fig. 5.1:
Estratto della "Carta delle aree suscettibili ad effetti locali - PTCP 2007 Prov. di Reggio E." (scala 1:5000)



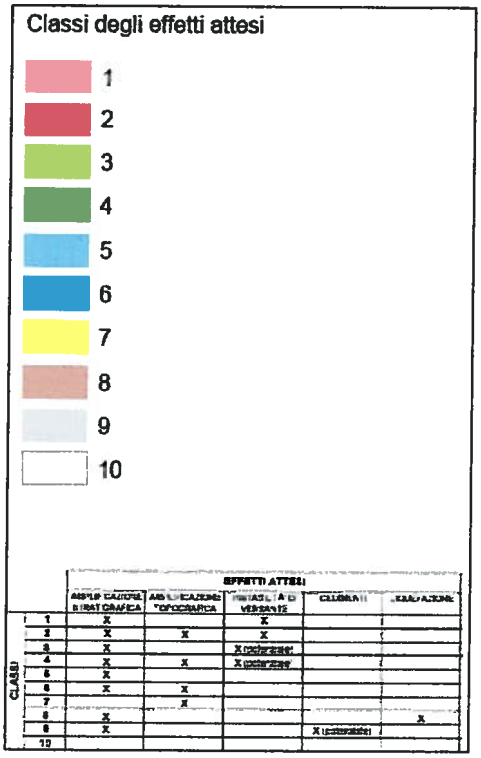


fig. 5.2:
Estratto della "Carta degli effetti attesi - PTCP 2007 Prov. di Reggio E." (scala 1:5000)

Approfondimenti sismici

Con riferimento al "sito B", date le caratteristiche geomorfologiche ovvero inclinazione versante > 15° e considerato quanto evidenziato nella cartografia tematica in corrispondenza della porzione di terreno indagata, cioè *classe 6* ergo amplificazione topografica oltre che stratigrafica come effetti attesi (fig. 5.2), si è ritenuto opportuno effettuare un approfondimento topografico in sito allo scopo di stimare il ***coefficiente di amplificazione topografica (St).***

Nello specifico si è eseguito un rilievo topografico speditivo del versante in questione su un dislivello complessivo pari a circa 30 m a partire dalla quota della strada adiacente; tale rilievo ha permesso la definizione di un profilo topografico est – ovest; si precisa che il rilevamento è stato eseguito tra le due verticali penetrometriche (Tav.le 2 e 3).

Le elaborazioni grafiche ed i calcoli eseguiti consentono di affermare che, per il sito in questione, si dovrà considerare un ***coefficiente di amplificazione topografica St pari a 1,05.***

6. FONDAZIONI, OPERE DI INTERVENTO E CARICHI AMMISSIBILI

Fondazioni e opere di intervento

- *Sito A (nord)*

In funzione di quanto emerso dalle indagini eseguite sarà sufficiente adottare ***fondazioni di tipo diretto,*** nello specifico ***travi rovesce.***

- *Sito B (sud)*

In funzione di quanto emerso dalle indagini eseguite sarà opportuno adottare ***fondazioni di tipo indiretto,*** nello specifico ***pali trivellati.***

Data l'adiacenza alla strada asfaltata (Via Bellessere), sarà opportuno, al fine di evitare danneggiamenti alla medesima, realizzare un'opportuna ***opera di sostegno*** ovvero palificata di pali trivellati (berlinese).

In fase esecutiva le opere fondali, sia sulla base del sito scelto sia sulla base delle caratteristiche geometrico - strutturali dell'edificio nonché in funzione degli esiti di ulteriori indagini, potranno essere ottimizzate/calibrate al meglio (piani di posa, portanze e cedimenti).

Carichi ammissibili

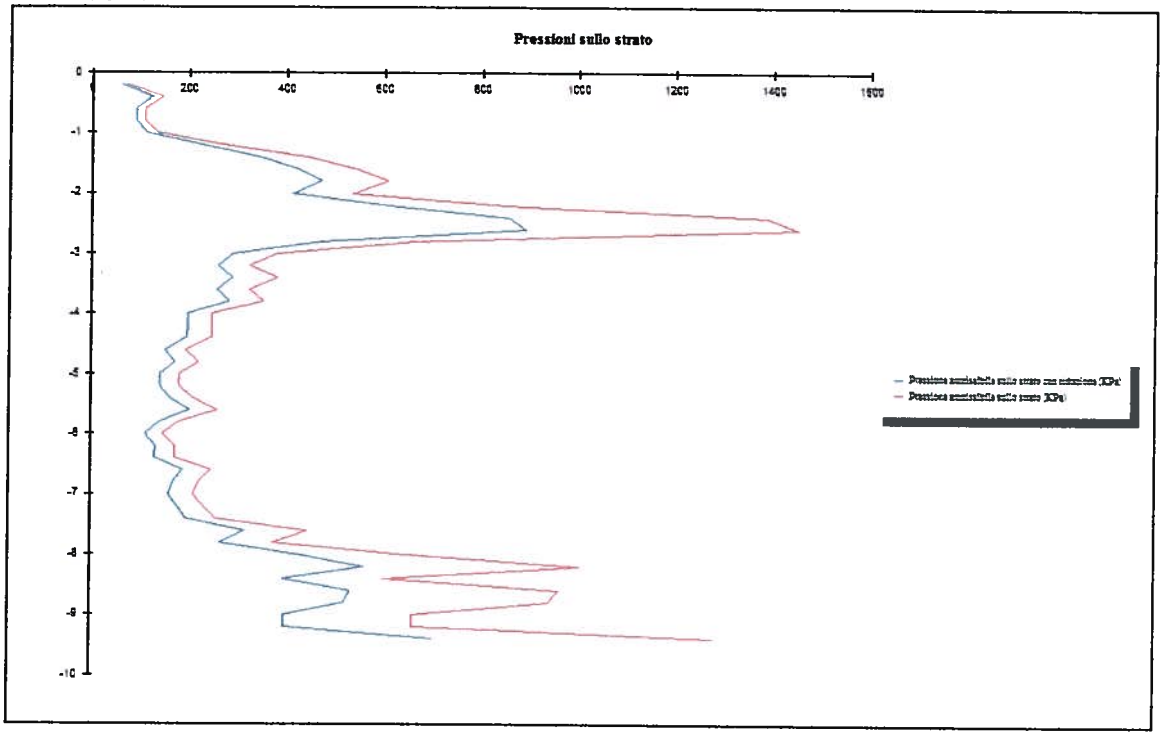
In Allegato 1 sono riportate, per ciascuna verticale penetrometrica ed in funzione della profondità, le pressioni unitarie ammissibili *qa* ogni 20 cm; esse, calcolate in automatico dal software *Dynamic probing,* fanno riferimento alla formula di *l'Herminier,* esattamente:

$$qa = Rpd / 20$$

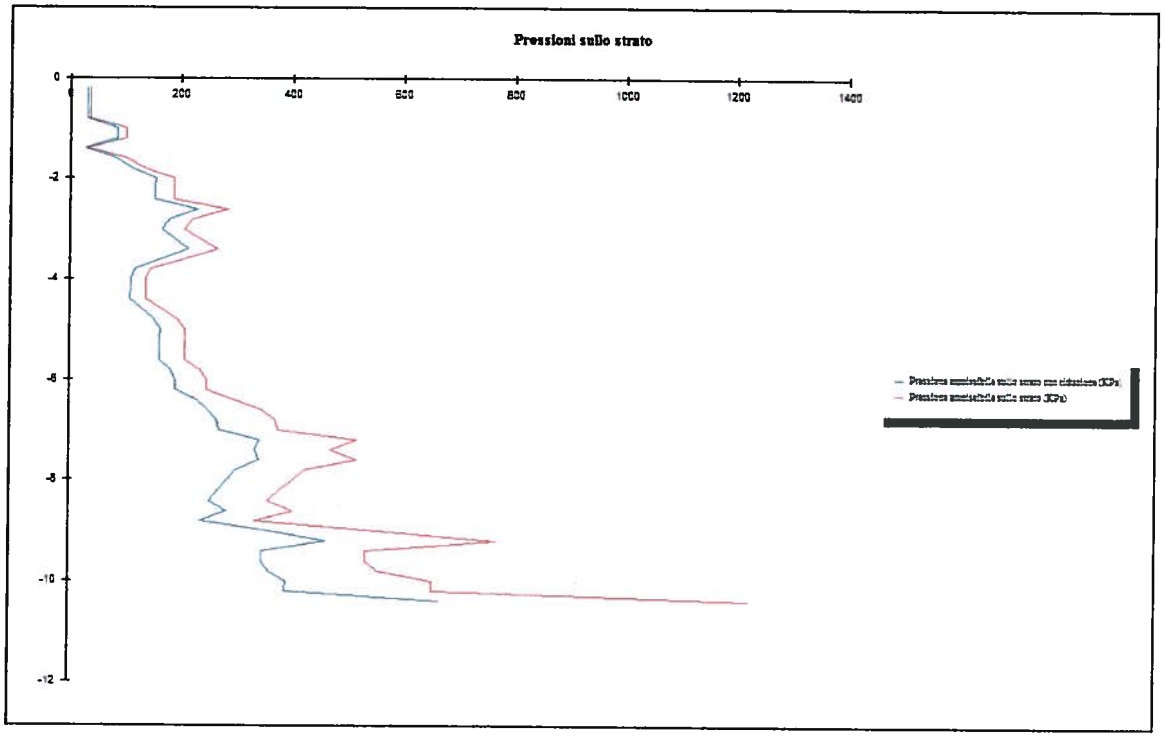
Qui di seguito, con riferimento alla formula precedente, vengono riportati i diagrammi carichi ammissibili - profondità corrispondenti alle 4 verticali penetrometriche.

Sito A (nord)

- DPSH1

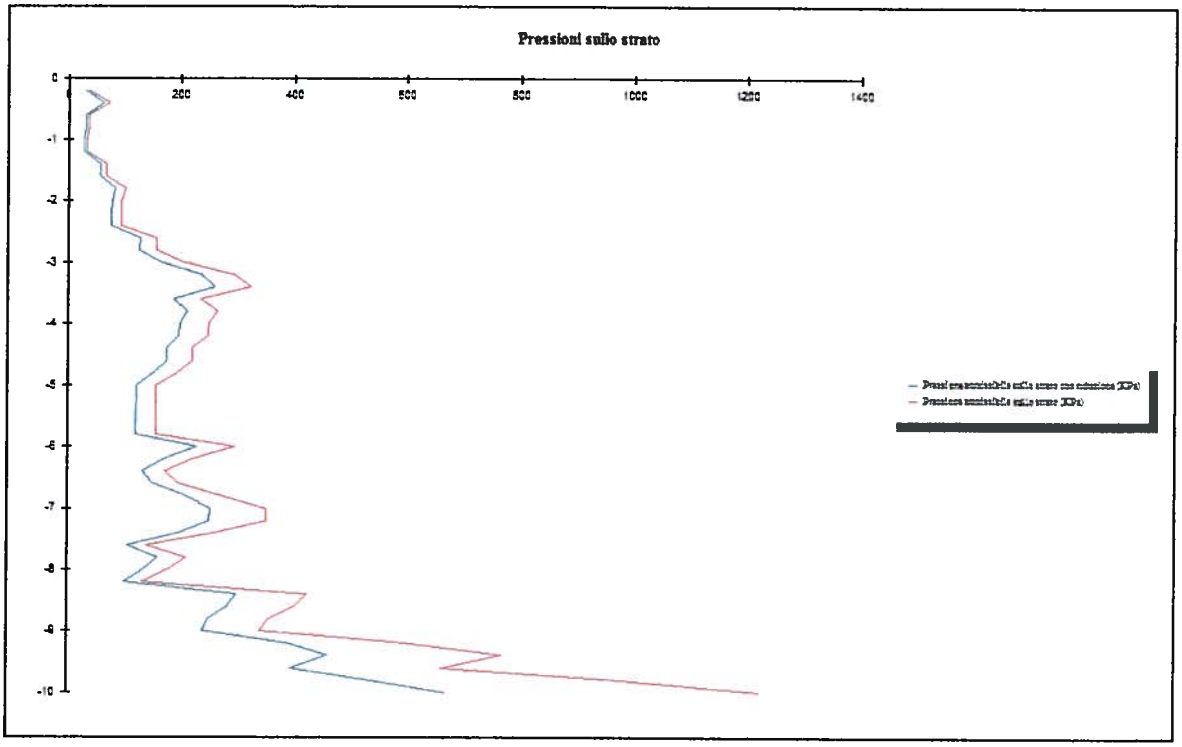


- DPSH2

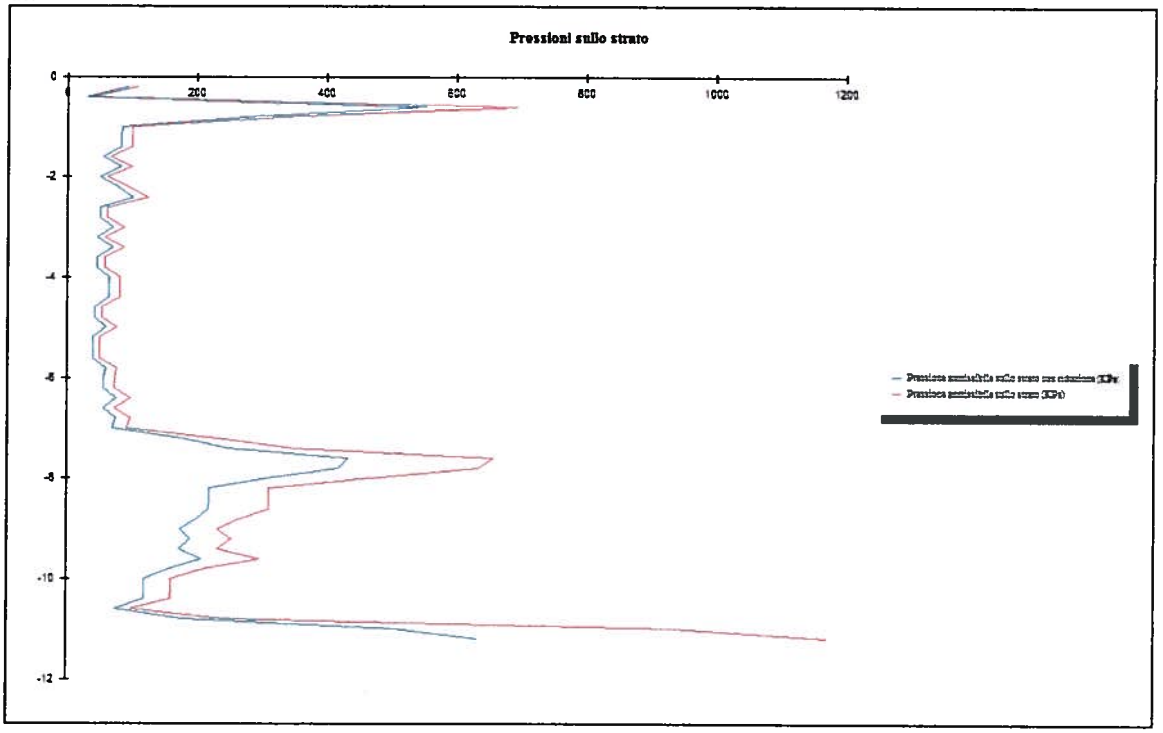


Sito B (sud)

- DPSH3



- DPSH4



Per ulteriori dettagli si rimanda comunque all'Allegato 1.

7. CONCLUSIONI

Qui di seguito si riassume quanto emerso a seguito delle indagini e delle analisi effettuate.

LITOSTRATIGRAFIA E GEOTECNICA

Sito A (nord)

- è caratterizzato prevalentemente, entro i primi 7 m circa da p.c., dalla presenza di litotipi coesivi consistenti.
- il substrato roccioso vero e proprio, presumibilmente costituito da marne, si rinviene a partire da 7 m circa di profondità da p.c. attuale.

Sito B (sud)

- in corrispondenza della DPSH4 si rilevano litotipi coesivi poco consistenti fino a 7 m di profondità da p.c. attuale.
- il substrato roccioso vero e proprio, presumibilmente costituito da marne, si rinviene a partire da 8 m p.c. circa in corrispondenza della DPSH3 mentre in corrispondenza della DPSH4 lo si riscontra a partire da 11 m p.c. circa.
- lungo la verticale penetrometrica n° 4 sono state riscontrate due potenziali superfici di scivolamento, esattamente a 7 m ed a 10,60 m da p.c.

IDROGEOLOGIA

- Nel "sito A" la falda idrica, al momento delle prove, è stata intercettata a 3,20 m da p.c. in corrispondenza della DPSH1 e a 6,70 m da p.c. in corrispondenza della DPSH2.
- Nel "sito B" non è stata rilevata la falda idrica.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

- Comune di Castelnovo né Monti in Zona 2.
- Categoria suolo di fondazione B.
- a_g = 0,25 g *(rif.to "ex Testo Unico" - D.M. 14/09/2005).*
- a_g = 0,165 g *(rif.to Del. Regione Emilia Romagna n. 112 del 02/05/2007).*
- Sono da escludere, in relazione ad eventi sismici, pericoli derivanti da: liquefazione, instabilità di versante, cedimenti ed effetti di amplificazione topografica*.
- *Amplificazione topografica possibile nel "sito B" (St = 1,05).

FONDAZIONI E CARICHI AMMISSIBILI

- Dirette a travi rovesce per "sito A" (nord).
- Indirette a pali trivellati per "sito B" (sud).

- Berlinese di pali trivellati necessaria per il "sito B" (sostegno strada).
- Per i carichi ammissibili in funzione della profondità si rimanda ai grafici di Cap. 6 ed all'Allegato 1.

FATTIBILITÀ INTERVENTO

- In funzione di quanto emerso dalle indagini eseguite ovvero sulla base degli assetti litostratigrafico - geotecnici, degli assetti geomorfologici e degli effetti attesi si può affermare che entrambi ***i siti indagati risultano essere idonei all'esecuzione degli interventi previsti.***

Ulteriori dettagli circa i carichi ammissibili, circa i piani di posa delle fondazioni ed altre valutazioni geologico – tecniche specifiche verranno fornite in fase di progettazione esecutiva.

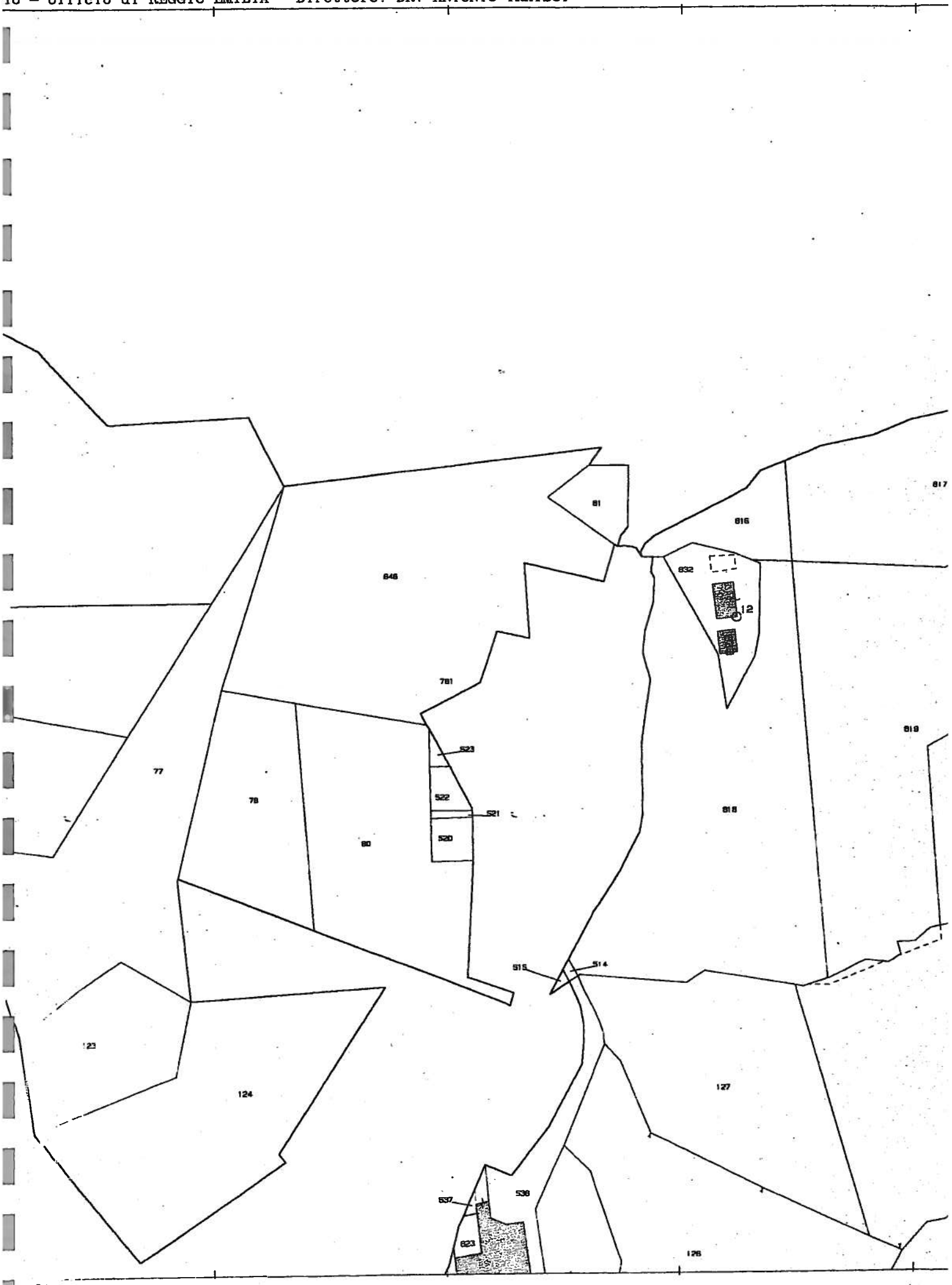
Dott. Gualdi Davide – GEOLOGO

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Ordine Geologi Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 1209 ALBO P.

Felina (RE), 29 Novembre 2008

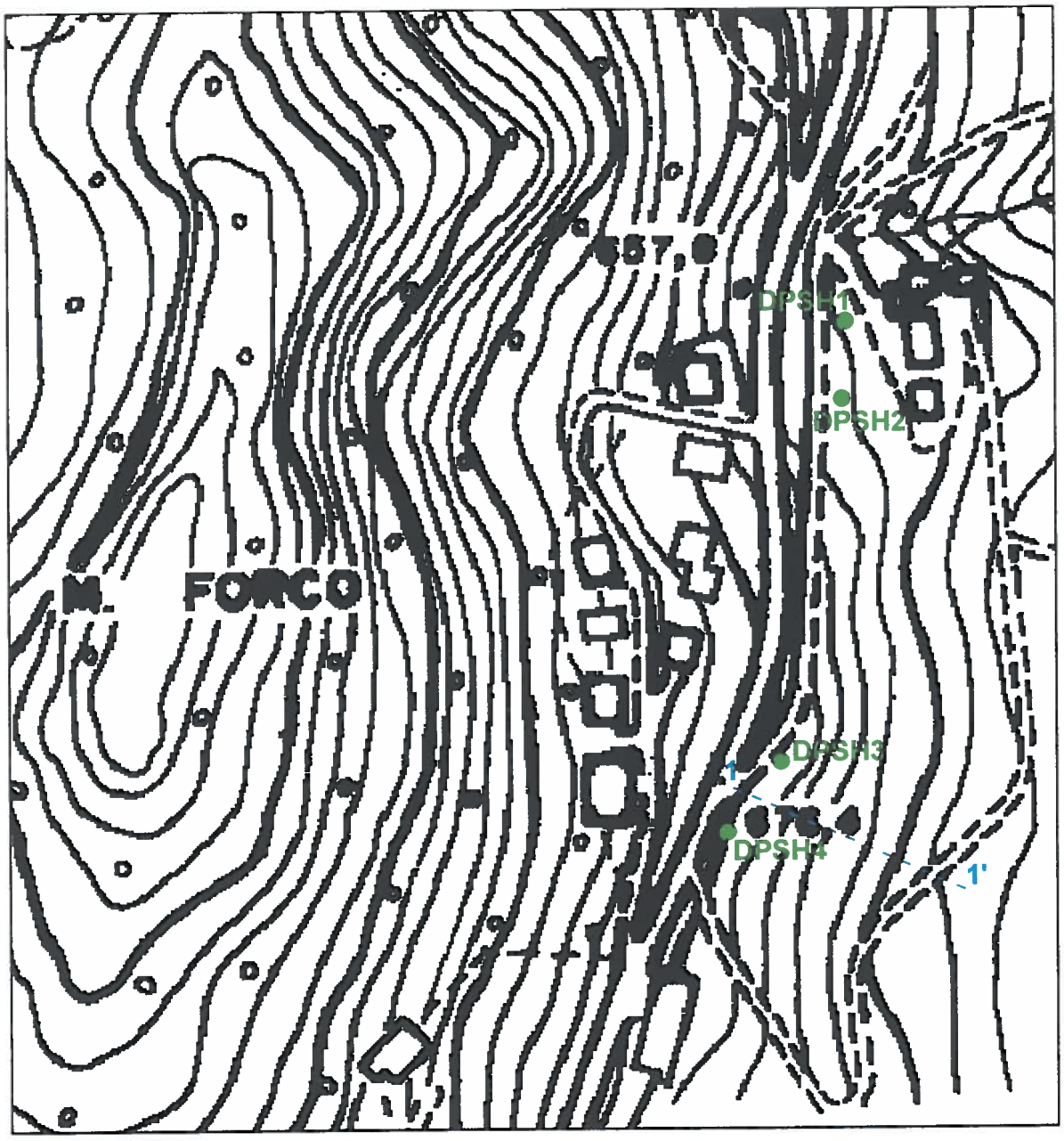
TAVOLA 1

CARTOGRAFIA CATASTALE


81
816
817
832
12
646
781
523
522
521
520
77
78
80
818
819
515
514
123
124
127
537
538
823
126

1:1500

TAVOLA 2 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE



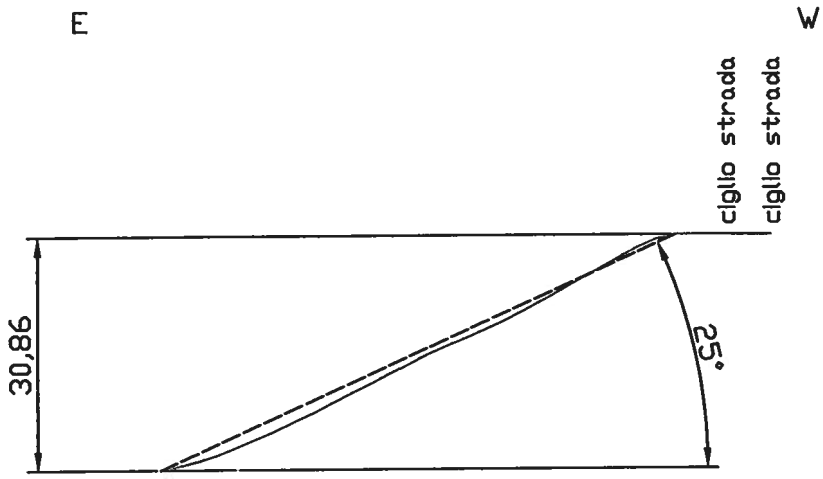
LEGENDA

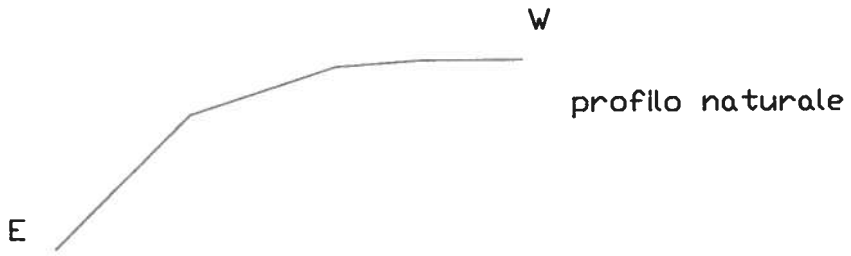
DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

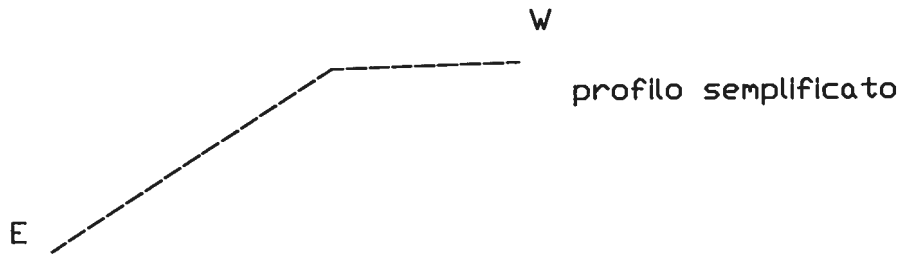
1 — 1' allineamento profilo topografico

scala 1:2000

TAVOLA 3 - PROFILO TOPOGRAFICO EST-OVEST







Coefficiente di amplificazione topografica

St=1+0.8 (tg 25-tg0-0,40)= 1,053

scala 1:1000

ALLEGATO 1

DIAGRAMMI PENETROMETRICI

E

REPORTS PARAMETRI GEOTECNICI

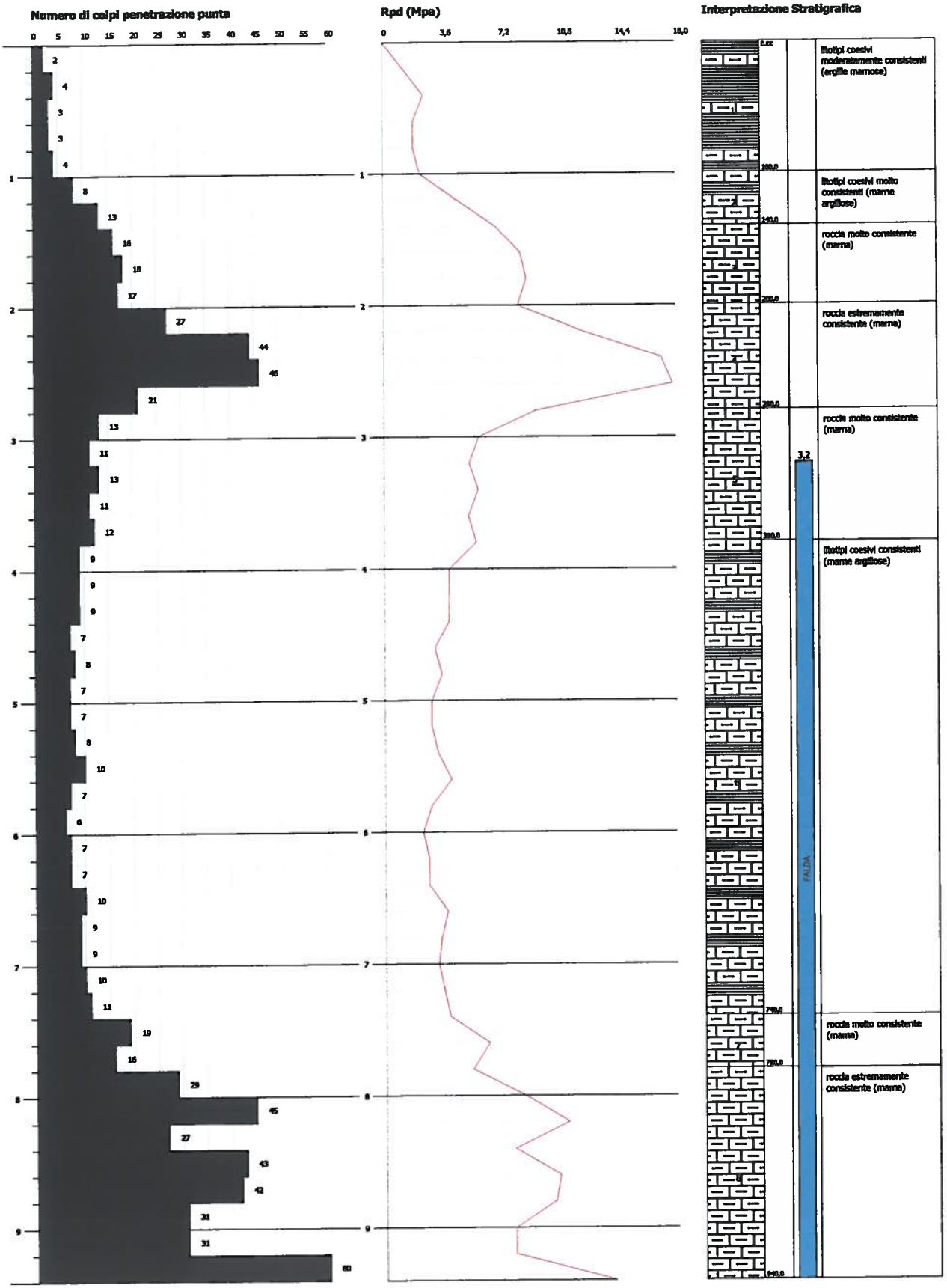
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH 2008
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :12/11/2008

Scala 1:43



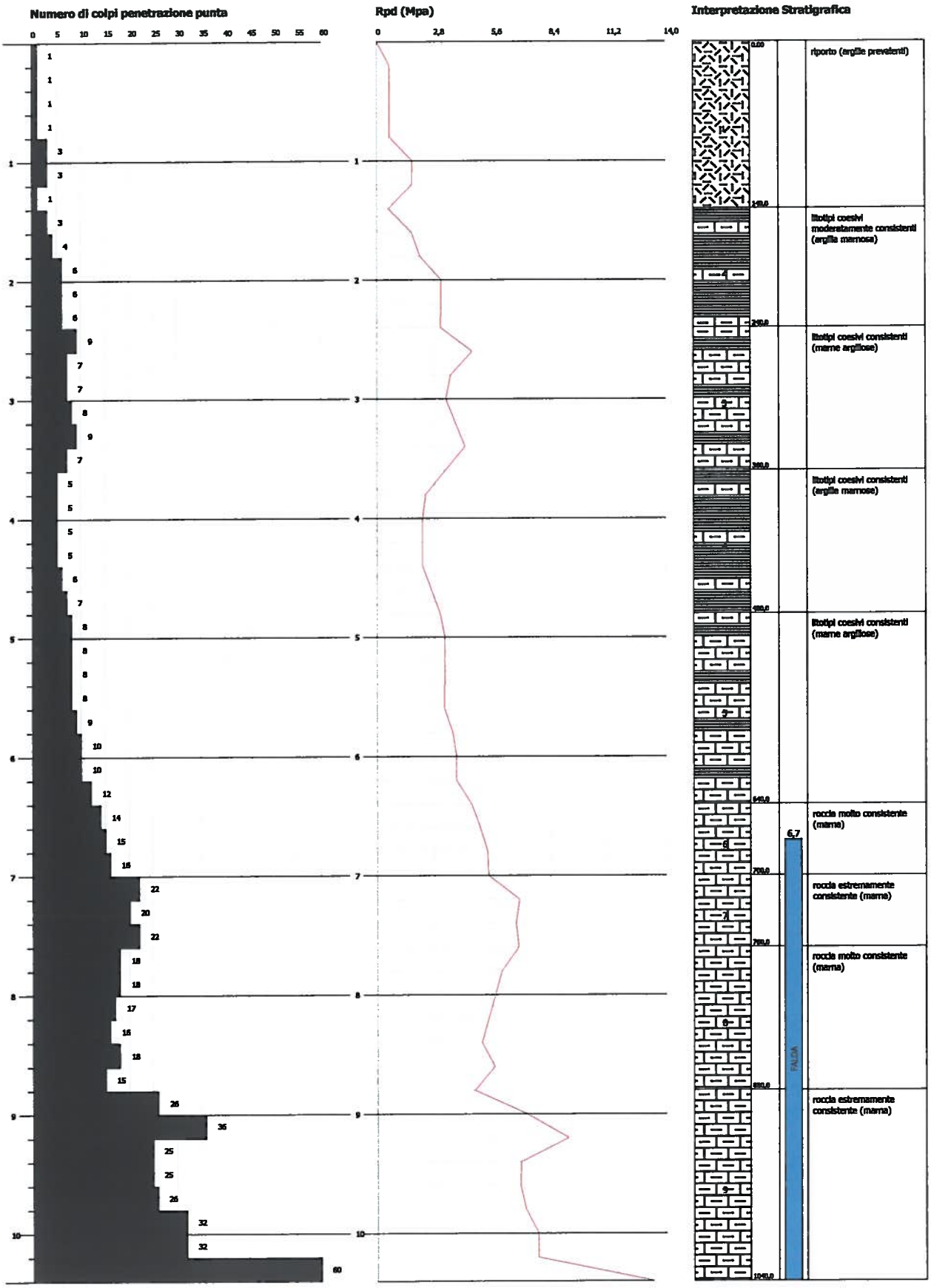
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH 2008
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :12/11/2008

Scala 1:47



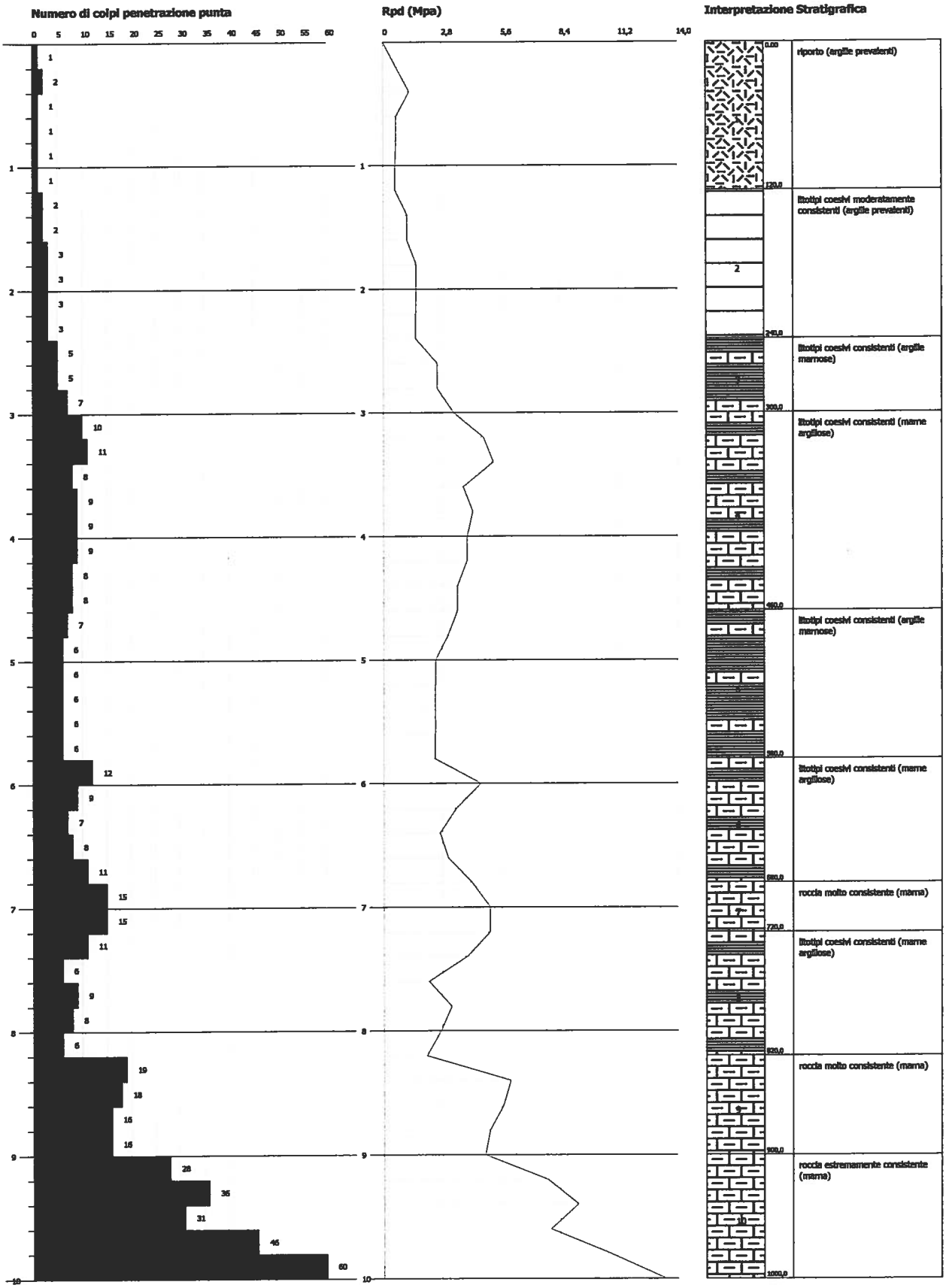
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH 2008
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :12/11/2008

Scala 1:46



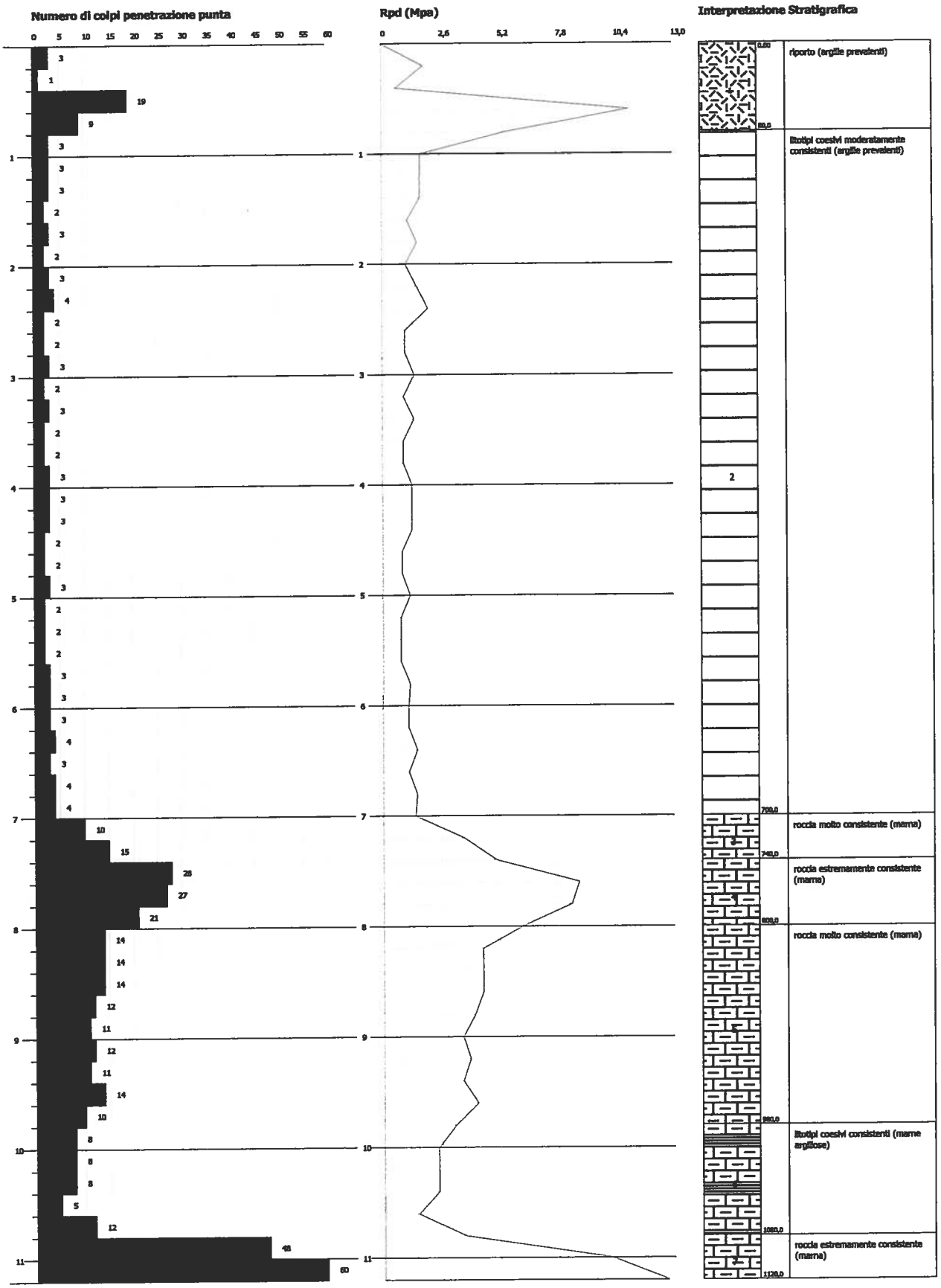
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.4
Strumento utilizzato... DPSH 2008
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :12/11/2008

Scala 1:51



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH1)

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 2008

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,521
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.1

Strumento utilizzato... DPSH 2008
Prova eseguita in data 12/11/2008
Profondità prova 9,40 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	2	0,855	1,25	1,46	62,43	73,05
0,40	4	0,851	2,49	2,92	124,29	146,09
0,60	3	0,847	1,86	2,19	92,81	109,57
0,80	3	0,843	1,85	2,19	92,40	109,57
1,00	4	0,840	2,27	2,71	113,72	135,42
1,20	8	0,836	4,53	5,42	226,50	270,84
1,40	13	0,783	6,89	8,80	344,55	440,12
1,60	16	0,780	8,45	10,83	422,27	541,68
1,80	18	0,776	9,46	12,19	473,09	609,39
2,00	17	0,773	8,29	10,73	414,70	536,35
2,20	27	0,720	12,27	17,04	613,44	851,85
2,40	44	0,617	17,13	27,76	856,72	1388,21
2,60	46	0,614	17,83	29,03	891,46	1451,31
2,80	21	0,711	9,43	13,25	471,35	662,55
3,00	13	0,759	5,83	7,68	291,34	384,01
3,20	11	0,806	5,24	6,50	261,89	324,93
3,40	13	0,753	5,79	7,68	289,31	384,01
3,60	11	0,801	5,20	6,50	260,23	324,93
3,80	12	0,798	5,66	7,09	283,01	354,47
4,00	9	0,796	3,98	5,00	198,94	249,92
4,20	9	0,794	3,97	5,00	198,36	249,92
4,40	9	0,791	3,96	5,00	197,80	249,92
4,60	7	0,789	3,07	3,89	153,41	194,38
4,80	8	0,787	3,50	4,44	174,86	222,15
5,00	7	0,785	2,88	3,67	143,97	183,39
5,20	7	0,783	2,87	3,67	143,60	183,39
5,40	8	0,781	3,27	4,19	163,70	209,59
5,60	10	0,779	4,08	5,24	204,12	261,99
5,80	7	0,777	2,85	3,67	142,55	183,39

6,00	6	0,775	2,31	2,98	115,38	148,78
6,20	7	0,774	2,69	3,47	134,30	173,58
6,40	7	0,772	2,68	3,47	134,01	173,58
6,60	10	0,770	3,82	4,96	191,03	247,97
6,80	9	0,769	3,43	4,46	171,56	223,17
7,00	9	0,767	3,25	4,24	162,52	211,84
7,20	10	0,766	3,60	4,71	180,21	235,37
7,40	11	0,764	3,96	5,18	197,85	258,91
7,60	19	0,713	6,37	8,94	318,73	447,21
7,80	16	0,711	5,36	7,53	267,87	376,60
8,00	29	0,660	8,57	12,99	428,67	649,59
8,20	45	0,559	11,26	20,16	563,03	1007,99
8,40	27	0,657	7,95	12,10	397,50	604,79
8,60	43	0,556	10,71	19,26	535,50	963,19
8,80	42	0,555	10,44	18,82	521,87	940,79
9,00	31	0,603	7,99	13,25	399,73	662,37
9,20	31	0,602	7,98	13,25	398,94	662,37
9,40	60	0,551	14,13	25,64	706,53	1282,01

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	4,87	1,00	Terzaghi-Peck	34,62
Strato 2	15,97	1,40	Terzaghi-Peck	156,61
Strato 6	12,67	7,40	Terzaghi-Peck	124,25

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	4,87	1,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	5,05
Strato 2	15,97	1,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	16,15
Strato 6	12,67	7,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,85

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	4,87	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	15,97	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 3	25,86	2,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 4	52,47	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 5	18,25	3,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 6	12,67	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 7	26,62	7,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 8	58,56	9,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	4,87	1,00	Meyerhof ed altri	17,16
Strato 2	15,97	1,40	Meyerhof ed altri	20,40
Strato 6	12,67	7,40	Meyerhof ed altri	19,91

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	4,87	1,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,44
Strato 2	15,97	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 6	12,67	7,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	4,87	1,00	4,87	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	28,39
Strato 2	15,97	1,40	15,97	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	31,56
Strato 3	25,86	2,00	25,86	Schmertmann (1977)	44,50
Strato 4	52,47	2,80	52,47	Schmertmann (1977)	44,50
Strato 5	18,25	3,80	18,25	Schmertmann (1977)	42,14
Strato 6	12,67	7,40	12,67	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30,62
Strato 7	26,62	7,80	20,81	Schmertmann (1977)	41,59
Strato 8	58,56	9,40	36,78	Schmertmann (1977)	43,57

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 3	25,86	2,00	25,86	Schultze-Menzenbach	39,49
Strato 4	52,47	2,80	52,47	Schultze-Menzenbach	66,9
Strato 5	18,25	3,80	18,25	Schultze-Menzenbach	31,66
Strato 7	26,62	7,80	20,81	Schultze-Menzenbach	34,29
Strato 8	58,56	9,40	36,78	Schultze-Menzenbach	50,74

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 3	25,86	2,00	25,86	Meyerhof ed altri	20,50
Strato 4	52,47	2,80	52,47	Meyerhof ed altri	22,06
Strato 5	18,25	3,80	18,25	Meyerhof ed altri	19,22
Strato 7	26,62	7,80	20,81	Meyerhof ed altri	19,71
Strato 8	58,56	9,40	36,78	Meyerhof ed altri	21,48

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 3	25,86	2,00	25,86	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 4	52,47	2,80	52,47	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	18,25	3,80	18,25	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32
Strato 7	26,62	7,80	20,81	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 8	58,56	9,40	36,78	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	4,87	1,00	4,87	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	15,97	1,40	15,97	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	25,86	2,00	25,86	(A.G.I.)	0,3
Strato 4	52,47	2,80	52,47	(A.G.I.)	0,25
Strato 5	18,25	3,80	18,25	(A.G.I.)	0,32
Strato 6	12,67	7,40	12,67	(A.G.I.)	0,33
Strato 7	26,62	7,80	20,81	(A.G.I.)	0,31
Strato 8	58,56	9,40	36,78	(A.G.I.)	0,28

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	4,87	1,00	4,87	Robertson (1983)	0,96
Strato 2	15,97	1,40	15,97	Robertson (1983)	3,13
Strato 3	25,86	2,00	25,86	Robertson (1983)	10,14
Strato 4	52,47	2,80	52,47	Robertson (1983)	20,58
Strato 5	18,25	3,80	18,25	Robertson (1983)	7,16
Strato 6	12,67	7,40	12,67	Robertson (1983)	2,49
Strato 7	26,62	7,80	20,81	Robertson (1983)	8,16
Strato 8	58,56	9,40	36,78	Robertson (1983)	14,43

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH2)

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 2008

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,521
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.2

Strumento utilizzato... DPSH 2008
Prova eseguita in data 12/11/2008
Profondità prova 10,40 mt
Falda rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,62	0,73	31,21	36,52
0,40	1	0,851	0,62	0,73	31,07	36,52
0,60	1	0,847	0,62	0,73	30,94	36,52
0,80	1	0,843	0,62	0,73	30,80	36,52
1,00	3	0,840	1,71	2,03	85,29	101,57
1,20	3	0,836	1,70	2,03	84,94	101,57
1,40	1	0,833	0,56	0,68	28,20	33,86
1,60	3	0,830	1,69	2,03	84,25	101,57
1,80	4	0,826	2,24	2,71	111,90	135,42
2,00	6	0,823	3,12	3,79	155,83	189,30
2,20	6	0,820	3,11	3,79	155,25	189,30
2,40	6	0,817	3,09	3,79	154,69	189,30
2,60	9	0,814	4,62	5,68	231,21	283,95
2,80	7	0,811	3,58	4,42	179,20	220,85
3,00	7	0,809	3,34	4,14	167,21	206,77
3,20	8	0,806	3,81	4,73	190,47	236,31
3,40	9	0,803	4,27	5,32	213,59	265,85
3,60	7	0,801	3,31	4,14	165,60	206,77
3,80	5	0,798	2,36	2,95	117,92	147,69
4,00	5	0,796	2,21	2,78	110,52	138,84
4,20	5	0,794	2,20	2,78	110,20	138,84
4,40	5	0,791	2,20	2,78	109,89	138,84
4,60	6	0,789	2,63	3,33	131,50	166,61
4,80	7	0,787	3,06	3,89	153,00	194,38
5,00	8	0,785	3,29	4,19	164,53	209,59
5,20	8	0,783	3,28	4,19	164,11	209,59
5,40	8	0,781	3,27	4,19	163,70	209,59
5,60	8	0,779	3,27	4,19	163,30	209,59

5,80	9	0,777	3,67	4,72	183,27	235,79
6,00	10	0,775	3,85	4,96	192,29	247,97
6,20	10	0,774	3,84	4,96	191,86	247,97
6,40	12	0,772	4,59	5,95	229,72	297,56
6,60	14	0,720	5,00	6,94	250,08	347,16
6,80	15	0,719	5,35	7,44	267,34	371,95
7,00	16	0,717	5,40	7,53	270,09	376,60
7,20	22	0,666	6,89	10,36	344,69	517,82
7,40	20	0,714	6,72	9,41	336,19	470,75
7,60	22	0,663	6,86	10,36	343,16	517,82
7,80	18	0,711	6,03	8,47	301,35	423,67
8,00	18	0,710	5,72	8,06	286,23	403,19
8,20	17	0,709	5,40	7,62	269,82	380,79
8,40	16	0,707	5,07	7,17	253,48	358,39
8,60	18	0,706	5,69	8,06	284,64	403,19
8,80	15	0,705	4,74	6,72	236,78	335,99
9,00	26	0,653	7,26	11,11	363,04	555,54
9,20	36	0,602	9,27	15,38	463,28	769,21
9,40	25	0,651	6,96	10,68	347,80	534,17
9,60	25	0,650	6,94	10,68	347,19	534,17
9,80	26	0,649	7,21	11,11	360,44	555,54
10,00	32	0,598	7,81	13,07	390,66	653,60
10,20	32	0,597	7,80	13,07	389,94	653,60
10,40	60	0,546	13,37	24,51	668,53	1225,50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	2,39	1,40	Schmertmann (1975)	16,38
Strato 2	7,61	2,40	Terzaghi-Peck	54,13
Strato 3	11,91	3,60	Terzaghi-Peck	116,8
Strato 4	8,37	4,80	Terzaghi-Peck	59,53
Strato 5	13,87	6,40	Terzaghi-Peck	136,02

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	2,39	1,40	Vesic (1970)	2,11
Strato 2	7,61	2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	7,79
Strato 3	11,91	3,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,09
Strato 4	8,37	4,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,55
Strato 5	13,87	6,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	14,05

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2,39	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTE
Strato 2	7,61	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 3	11,91	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 4	8,37	4,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 5	13,87	6,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 6	22,82	7,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 7	32,44	7,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 8	25,86	8,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 9	49,81	10,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	2,39	1,40	Meyerhof ed altri	15,59
Strato 2	7,61	2,40	Meyerhof ed altri	18,44
Strato 3	11,91	3,60	Meyerhof ed altri	19,81
Strato 4	8,37	4,80	Meyerhof ed altri	18,73
Strato 5	13,87	6,40	Meyerhof ed altri	20,10

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	2,39	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,24
Strato 2	7,61	2,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,63
Strato 3	11,91	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 4	8,37	4,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 5	13,87	6,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	2,39	1,40	2,39	Meyerhof (1956)	15,68
Strato 2	7,61	2,40	7,61	Meyerhof (1956)	22,17
Strato 3	11,91	3,60	11,91	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,4
Strato 4	8,37	4,80	8,37	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	29,39
Strato 5	13,87	6,40	13,87	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,96
Strato 6	22,82	7,00	22,82	Schmertmann (1977)	41,65
Strato 7	32,44	7,60	23,72	Schmertmann (1977)	41,67
Strato 8	25,86	8,80	20,43	Schmertmann (1977)	41,01
Strato 9	49,81	10,40	32,405	Schmertmann (1977)	42,42

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 6	22,82	7,00	22,82	Schultze-Menzenbach	36,36
Strato 7	32,44	7,60	23,72	Schultze-Menzenbach	37,29
Strato 8	25,86	8,80	20,43	Schultze-Menzenbach	33,9
Strato 9	49,81	10,40	32,405	Schultze-Menzenbach	46,23

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 6	22,82	7,00	22,82	Meyerhof ed altri	20,01
Strato 7	32,44	7,60	23,72	Meyerhof ed altri	20,20
Strato 8	25,86	8,80	20,43	Meyerhof ed altri	19,61
Strato 9	49,81	10,40	32,405	Meyerhof ed altri	21,18

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 6	22,82	7,00	22,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 7	32,44	7,60	23,72	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 8	25,86	8,80	20,43	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 9	49,81	10,40	32,405	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	2,39	1,40	2,39	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	7,61	2,40	7,61	(A.G.I.)	0,34
Strato 3	11,91	3,60	11,91	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	8,37	4,80	8,37	(A.G.I.)	0,34
Strato 5	13,87	6,40	13,87	(A.G.I.)	0,33
Strato 6	22,82	7,00	22,82	(A.G.I.)	0,31
Strato 7	32,44	7,60	23,72	(A.G.I.)	0,31
Strato 8	25,86	8,80	20,43	(A.G.I.)	0,31
Strato 9	49,81	10,40	32,405	(A.G.I.)	0,29

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	2,39	1,40	2,39	Robertson 1983	0,47
Strato 2	7,61	2,40	7,61	Robertson 1983	1,49
Strato 3	11,91	3,60	11,91	Robertson 1983	2,34
Strato 4	8,37	4,80	8,37	Robertson 1983	1,64
Strato 5	13,87	6,40	13,87	Robertson 1983	2,72
Strato 6	22,82	7,00	22,82	Robertson (1983)	8,95
Strato 7	32,44	7,60	23,72	Robertson (1983)	9,3
Strato 8	25,86	8,80	20,43	Robertson (1983)	8,01
Strato 9	49,81	10,40	32,405	Robertson (1983)	12,71

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH3)

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 2008

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,521
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.3

Strumento utilizzato... DPSH 2008
Prova eseguita in data 12/11/2008
Profondità prova 10,00 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	1	0,855	0,62	0,73	31,21	36,52
0,40	2	0,851	1,24	1,46	62,15	73,05
0,60	1	0,847	0,62	0,73	30,94	36,52
0,80	1	0,843	0,62	0,73	30,80	36,52
1,00	1	0,840	0,57	0,68	28,43	33,86
1,20	1	0,836	0,57	0,68	28,31	33,86
1,40	2	0,833	1,13	1,35	56,39	67,71
1,60	2	0,830	1,12	1,35	56,17	67,71
1,80	3	0,826	1,68	2,03	83,93	101,57
2,00	3	0,823	1,56	1,89	77,91	94,65
2,20	3	0,820	1,55	1,89	77,63	94,65
2,40	3	0,817	1,55	1,89	77,34	94,65
2,60	5	0,814	2,57	3,16	128,45	157,75
2,80	5	0,811	2,56	3,16	128,00	157,75
3,00	7	0,809	3,34	4,14	167,21	206,77
3,20	10	0,806	4,76	5,91	238,08	295,39
3,40	11	0,803	5,22	6,50	261,05	324,93
3,60	8	0,801	3,79	4,73	189,26	236,31
3,80	9	0,798	4,25	5,32	212,26	265,85
4,00	9	0,796	3,98	5,00	198,94	249,92
4,20	9	0,794	3,97	5,00	198,36	249,92
4,40	8	0,791	3,52	4,44	175,82	222,15
4,60	8	0,789	3,51	4,44	175,33	222,15
4,80	7	0,787	3,06	3,89	153,00	194,38
5,00	6	0,785	2,47	3,14	123,40	157,19
5,20	6	0,783	2,46	3,14	123,08	157,19
5,40	6	0,781	2,46	3,14	122,77	157,19
5,60	6	0,779	2,45	3,14	122,47	157,19
5,80	6	0,777	2,44	3,14	122,18	157,19
6,00	12	0,775	4,62	5,95	230,75	297,56
6,20	9	0,774	3,45	4,46	172,67	223,17
6,40	7	0,772	2,68	3,47	134,01	173,58
6,60	8	0,770	3,06	3,97	152,82	198,38
6,80	11	0,769	4,19	5,46	209,69	272,77
7,00	15	0,717	5,06	7,06	253,21	353,06
7,20	15	0,716	5,05	7,06	252,67	353,06
7,40	11	0,764	3,96	5,18	197,85	258,91
7,60	6	0,763	2,15	2,82	107,71	141,22
7,80	9	0,761	3,23	4,24	161,27	211,84
8,00	8	0,760	2,72	3,58	136,17	179,20
8,20	6	0,759	2,04	2,69	101,95	134,40
8,40	19	0,707	6,02	8,51	301,00	425,59
8,60	18	0,706	5,69	8,06	284,64	403,19
8,80	16	0,705	5,05	7,17	252,57	358,39
9,00	16	0,703	4,81	6,84	240,50	341,87
9,20	28	0,652	7,80	11,97	390,24	598,27
9,40	36	0,601	9,25	15,38	462,38	769,21
9,60	31	0,600	7,95	13,25	397,39	662,37
9,80	46	0,549	10,79	19,66	539,42	982,87
10,00	60	0,548	13,42	24,51	671,21	1225,50

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	1,78	1,20	Schmertmann (1975)	12,26
Strato 2	4,06	2,40	Terzaghi-Peck	28,83
Strato 3	8,62	3,00	Terzaghi-Peck	61,29
Strato 4	13,69	4,60	Terzaghi-Peck	134,25
Strato 5	9,38	5,80	Terzaghi-Peck	66,69
Strato 6	14,3	6,80	Terzaghi-Peck	140,24
Strato 8	12,17	8,20	Terzaghi-Peck	119,35

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	1,78	1,20	Vesic (1970)	1,57
Strato 2	4,06	2,40	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	4,24
Strato 3	8,62	3,00	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	8,80
Strato 4	13,69	4,60	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	13,87
Strato 5	9,38	5,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	9,56
Strato 6	14,3	6,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	14,48
Strato 8	12,17	8,20	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,35

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	1,78	1,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZA
Strato 2	4,06	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 3	8,62	3,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 4	13,69	4,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 5	9,38	5,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 6	14,3	6,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 7	22,82	7,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 8	12,17	8,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 9	26,24	9,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 10	61,14	10,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	1,78	1,20	Meyerhof ed altri	15,10
Strato 2	4,06	2,40	Meyerhof ed altri	16,67
Strato 3	8,62	3,00	Meyerhof ed altri	18,83
Strato 4	13,69	4,60	Meyerhof ed altri	20,10
Strato 5	9,38	5,80	Meyerhof ed altri	19,12
Strato 6	14,3	6,80	Meyerhof ed altri	20,20
Strato 8	12,17	8,20	Meyerhof ed altri	19,81

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	1,78	1,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,14
Strato 2	4,06	2,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,34
Strato 3	8,62	3,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 4	13,69	4,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 5	9,38	5,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

Strato 6	14,3	6,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--
Strato 8	12,17	8,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	--

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	1,78	1,20	1,78	Meyerhof (1956)	15,51
Strato 2	4,06	2,40	4,06	Meyerhof (1956)	21,16
Strato 3	8,62	3,00	8,62	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	29,46
Strato 4	13,69	4,60	13,69	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	30,91
Strato 5	9,38	5,80	9,38	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	29,68
Strato 6	14,3	6,80	14,3	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	31,09
Strato 7	22,82	7,20	22,82	Schmertmann (1977)	41,57
Strato 8	12,17	8,20	12,17	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,48
Strato 9	26,24	9,00	26,24	Schmertmann (1977)	41,53
Strato 10	61,14	10,00	61,14	Schmertmann (1977)	44,5

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 7	22,82	7,20	22,82	Schultze-Menzenbach	36,36
Strato 9	26,24	9,00	26,24	Schultze-Menzenbach	39,89
Strato 10	61,14	10,00	61,14	Schultze-Menzenbach	75,82

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 7	22,82	7,20	22,82	Meyerhof ed altri	20,01
Strato 9	26,24	9,00	26,24	Meyerhof ed altri	20,50
Strato 10	61,14	10,00	61,14	Meyerhof ed altri	22,56

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 7	22,82	7,20	22,82	Terzaghi-Peck 1948-1967	--
Strato 9	26,24	9,00	26,24	Terzaghi-Peck 1948-1967	--
Strato 10	61,14	10,00	61,14	Terzaghi-Peck 1948-1967	--

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	1,78	1,20	1,78	(A.G.I.)	0,35
Strato 2	4,06	2,40	4,06	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	8,62	3,00	8,62	(A.G.I.)	0,34
Strato 4	13,69	4,60	13,69	(A.G.I.)	0,33
Strato 5	9,38	5,80	9,38	(A.G.I.)	0,34
Strato 6	14,3	6,80	14,3	(A.G.I.)	0,33
Strato 7	22,82	7,20	22,82	(A.G.I.)	0,31
Strato 8	12,17	8,20	12,17	(A.G.I.)	0,33
Strato 9	26,24	9,00	26,24	(A.G.I.)	0,3
Strato 10	61,14	10,00	61,14	(A.G.I.)	0,23

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	1,78	1,20	1,78	Robertson 1983	0,35
Strato 2	4,06	2,40	4,06	Robertson 1983	0,80
Strato 3	8,62	3,00	8,62	Robertson 1983	1,69
Strato 4	13,69	4,60	13,69	Robertson 1983	2,69
Strato 5	9,38	5,80	9,38	Robertson 1983	1,84
Strato 6	14,3	6,80	14,3	Robertson 1983	2,80

Strato 7	22,82	7,20	22,82	Robertson (1983)	8,95
Strato 8	12,17	8,20	12,17	Robertson 1983	2,39
Strato 9	26,24	9,00	26,24	Robertson (1983)	10,29
Strato 10	61,14	10,00	61,14	Robertson (1983)	23,98

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA (DPSH4)

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH 2008

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	30 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	8 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,521
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ... Nr.4

Strumento utilizzato... DPSH 2008
Prova eseguita in data 12/11/2008
Profondità prova 11,20 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,20	3	0,855	1,87	2,19	93,64	109,57
0,40	1	0,851	0,62	0,73	31,07	36,52
0,60	19	0,797	11,06	13,88	553,08	693,95
0,80	9	0,843	5,54	6,57	277,21	328,71
1,00	3	0,840	1,71	2,03	85,29	101,57
1,20	3	0,836	1,70	2,03	84,94	101,57
1,40	3	0,833	1,69	2,03	84,59	101,57
1,60	2	0,830	1,12	1,35	56,17	67,71
1,80	3	0,826	1,68	2,03	83,93	101,57
2,00	2	0,823	1,04	1,26	51,94	63,10
2,20	3	0,820	1,55	1,89	77,63	94,65
2,40	4	0,817	2,06	2,52	103,12	126,20
2,60	2	0,814	1,03	1,26	51,38	63,10
2,80	2	0,811	1,02	1,26	51,20	63,10
3,00	3	0,809	1,43	1,77	71,66	88,62
3,20	2	0,806	0,95	1,18	47,62	59,08
3,40	3	0,803	1,42	1,77	71,20	88,62
3,60	2	0,801	0,95	1,18	47,31	59,08
3,80	2	0,798	0,94	1,18	47,17	59,08
4,00	3	0,796	1,33	1,67	66,31	83,31
4,20	3	0,794	1,32	1,67	66,12	83,31

4,40	3	0,791	1,32	1,67	65,93	83,31
4,60	2	0,789	0,88	1,11	43,83	55,54
4,80	2	0,787	0,87	1,11	43,71	55,54
5,00	3	0,785	1,23	1,57	61,70	78,60
5,20	2	0,783	0,82	1,05	41,03	52,40
5,40	2	0,781	0,82	1,05	40,92	52,40
5,60	2	0,779	0,82	1,05	40,82	52,40
5,80	3	0,777	1,22	1,57	61,09	78,60
6,00	3	0,775	1,15	1,49	57,69	74,39
6,20	3	0,774	1,15	1,49	57,56	74,39
6,40	4	0,772	1,53	1,98	76,57	99,19
6,60	3	0,770	1,15	1,49	57,31	74,39
6,80	4	0,769	1,52	1,98	76,25	99,19
7,00	4	0,767	1,44	1,88	72,23	94,15
7,20	10	0,766	3,60	4,71	180,21	235,37
7,40	15	0,714	5,04	7,06	252,14	353,06
7,60	28	0,663	8,74	13,18	436,75	659,05
7,80	27	0,661	8,41	12,71	420,26	635,51
8,00	21	0,660	6,21	9,41	310,42	470,39
8,20	14	0,709	4,44	6,27	222,20	313,60
8,40	14	0,707	4,44	6,27	221,79	313,60
8,60	14	0,706	4,43	6,27	221,39	313,60
8,80	12	0,755	4,06	5,38	202,86	268,80
9,00	11	0,753	3,54	4,70	177,10	235,04
9,20	12	0,752	3,86	5,13	192,89	256,40
9,40	11	0,751	3,53	4,70	176,54	235,04
9,60	14	0,700	4,19	5,98	209,38	299,14
9,80	10	0,749	3,20	4,27	160,00	213,67
10,00	8	0,748	2,44	3,27	122,17	163,40
10,20	8	0,747	2,44	3,27	121,99	163,40
10,40	8	0,746	2,44	3,27	121,82	163,40
10,60	5	0,744	1,52	2,04	76,03	102,13
10,80	12	0,743	3,64	4,90	182,20	245,10
11,00	48	0,542	10,19	18,78	509,27	939,01
11,20	60	0,541	12,71	23,48	635,36	1173,77

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.4

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (KPa)
Strato 1	12,17	0,80	Schmertmann (1975)	83,55
Strato 2	4,17	7,00	Terzaghi-Peck	29,62
Strato 6	12,47	10,80	Terzaghi-Peck	122,29

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Mpa)
Strato 1	12,17	0,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,35
Strato 2	4,17	7,00	Vesic (1970)	3,68
Strato 6	12,47	10,80	Trofimenkov (1974), Mitchell e Gardner	12,65

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	12,17	0,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	4,17	7,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 3	19,01	7,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 4	38,53	8,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE
Strato 5	18,92	9,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTE
Strato 6	12,47	10,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 7	82,13	11,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	12,17	0,80	Meyerhof ed altri	19,81

Strato 2	4,17	7,00	Meyerhof ed altri	16,7
Strato 6	12,47	10,80	Meyerhof ed altri	19,9

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	12,17	0,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 2	4,17	7,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,34
Strato 6	12,47	10,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-

TERRENI INCOERENTI

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	12,17	0,80	12,17	Meyerhof (1956)	18,48
Strato 2	4,17	7,00	4,17	Meyerhof (1956)	21,19
Strato 3	19,01	7,40	19,01	Schmertmann (1977)	41,03
Strato 4	38,53	8,00	38,53	Schmertmann (1977)	43,54
Strato 5	18,92	9,80	18,92	Schmertmann (1977)	40,47
Strato 6	12,47	10,80	12,47	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof (1956)	30,56
Strato 7	82,13	11,20	82,13	Schmertmann (1977)	44,5

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Modulo di Young (Mpa)
Strato 3	19,01	7,40	19,01	Schultze-Menzenbac	32,44
Strato 4	38,53	8,00	38,53	Schultze-Menzenbac	52,54
Strato 5	18,92	9,80	18,92	Schultze-Menzenbac	32,35
Strato 7	82,13	11,20	82,13	Schultze-Menzenbac	97,43

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 3	19,01	7,40	19,01	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 4	38,53	8,00	38,53	Meyerhof ed altri	21,57
Strato 5	18,92	9,80	18,92	Meyerhof ed altri	19,32
Strato 7	82,13	11,20	82,13	Meyerhof ed altri	24,52

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 3	19,01	7,40	19,01	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32
Strato 4	38,53	8,00	38,53	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 5	18,92	9,80	18,92	Terzaghi-Peck 1948-1967	19,32
Strato 7	82,13	11,20	82,13	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	12,17	0,80	12,17	(A.G.I.)	0,33
Strato 2	4,17	7,00	4,17	(A.G.I.)	0,35
Strato 3	19,01	7,40	19,01	(A.G.I.)	0,32
Strato 4	38,53	8,00	38,53	(A.G.I.)	0,28
Strato 5	18,92	9,80	18,92	(A.G.I.)	0,32
Strato 6	12,47	10,80	12,47	(A.G.I.)	0,33
Strato 7	82,13	11,20	82,13	(A.G.I.)	0,19

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Qc (Mpa)
Strato 1	12,17	0,80	12,17	Robertson 1983	2,39
Strato 2	4,17	7,00	4,17	Robertson 1983	0,82
Strato 3	19,01	7,40	19,01	Robertson (1983)	7,46
Strato 4	38,53	8,00	38,53	Robertson (1983)	15,11
Strato 5	18,92	9,80	18,92	Robertson (1983)	7,42
Strato 6	12,47	10,80	12,47	Robertson 1983	2,45
Strato 7	82,13	11,20	82,13	Robertson (1983)	32,22

ALLEGATO 2

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA




foto 1 – I fabbricati a monte e a valle del *"sito A"* risultano essere integri e stabili

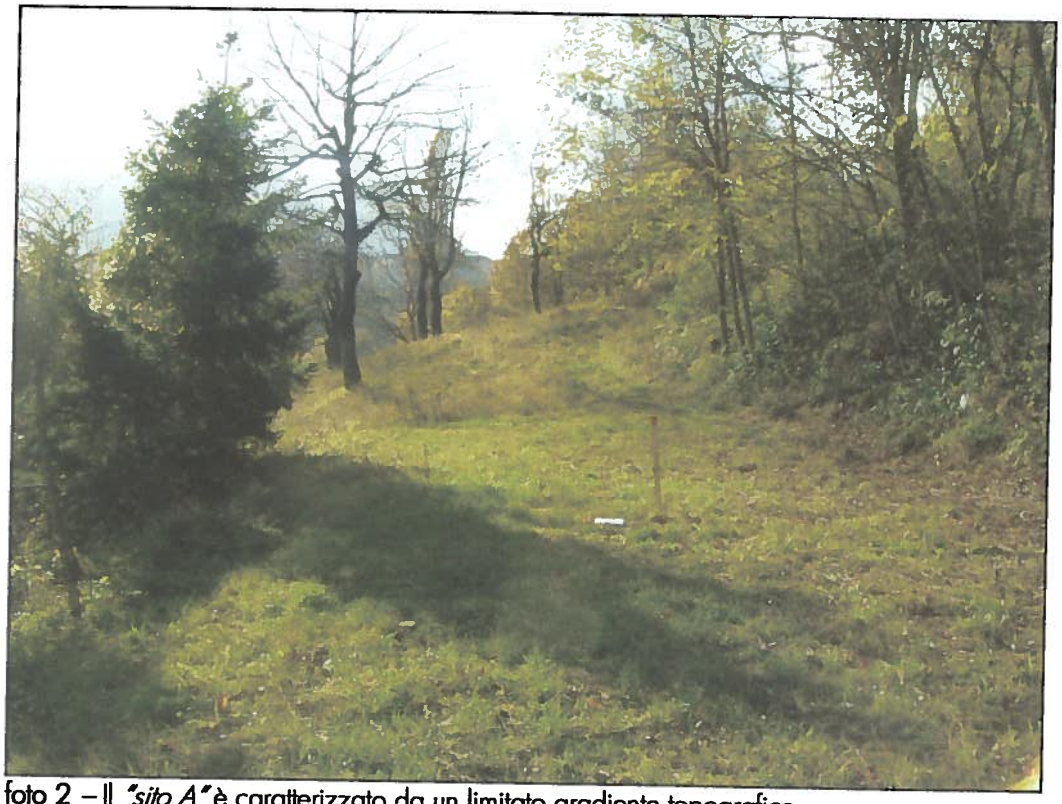


foto 2 – Il *"sito A"* è caratterizzato da un limitato gradiente topografico



foto 3 – Assenza di crepacciature nella carraia immediatamente a monte del *"sito A"*



foto 4 – Il muretto di sottoscarpa è sostanzialmente integro e privo di deformazioni da "spinta" *("sito A")*



foto 5 – Immediatamente a monte del *"sito A"* affiorano litotipi marnoso-argillosi *("Formazione delle marne di Antognola")*



foto 6 – Lungo il versante del *"sito B"* affiorano litotipi marnosi *("Formazione delle marne di Antognola")*



foto 7 – Il *"sito B"* è ubicato su di un versante con pendenza media circa pari a 25°

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÈ MONTI (RE)

COMPLETAMENTO CARATTERIZZAZIONE SISMICA
VARIANTE AL PSC - AMBITO NU1 - AREA N° 26



luglio 2009

NU1 v

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ. A
N. 1209 ALBO

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÉ MONTI (RE)

COMPLETAMENTO CARATTERIZZAZIONE SISMICA
VARIANTE AL PSC - AMBITO NU1 - AREA N° 26

INDICE

1. Premessa..... 1
2. Considerazioni conclusive..... 1

ALLEGATI

Tavola A: CARTA DEGLI EFFETTI ATTESI scala 1: 2.000

Tavola B: CARTA DEI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO scala 1: 2.000

1. PREMESSA

A seguito delle osservazioni specifiche della Provincia di Reggio Emilia circa la richiesta di variante al PSC (area n°26) – Comune di Castelnovo né Monti, pervenute al sottoscritto in Luglio 2009 tramite lettera ufficiale del Comune di Castelnovo né Monti protocollo n. 11243, si è proceduto alla realizzazione di due carte tematiche, esattamente: *"Carta degli effetti attesi"* e *"Carta dei livelli di approfondimento"* in ottemperanza all'art. 75 delle NA del PTCP 2008.

Le Tavole 9a e 9b della cartografia di progetto del PTCP 2008 sono state, oltre che recepite, adattate al contesto geologico locale; le due carte tematiche, interessanti anche un limitato intorno dell'area n°26, sono state elaborate/presentate ad una scala di dettaglio (1: 2.000).

2. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

La *"Carta degli effetti attesi" (Tav. A)* evidenzia, congruentemente a ciò che è stato quantificato attraverso l'analisi della Risposta Sismica Locale e tramite le carte di Microzonazione, due possibili effetti di sito, esattamente:

a) amplificazione delle onde sismiche per soli effetti stratigrafici;
b) amplificazione delle onde sismiche per effetti stratigrafici e topografici combinati.

Sulla base delle analisi eseguite e coerentemente a quanto riportato nelle precedenti relazioni di Novembre 2008 e Aprile 2009, si specifica che per l'area di interesse possono escludersi/non considerarsi ulteriori effetti di sito (no liquefazione, no cedimenti post-sismici, no instabilità di versante).

Alla luce di quanto emerso, la *"Carta dei livelli di approfondimento" (Tav. B)* evidenzia, pertanto, un'unica campitura rappresentante il 2° livello di approfondimento.

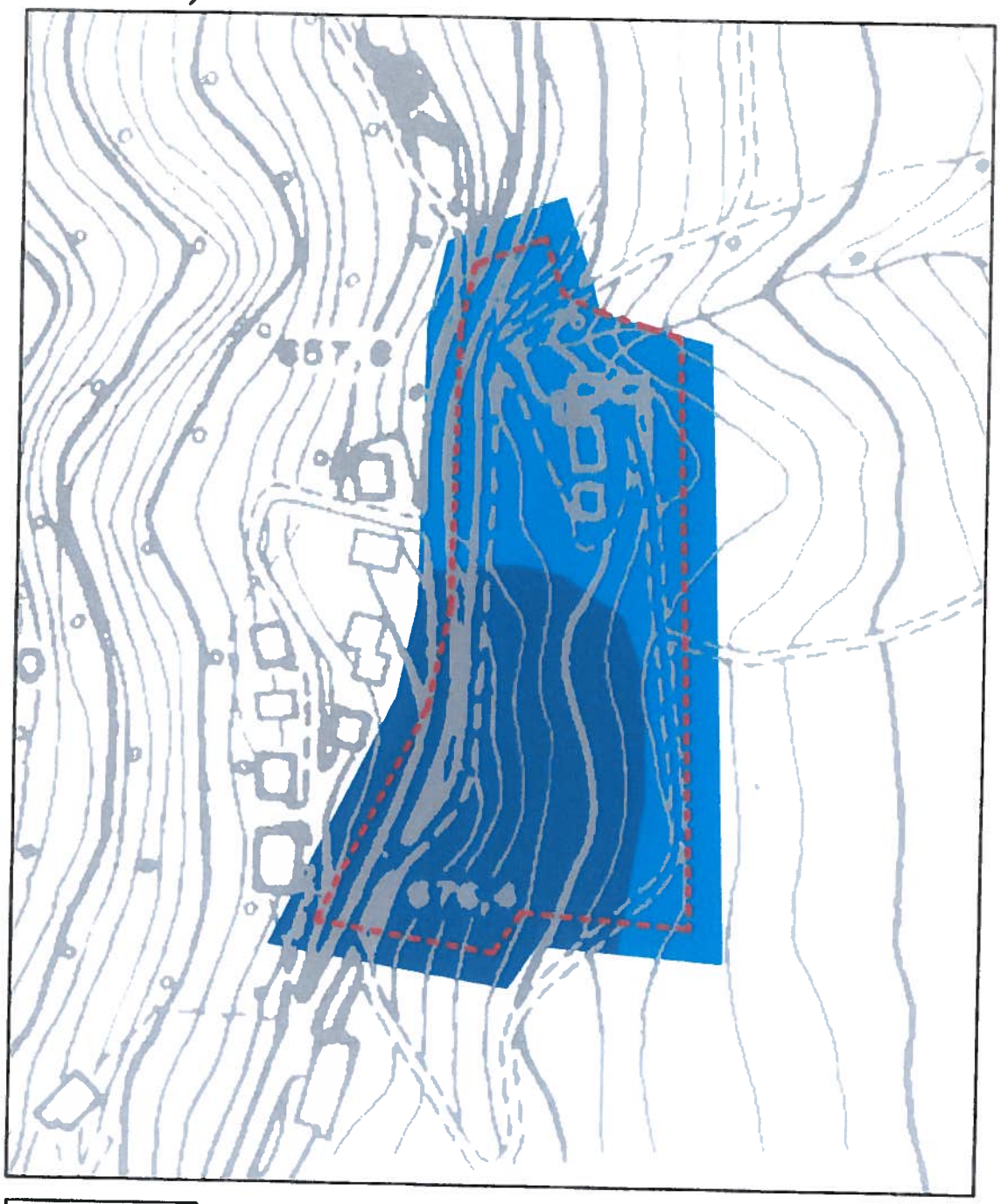


Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

Felina (RE), 31 Luglio 2009

CARTA DEGLI EFFETTI ATTESI

TAVOLA A)



LEGENDA

amplificazione stratigrafica

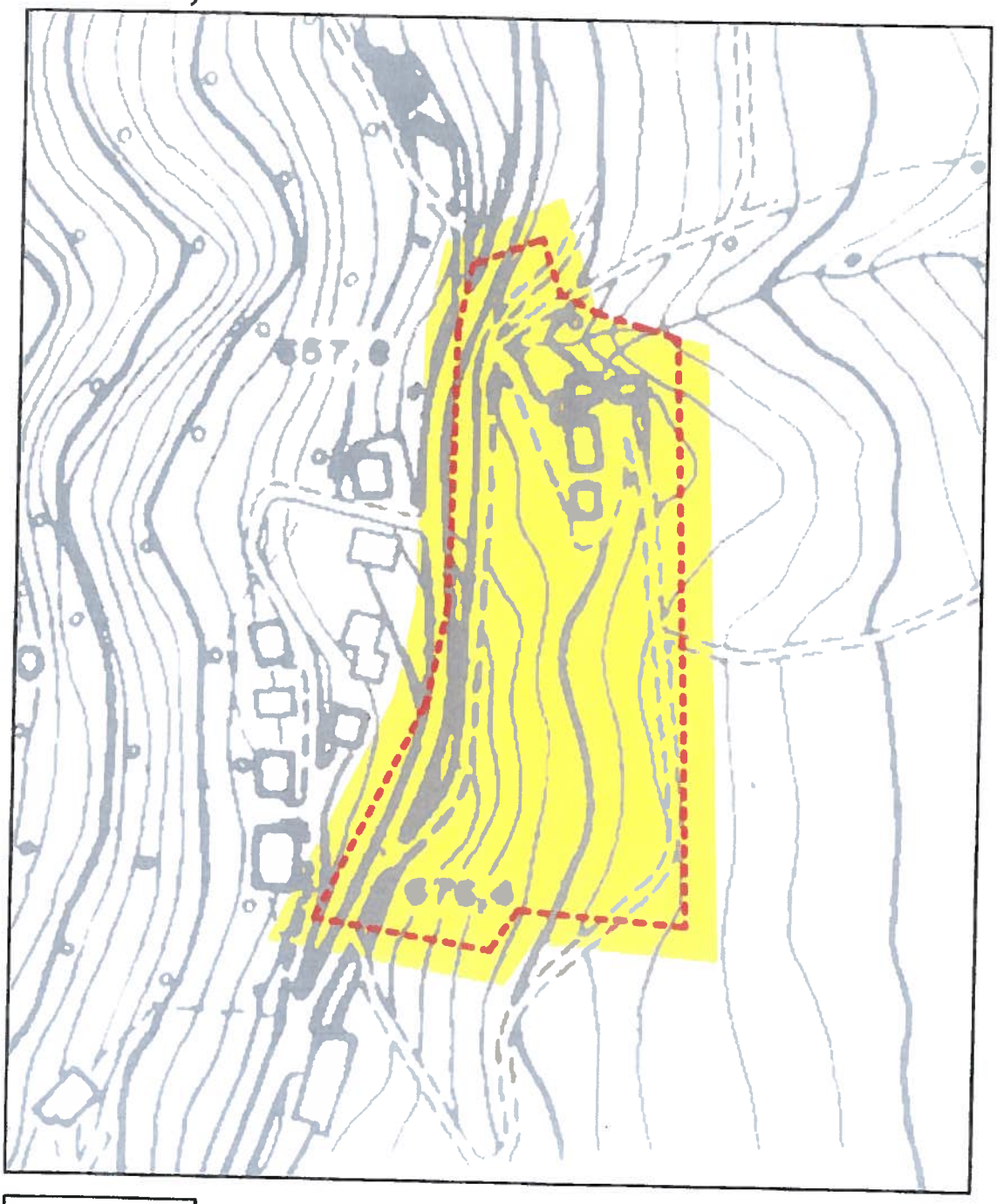
amplificazione stratigrafica e topografica

area di variante PSC

scala 1:2000

CARTA DEI LIVELLI DI APPROFONDIMENTO

TAVOLA B)



LEGENDA

2° livello di approfondimento delle indagini sismiche successive secondo la DAL 112/07 e le NA del PTCP 2008

area di variante PSC

scala 1:2000

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÈ MONTI (RE)

INDAGINI GEOTECNICHE E MICROZONAZIONE SISMICA

VARIANTE AL PSC - AMBITO NU1 - AREA N° 26



Aprile 2009

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 1209 ALBO

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÉ MONTI (RE)

INDAGINI GEOTECNICHE E MICROZONAZIONE SISMICA
VARIANTE AL PSC - AMBITO NU1 - AREA N° 26

INDICE

1. Premessa..... 1
2. Rilevamento topografico..... 2
3. Indagini geognostiche..... 2
4. Indagini sismiche e microzonazione..... 3
5. Analisi di stabilità..... 9
6. Conclusioni..... 10

ALLEGATI

Tavola 1: Ubicazione indagini geognostico-sismiche

Tavola 2: Profili e coefficienti di amplificazione topografici (St)

Tav.le 3 ÷ 7: Microzonazione sismica

Allegato 1: Diagrammi penetrometrici e reports parametri geotecnici

Allegato 2: Analisi di stabilità

Allegato 3: Sismica

- Tav. 1: Spettri delle tre componenti ortogonali rilevate nella registrazione R1
- Tav. 2: Spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R1
- Tav. 3: Spettri delle tre componenti ortogonali rilevate nella registrazione R2
- Tav. 4: Spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R2

1. PREMESSA

A seguito delle osservazioni/prescrizioni ricevute dall'Ufficio tecnico del Comune di Castelnovo né Monti circa la relazione geologico - geotecnica redatta dal sottoscritto nel Novembre 2008 si è ritenuto opportuno, in accordo con la committenza (*STUDIO TECNICO Ing. Ivano Bianchi),* integrare lo studio precedente tramite ulteriori indagini geotecnico - sismiche *in situ.*

Il seguente studio, avente carattere integrativo, è relativo al nuovo Ambito NU1 ubicato a nord del capoluogo in via Bellessere; nello specifico l'area in esame è la n° 26 (Variante PSC).

Sulla base delle osservazioni/prescrizioni si è ritenuto opportuno effettuare le seguenti indagini:

1. due penetrometrie nel settore meridionale;
2. una penetrometria nel settore settentrionale;
3. un'indagine sismica nel settore meridionale;
4. un'indagine sismica nel settore settentrionale;
5. un rilievo topografico nel settore meridionale;
6. un rilievo topografico nel settore settentrionale.

I dati acquisiti *in situ* hanno permesso di:

1. determinare il valore di Vs30 per i terreni di fondazione;
2. caratterizzare al meglio i comparti dal punto di vista stratigrafico;
3. eseguire le verifiche di stabilità in condizioni di sollecitazione sismica in conformità alla DAL 112/2007;
4. caratterizzare i terreni dal punto di vista sismico (FA PGA, FA IS, Vs30, St);
5. realizzare le carte di microzonazione sismica in scala 1:2000.

L'ubicazione delle indagini è riportata in Tavola 1 allegata.

I dettagli ed i risultati circa le indagini effettuate nonché tutti gli aspetti geologici, idrogeologici, geotecnici e sismici, inerenti i terreni esaminati, verranno esposti nei capitoli seguenti.

2. RILEVAMENTO TOPOGRAFICO

Allo scopo di determinare i *coefficienti d'amplificazione topografici (St)* nonché effettuare al meglio le analisi di stabilità si è ritenuto opportuno rilevare direttamente i pendii oggetto del seguente studio.

I rilievi, eseguiti tramite triplometro, hanno consentito di definire due profili topografici, rispettivamente uno nel settore nord ed uno nel settore sud.

L'ubicazione planimetrica dei profili è riportata in Tav. 1 allegata.

I profili topografici sono riportati in Tav. 2 allegata.

I coefficienti d'amplificazione topografici ottenuti sono i seguenti:

- ***St = 1,00 (settore nord)***
- ***St = 1,04 (settore sud)***

Per ulteriori dettagli si rimanda alla Tav. 2 allegata.

3. INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di ottimizzare la caratterizzazione del sottosuolo in entrambi i settori sia dal punto di vista stratigrafico che dal punto di vista geomeccanico - geotecnico si è ritenuto opportuno eseguire 3 prove penetrometriche dinamiche medie.

L'ubicazione delle indagini geognostiche è visibile in Tavola 1 allegata.

Per l'indagine geognostica è stato impiegato un penetrometro dinamico *Geo-Tool;* con esso sono state eseguite 3 prove *DPM.*

Le caratteristiche tecniche del penetrometro sono riportate in Allegato 1.

Le elaborazioni elettroniche dei dati registrati in sito, eseguite tramite il software *Dynamic probing* della *Geostru software sas,* hanno permesso di ottenere, su ciascuna verticale di prova, sia la sequenza litostratigrafica che i principali parametri geotecnici dei terreni indagati.

In Allegato 1 sono riportati i diagrammi penetrometrici, le interpretazioni stratigrafiche ed i principali parametri geotecnici ottenuti. Si precisa che per l'interpretazione stratigrafica si è fatto riferimento a quanto riportato nella carta geologica (fig.re 3.1 ÷ 3.3 - Relazione Novembre 2008).

In particolare, in funzione della profondità, sono stati diagrammati:

- il numero di colpi (N_{10});
- le resistenze dinamiche in MPa;
- le interpretazioni stratigrafiche.

**Le prove penetrometriche dinamiche (DPM) consistono nell'infiggere verticalmente nel terreno una punta conica metallica posta all'estremità di un'asta d'acciaio, prolungabile con l'aggiunta di successive aste. L'infissione avviene per battitura, facendo cadere da un'altezza costante un maglio di dato peso. Si contano i colpi necessari per la penetrazione di ciascun tratto di lunghezza stabilita (10 cm). Solitamente si utilizzano i risultati penetrometrici in termini di resistenza dinamica unitaria alla penetrazione Rpd, utilizzando la relazione detta "degli olandesi".*

Essa è del tipo:

$Rpd = K \times N$

dove N è il numero di colpi per 10 cm di infissione e K è una costante dipendente dalle caratteristiche dello strumento utilizzato e dalla profondità di prova. I valori di resistenza dinamica Rpd sono restituiti nell'Allegato 1 sotto forma di diagramma penetrometrico, in base alla profondità.

Settore nord

La DPM7, eseguita al fine di controllare lo spessore della copertura più a valle, ha confermato sostanzialmente quanto rilevato a monte della medesima (DPSH2); i litotipi argillosi poco consistenti risultano essere confinati entro 1,80 ÷ 2,00 m da p.c. attuale sia a monte che a valle.

In corrispondenza della DPM7 è stata rilevata una "venuta" idrica localizzata a 4,90 m p.c. attuale.

Settore sud

Le DPM5/6 hanno consentito di ricostruire l'assetto stratigrafico del versante, nello specifico la coltre superficiale raggiunge il suo spessore massimo nella zona sommitale del pendio (DPSH4 – 7 m) per effetto anche della presenza di materiale di riporto; tale spessore si riduce procedendo via via verso valle, dapprima attestandosi a 4,20 m da p.c. attuale in corrispondenza della DPM5 per poi ridursi ulteriormente a 1,50 m p.c. attuale in corrispondenza della DPM6.

In corrispondenza delle DPM5/6 non è stata intercettata alcuna falda idrica.

4. INDAGINI SISMICHE E MICROZONAZIONE

Premessa

Si è ritenuto opportuno eseguire due registrazioni del rumore sismico ambientale di fondo (microtremore), una in corrispondenza della DPSH4 ed una in corrispondenza della DPM7.

Lo scopo dell'indagine è la valutazione della risposta sismica locale e la conseguente determinazione del parametro VS30 al fine di classificare il suolo di fondazione del sito in accordo con la normativa vigente:

- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 3274 (20/03/2003) e s.m.: Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione del territorio nazionale e di normative tecniche (G.U. n.105 del 08/05/2003);

- Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (14/01/2008): Norme tecniche per le costruzioni (G.U. n. 29 del 04/02/2008) – Suppl. Ordinario n° 30;
- Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri (28/04/2006): Criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone (G.U. n.108 del 11/05/2006).

Secondo la classificazione sismica dei comuni italiani si ricorda che l'area in esame ricade in Zona 2.

Interpretazione dei risultati

Registrazione R1

La registrazione R1 è stata effettuata in prossimità della prova DPSH4 al fine di stimare al meglio le profondità e le velocità degli strati sismici.

L'elaborazione dei dati permette di ottenere i diagrammi degli spettri delle tre componenti ortogonali (Allegato 3 – Tav. 1) e dello spettro del moto del suolo (Allegato 3 – Tav. 2) allegati a fine testo.

La curva presente in Tavola 2 mostra un picco principale di elevata ampiezza localizzato alla frequenza di 7.5 Hz causato indubbiamente dal forte contrasto di impedenza sismica tra il materiale della coltre ed il substrato localizzato dalla prova DPSH4 alla profondità di circa 7 metri.

Per frequenze inferiori a 7.5 Hz la curva tende al valore H/V=1 ad indicare la permanenza delle caratteristiche inalterate del substrato.

È visibile un secondo picco alla frequenza di 90 Hz. La sua presenza è da ricercare nel contrasto di impedenza sismica presente all'interno dei materiali della coltre e posizionabile alla profondità di circa 1 metro tramite la prova DPSH4.

Le velocità estratte per gli spessori dei materiali nel punto di registrazione R1 sono di seguito elencate:

	Profondità (m)	Vs (m/sec)
Strato sismico 1	0.0 – 1.0	160
Strato sismico 2	1.0 – 7.0	220
Strato sismico 3	7.0 – 10.8	400
Strato sismico 4	10.8 – 30.0	530

Registrazione R2

La registrazione R2 è stata effettuata in prossimità della prova DPM7 al fine di stimare al meglio le profondità e le velocità degli strati sismici.

L'elaborazione dei dati permette di ottenere i diagrammi degli spettri delle tre componenti ortogonali (Allegato 3 – Tav. 3) e dello spettro del moto del suolo (Allegato 3 – Tav. 4) allegati a fine testo.

La curva presente in Tavola 4 mostra una curva leggermente più complessa da interpretare rispetto alla curva della registrazione R1. Procedendo da destra verso sinistra si nota un picco a base larga ed ampiezza ridotta tra le frequenze di 40 Hz e 90 Hz. La sua presenza è dovuta al contrasto di impedenza sismica presente all'interno della coltre e posizionabile alla profondità di circa 1 metro in base alla prova DPM7.

A seguire è distinguibile un secondo picco, centrato a circa 20 Hz, ad ampiezza leggermente maggiore rispetto al precedente e correlabile con il contatto tra la coltre ed il substrato presente alla profondità di circa 2 metri.

La curva compresa tra 4.5 Hz e 10 Hz mostra un punto di minimo nella sua parte destra ed un punto di massimo in quella sinistra. In considerazione del fatto che individua la parte più superficiale del substrato risulta ragionevole correlarla con la parte alterata e fratturata di quest'ultimo. Per frequenze inferiori a 4.5 Hz la curva tende al valore H/V=1 ad indicare invece la permanenza delle caratteristiche inalterate del substrato.

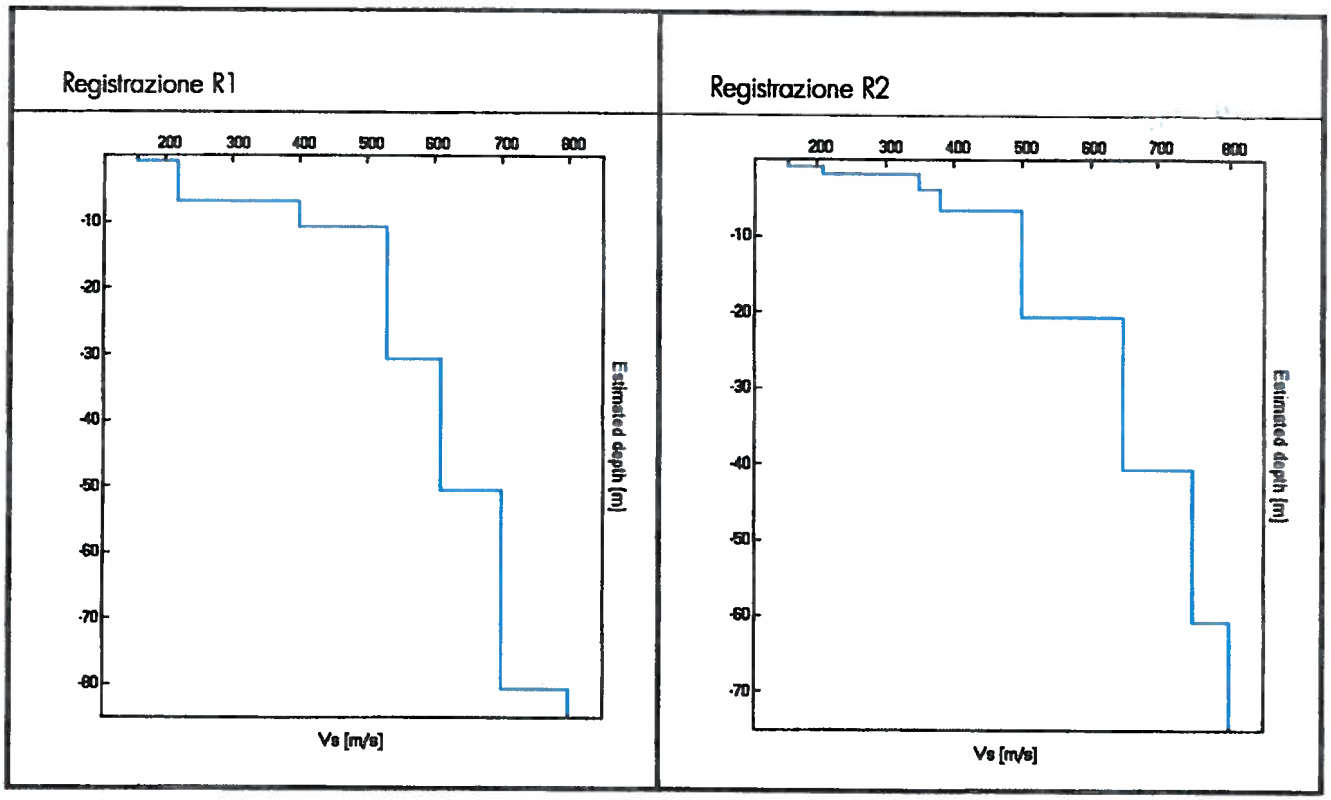
Le velocità estratte per gli spessori dei materiali nel punto di registrazione R2 sono di seguito elencate:

	Profondità (m)	Vs (m/sec)
Strato sismico 1	0.0 – 1.0	160
Strato sismico 2	1.0 – 2.0	210
Strato sismico 3	2.0 – 4.0	350
Strato sismico 4	4.0 – 6.8	380
Strato sismico 5	6.8 – 20.8	500
Strato sismico 6	20.8 – 30.0	650

Indicazione del substrato sismico

Il substrato sismico viene definito come quello strato sismico in cui VS risulta essere maggiore o uguale ad 800 m/s.

L'analisi delle velocità permette di stimare il profilo delle velocità nel terreno. Nei casi in esame si sono ottenuti i seguenti andamenti:



Risulta così possibile valutare la profondità del substrato sismico nei due punti di registrazione.

Per comodità i risultati di tale studio vengono sinteticamente indicati in tabella:

	R1	R2
Profondità del substrato sismico (m)	~80	~60

Microzonazione sismica

a) Valutazione del parametro Vs_{30} e determinazione della categoria del suolo di fondazione

Sulla base dei risultati ricavati nel paragrafo precedente, ed in accordo con l'attuale normativa, viene calcolato il valore del parametro VS30 tramite la formula:

$$V_{S30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{hi}{Vsi}}$$

Da cui si ottiene:

Vs_{30} = *379 m/sec* per la registrazione R1;

Vs_{30} = *453 m/sec* per la registrazione R2.

A tale terreno, ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto ed in base ai valori del parametro VS30, viene associata una categoria di *suolo di fondazione di tipo B* definita:

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 VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT30 > 50 nei terreni a grana grossa e Cu_{30} > 250 kPa nei terreni a grana fina).

b) Stima del parametro Vs30 nelle prove dinamiche

In base alle registrazioni effettuate è stato possibile interpretare da un punto di vista sismico le prove ubicate nelle vicinanze di quella utilizzata per tarare la sismica. Si sono così ottenuti i seguenti risultati a cui si allega anche la stima del parametro VS30.

DPM5	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30
Strato sismico 1	0.0 – 1.0	160	425 m/sec
Strato sismico 2	1.0 – 4.2	220	
Strato sismico 3	4.2 – 7.2	400	
Strato sismico 4	7.2 – 27.2	530	
Strato sismico 5	27.2 – 30.0	610	

DPM6	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30
Strato sismico 1	0.0 – 1.0	160	481 m/sec
Strato sismico 2	1.0 – 1.5	220	
Strato sismico 3	1.5 – 4.1	400	
Strato sismico 4	4.1 – 24.1	530	
Strato sismico 5	24.1 – 30.0	610	

DPSH3	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30
Strato sismico 1	0.0 – 1.2	160	424 m/sec
Strato sismico 2	1.2 – 2.4	220	
Strato sismico 3	2.4 – 8.2	350	
Strato sismico 4	8.2 – 9.6	480	
Strato sismico 5	9.6 – 29.6	530	
Strato sismico 6	29.6 – 30.0	610	

DPSH2	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30
Strato sismico 1	0.0 – 0.8	160	456 m/sec
Strato sismico 2	0.8 – 1.8	210	
Strato sismico 3	1.8 – 4.2	350	
Strato sismico 4	4.2 – 7.0	380	
Strato sismico 5	7.0 – 21.0	500	
Strato sismico 6	21.0 – 30.0	650	

DPSH1	Profondità (m)	Vs (m/sec)	Vs30
Strato sismico 1	0.0 – 1.0	180	500 m/sec
Strato sismico 2	1.0 – 8.0	350	
Strato sismico 3	8.0 – 9.2	500	
Strato sismico 4	9.2 – 30.0	650	

È possibile notare come ***per tutte le prove considerate si ottenga un suolo di fondazione di tipo B.***

c) Determinazione dei fattori di amplificazione

Dalle tabelle presenti in ALLEGATO 2 dell'Atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, c. 1, della L.R. 20/2000 per "Indirizzi per gli studi di microzonazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione territoriale e urbanistica" è stato possibile ricavare i fattori di amplificazione riportati di seguito.

	F.A. PGA	F.A. IS (0.1s<To<0.5s)	F.A. IS (0.5s<To<1.0s)
DPSH4	2.3	2.2	1.6
DPM7	2.0	1.7	1.4
DPM5	2.0	1.7	1.4
DPM6	2.0	1.7	1.4
DPSH3	2.0	1.7	1.4
DPSH2	2.0	1.7	1.4
DPSH1	2.0	1.7	1.4

I parametri sismici del sito hanno consentito la realizzazione delle carte di microzonazione sismica; nello specifico sono stati visualizzati, in scala 1:2000, i seguenti parametri:

- ✓ St
- ✓ Vs_{30}
- ✓ F.A. PGA
- ✓ F.A. IS (0.1s<To<0.5s)
- ✓ F.A. IS (0.5s<To<1.0s)

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici cioè alle Tavole 3 ÷ 7 allegate.

5. ANALISI DI STABILITÀ

Dato l'assetto geomorfologico - stratigrafico riscontrato nel settore sud si è ritenuto opportuno eseguire molteplici analisi di stabilità in condizioni di sollecitazione sismica in conformità alla DAL 112/2007.

I valori di k_h e k_v sono stati determinati tramite le seguenti equazioni *(DAL 112/2007 – Linee guida AGI 2005)*:

- $k_h = 0,5 \times a_{gR} \times \gamma_1 \times S/g$
- $k_v = \pm 0,5 \times k_h$

Nello specifico, facendo riferimento ai parametri sismici del settore sud ovvero a quelli ricavati tramite lo studio eseguito, per le verifiche di stabilità (Allegato 2) sono stati impiegati i seguenti valori:

- $k_h = 0,197$
- $k_v = 0,099$

Non essendo note ad oggi le condizioni future, sono state eseguite molteplici analisi di stabilità del versante nelle condizioni attuali.

Si precisa che sono state eseguite due tipologie di analisi, esattamente:

a) di tipo esteso ovvero interessanti tutto il pendio;

b) di tipo localizzato nella porzione più critica dello stesso ovvero nella sua parte sommitale.

Si specifica che tutte le verifiche sono state eseguite in condizioni drenate e tramite la metodologia di Fellenius.

L'elaborazione elettronica dei dati è stata eseguita tramite il software *Slope della Geostru software sas.*

In Allegato 2, per questioni pratiche, sono riportate le due più significative con i relativi INPUT ed OUTPUT.

I fattori di sicurezza ottenuti sono i seguenti:

1. ***Fs = 1,53 (analisi di tipo A – estesa)***
2. ***Fs = 1,08 (analisi di tipo B – localizzata)***

In conclusione, quindi, i risultati ottenuti evidenziano una criticità nella porzione sommitale del versante (Fs<1,30) di cui bisognerà tener conto in fase di progettazione/operativa; in altri termini sarà necessario operare uno sgravio dei carichi a monte tramite un'adeguata riprofilatura del pendio.

Operando con tale metodologia si otterranno Fs>1.30, in accordo con la normativa vigente, anche nella parte sommitale del versante.

Si conferma quanto già specificato nella relazione di Novembre 2008 circa le opere fondali/di contenimento circa il settore sud; sarà cioè necessario adottare ***fondazioni indirette (pali trivellati)*** ed eseguire un'***opera di contenimento a monte (berlinese)*** ai fini di evitare danneggiamenti alla strada adiacente.

6. CONCLUSIONI

Qui di seguito si riassume quanto emerso a seguito delle indagini e delle analisi effettuate.

LITOSTRATIGRAFIA E GEOTECNICA

Settore nord

- la DPM7 conferma che lo spessore massimo della copertura si attesta attorno a 2 m circa di profondità da p.c. attuale.

Settore sud

- le DPM5/DPM6 evidenziano un assottigliamento della coltre geotecnicamente scadente procedendo verso valle.

IDROGEOLOGIA

- Nel settore nord si è rilevata una "venuta" idrica a 4,90 m da p.c. attuale in corrispondenza della DPM7.
- Nel settore meridionale, fino alle profondità raggiunte con le DPM/DPSH, non è stata intercettata alcuna falda idrica.

CARATTERIZZAZIONE SISMICA

- Comune di Castelnovo né Monti in Zona 2.
- Vs_{30} = 379 m/sec per la registrazione R1 (settore sud).
- Vs_{30} = 453 m/sec per la registrazione R2 (settore nord).
- Categoria suolo di fondazione B per entrambi i settori.
- a_g = 0,165 g *(DAL 112/2007)*.
- St = 1,00 (settore nord).
- St = 1,04 (settore sud).
- Per FA PGA, FA IS, Vs_{30} di dettaglio si rimanda al paragrafo di microzonazione sismica (Cap. 4).

STABILITÀ VERSANTE (settore sud)

- Fs = 1,53 (analisi di tipo A – estesa).
- Fs = 1,08 (analisi di tipo B – localizzata).
- La criticità riscontrata nella porzione sommitale del versante meridionale (Fs<1,30) potrà essere risolta grazie ad uno sgravio dei carichi a monte ovvero riprofilando il versante a regola d'arte.
- La riprofilatura del versante, che determinerà un deciso incremento del suo livello di stabilità, permetterà quindi di ottenere Fs>1,30 in accordo con la normativa vigente.

Ulteriori analisi/valutazioni geologico – geotecnico – sismiche potranno essere fornite nelle successive fasi di pianificazione.

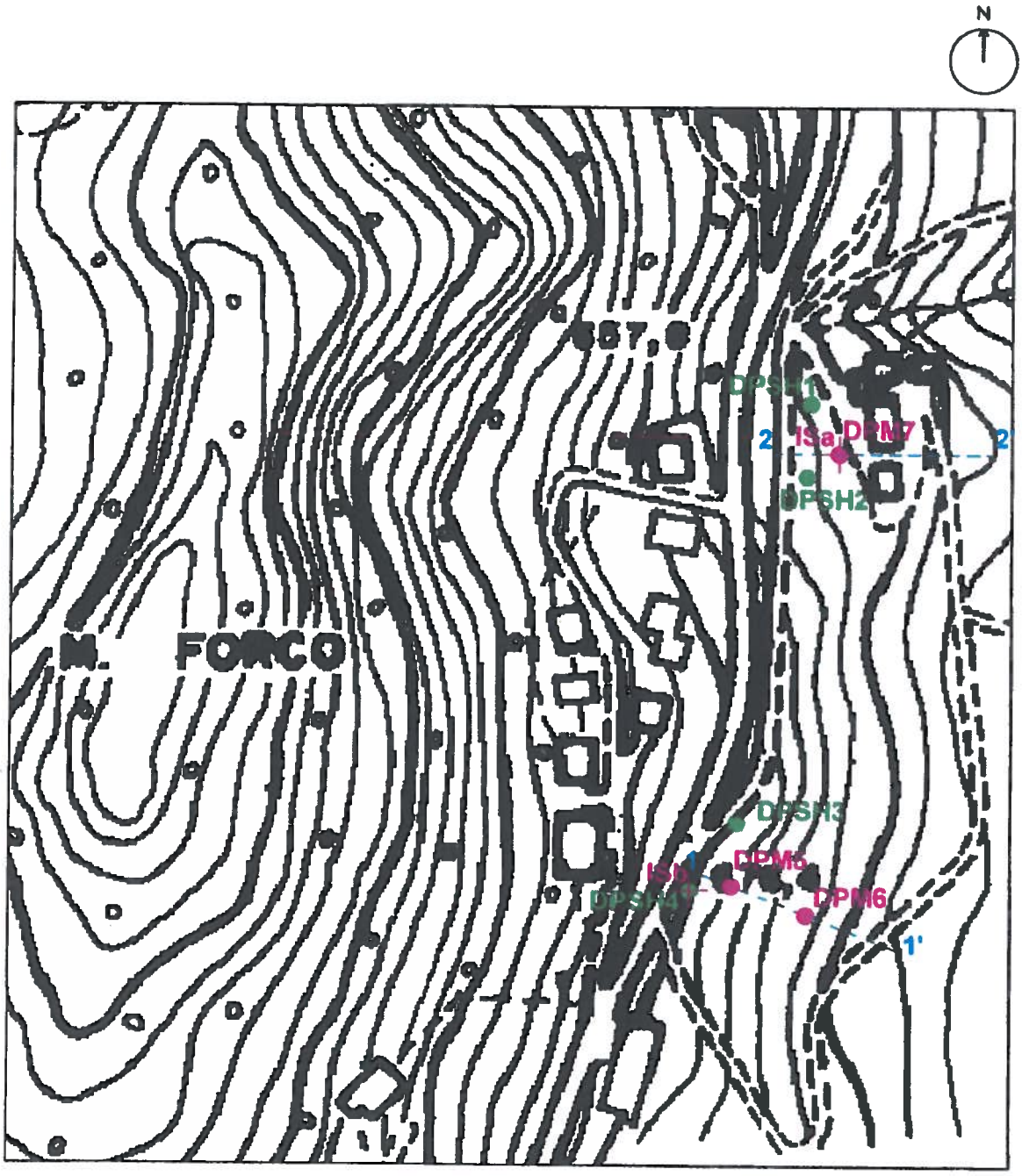
ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 1209 ALBO P.

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

Felina (RE), 23 Aprile 2009

****le copie originali del seguente documento, allegati compresi, sono state timbrate sul retro di ogni pagina. Copertina e pg. 11 timbrate e firmate integralmente sul fronte.*

TAVOLA 1 – UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICO-SISMICHE



LEGENDA

DPSH1 ● penetrometria dinamica superpesante

DPM ● penetrometria dinamica media

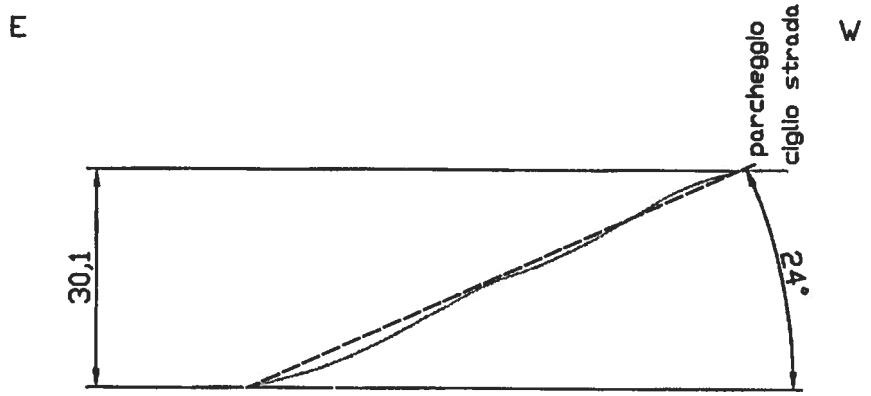
IS + indagine sismica

1 ---- 1' allineamento profilo topografico

scala 1:2000

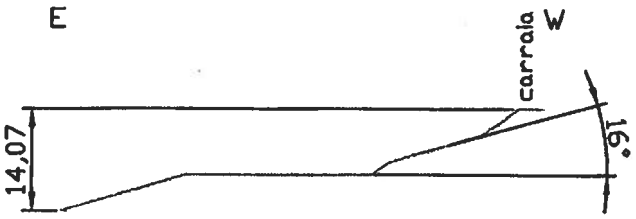
TAVOLA 2 - Profili e coefficienti di amplificazione topografici (St)

Profilo 1 - 1'



St=1+0.8 (tg 24-tg0-0,40)= 1,04

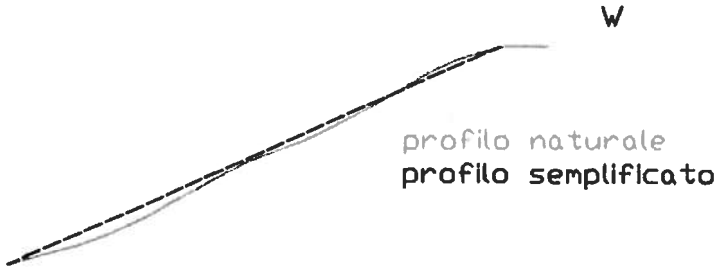
Profilo 2 - 2'



Hpendio<30 m

St=1,00

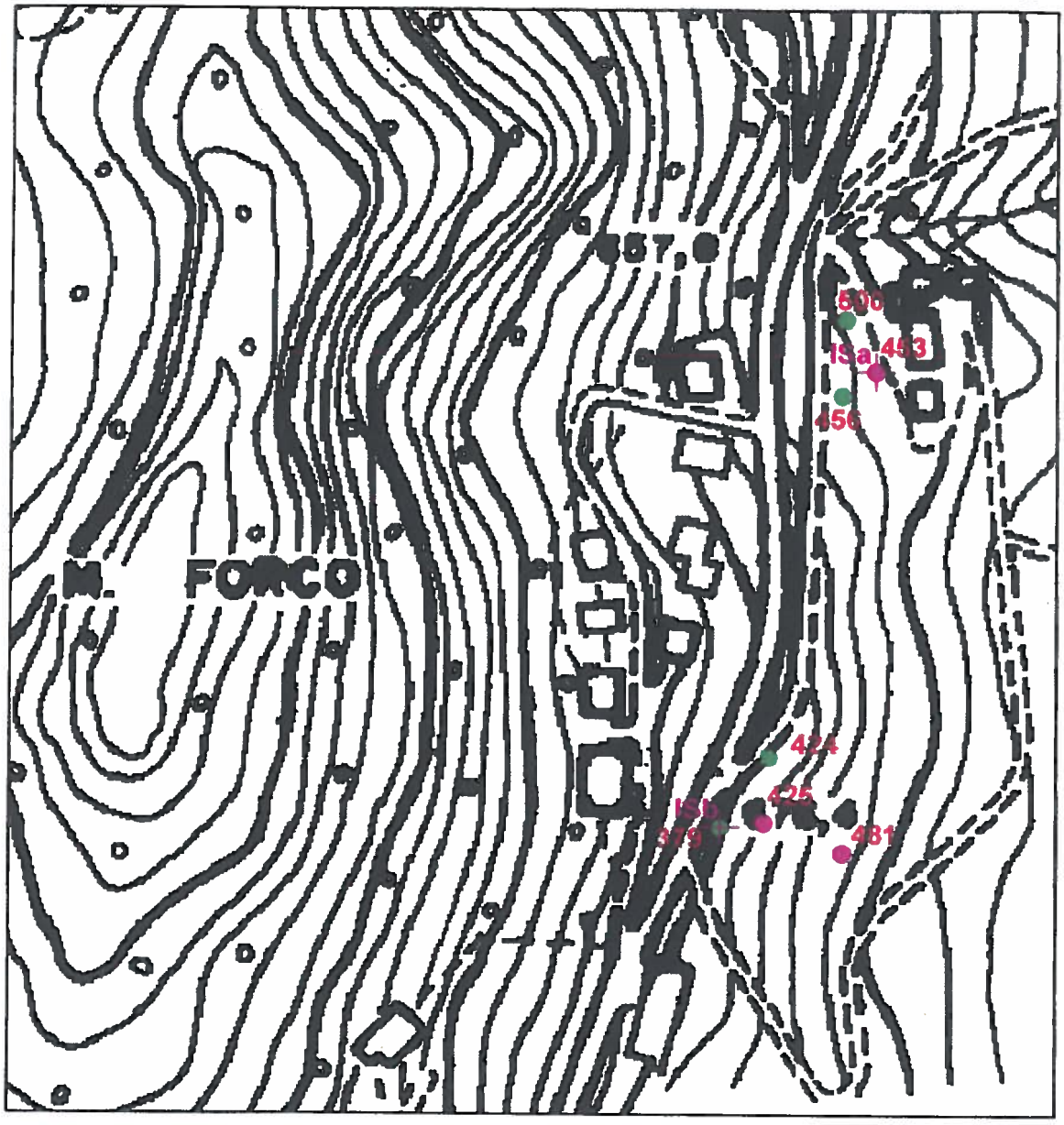
Legenda



scala 1:1000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAVOLA 3 – VS30 (m/sec)



LEGENDA

DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

DPM — penetrometria dinamica media

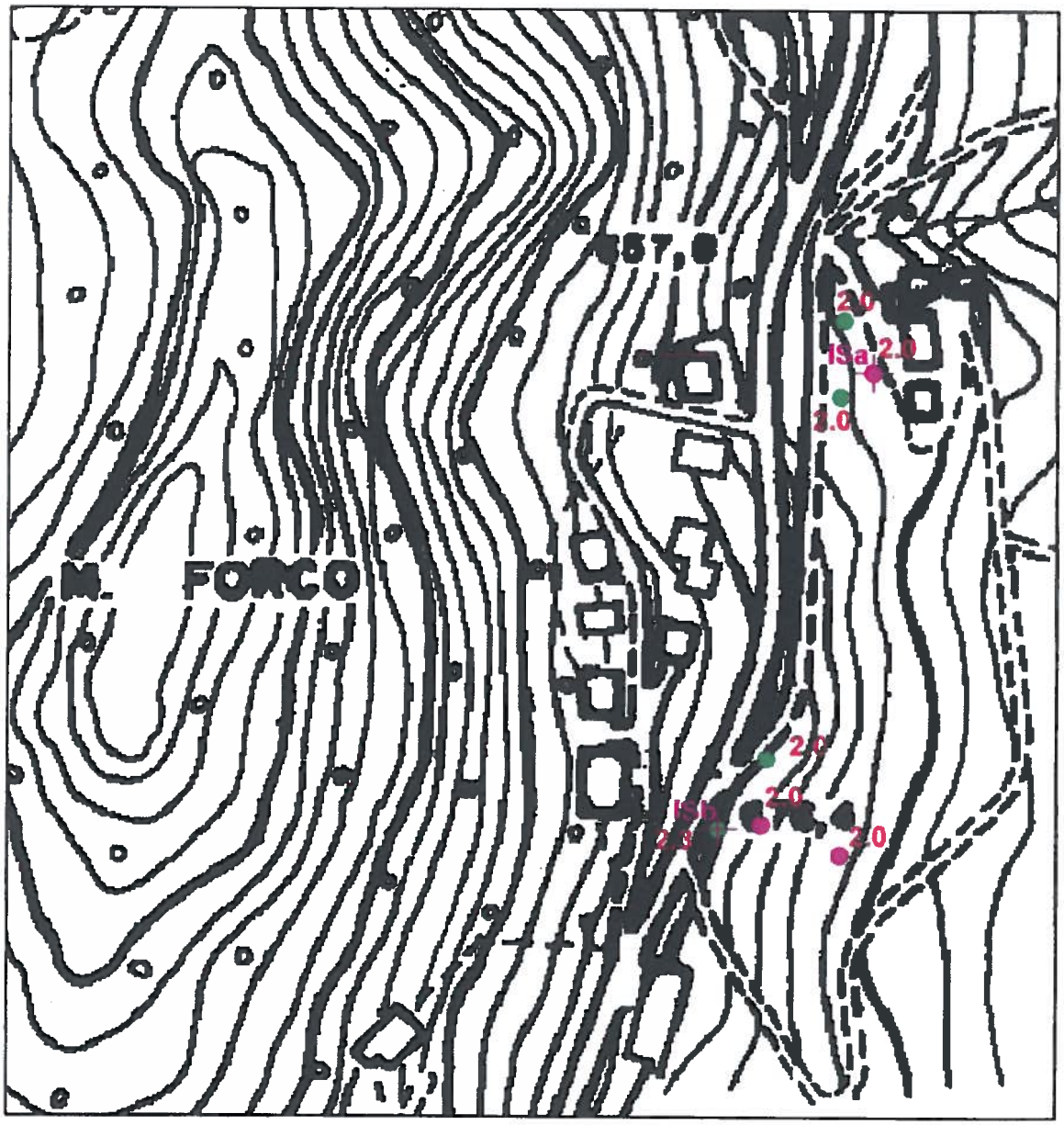
IS — indagine sismica

379 — Vs30 (m/sec) in corrispondenza delle veticali penetrometriche

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAVOLA 4 – F.A. PGA



LEGENDA

DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

DPM — penetrometria dinamica media

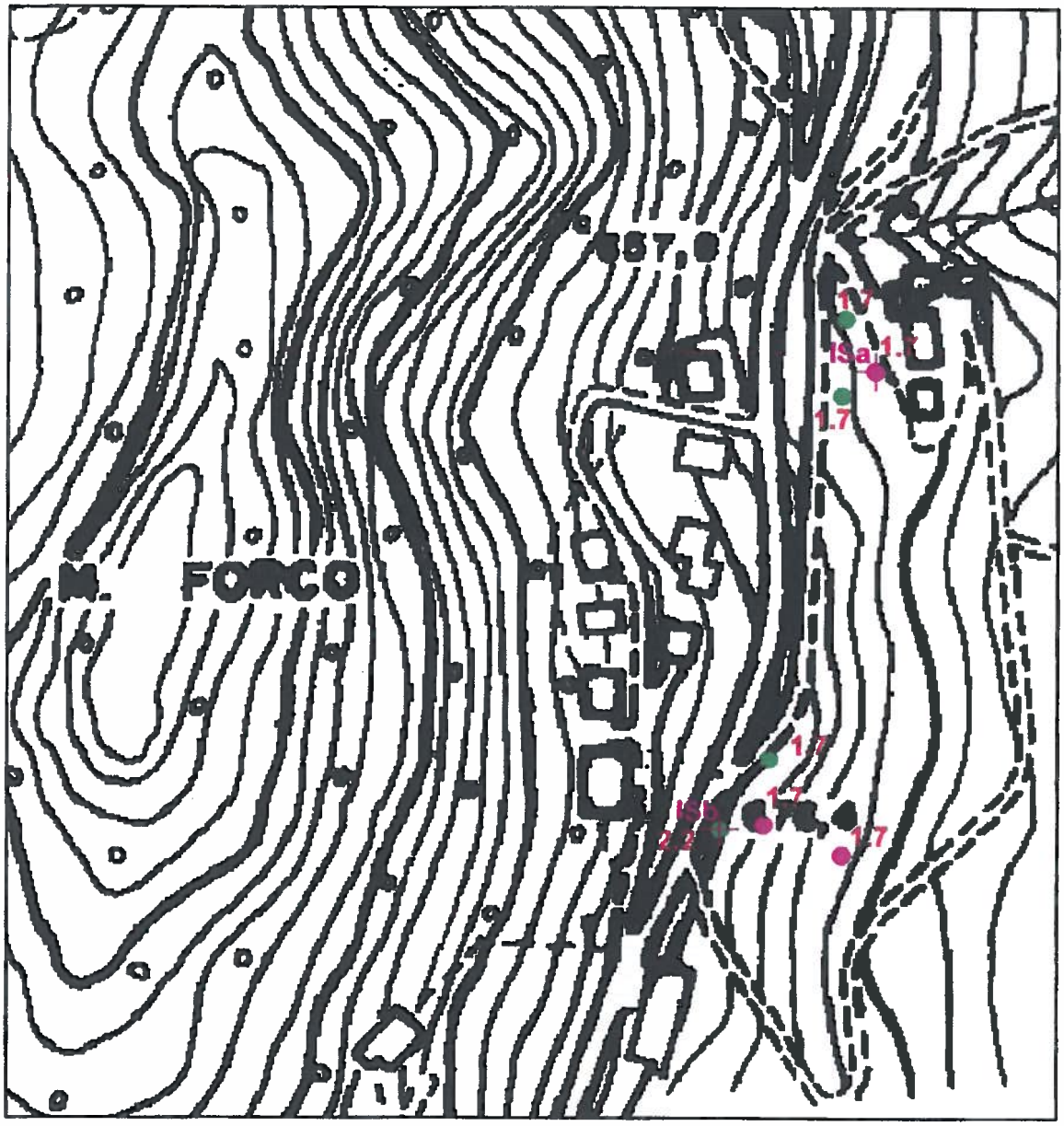
IS — indagine sismica

2.3 — fattore di amplificazione stratigrafico (F.A. PGA) nei punti d'indagine

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAVOLA 5 – F.A. IS (0.1s<To<0.5s)



LEGENDA

DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

DPM — penetrometria dinamica media

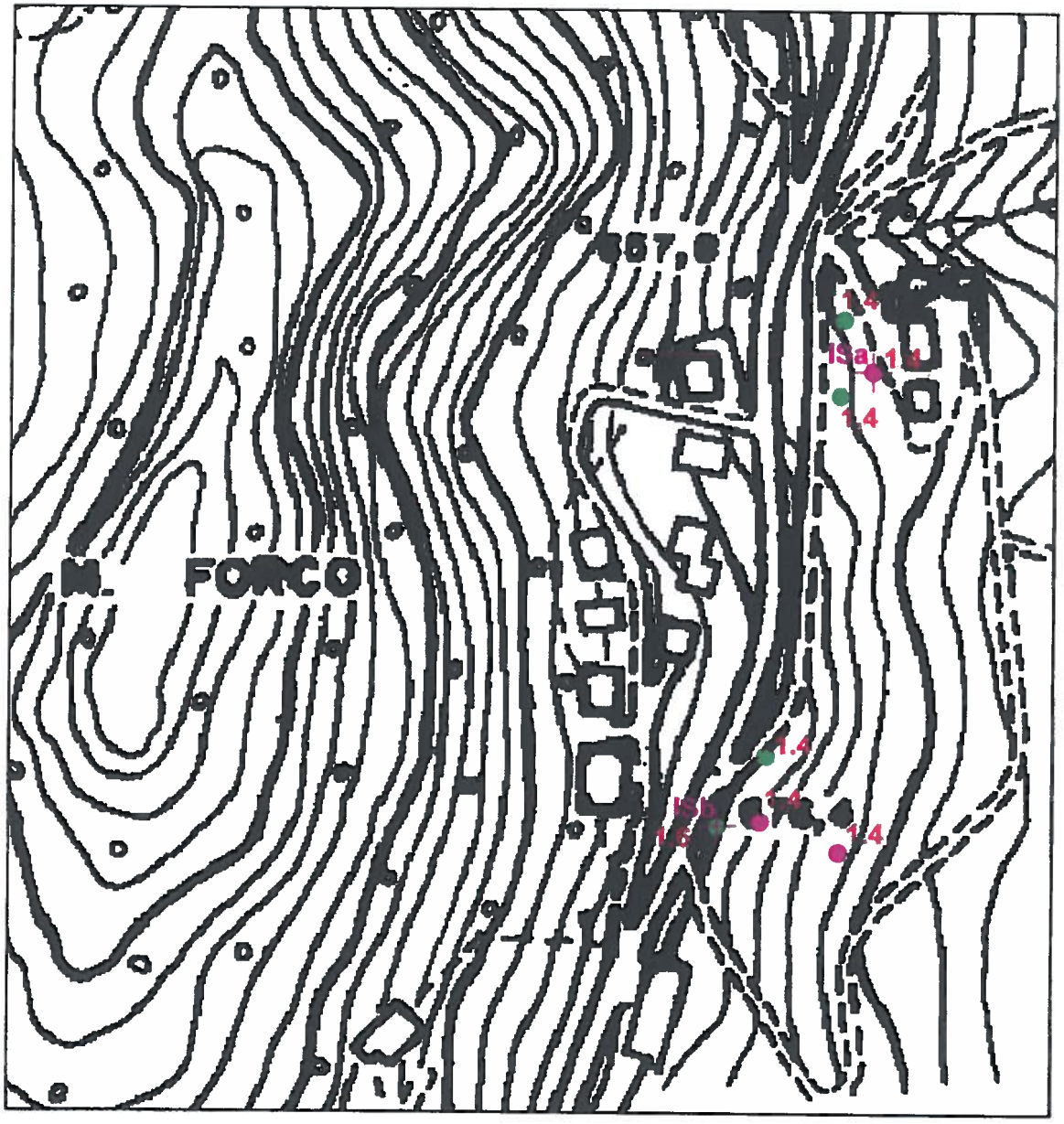
IS — indagine sismica

2.2 — fattore di amplificazione stratigrafico (F.A. IS) nei punti d'indagine

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAVOLA 6 – F.A. IS (0.5s<To<1.0s)



LEGENDA

DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

DPM — penetrometria dinamica media

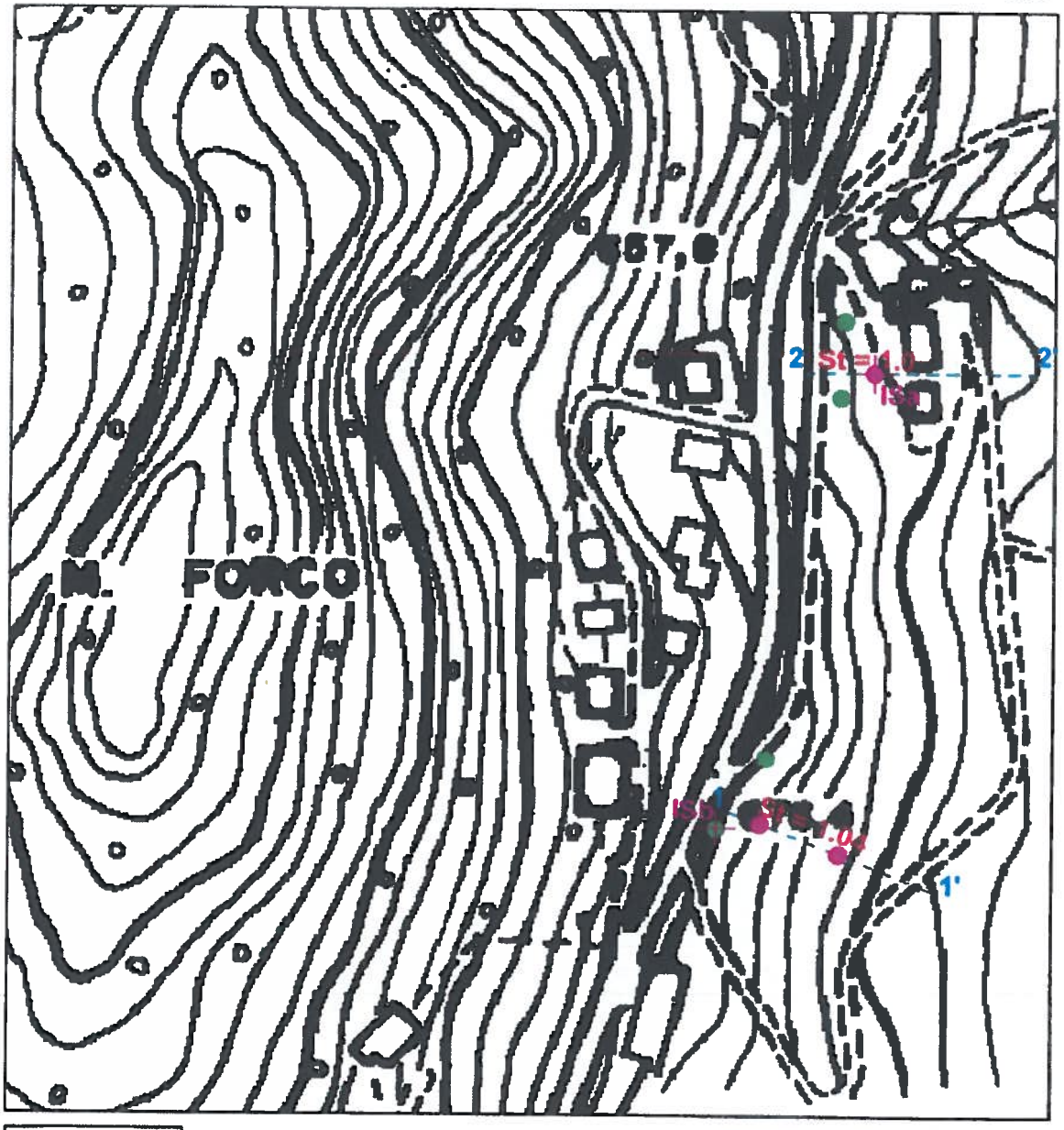
IS — indagine sismica

1.6 — fattore di amplificazione stratigrafico (F.A. IS) nei punti d'indagine

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAV. 7 – AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (St)



LEGENDA

DPSH1 — penetrometria dinamica superpesante

DPM — penetrometria dinamica media

IS — indagine sismica

1 — 1' — allineamento profilo topografico

St — coefficiente di amplificazione topografico

scala 1:2000

ALLEGATO 1

DIAGRAMMI PENETROMETRICI

E

REPORTS PARAMETRI GEOTECNICI

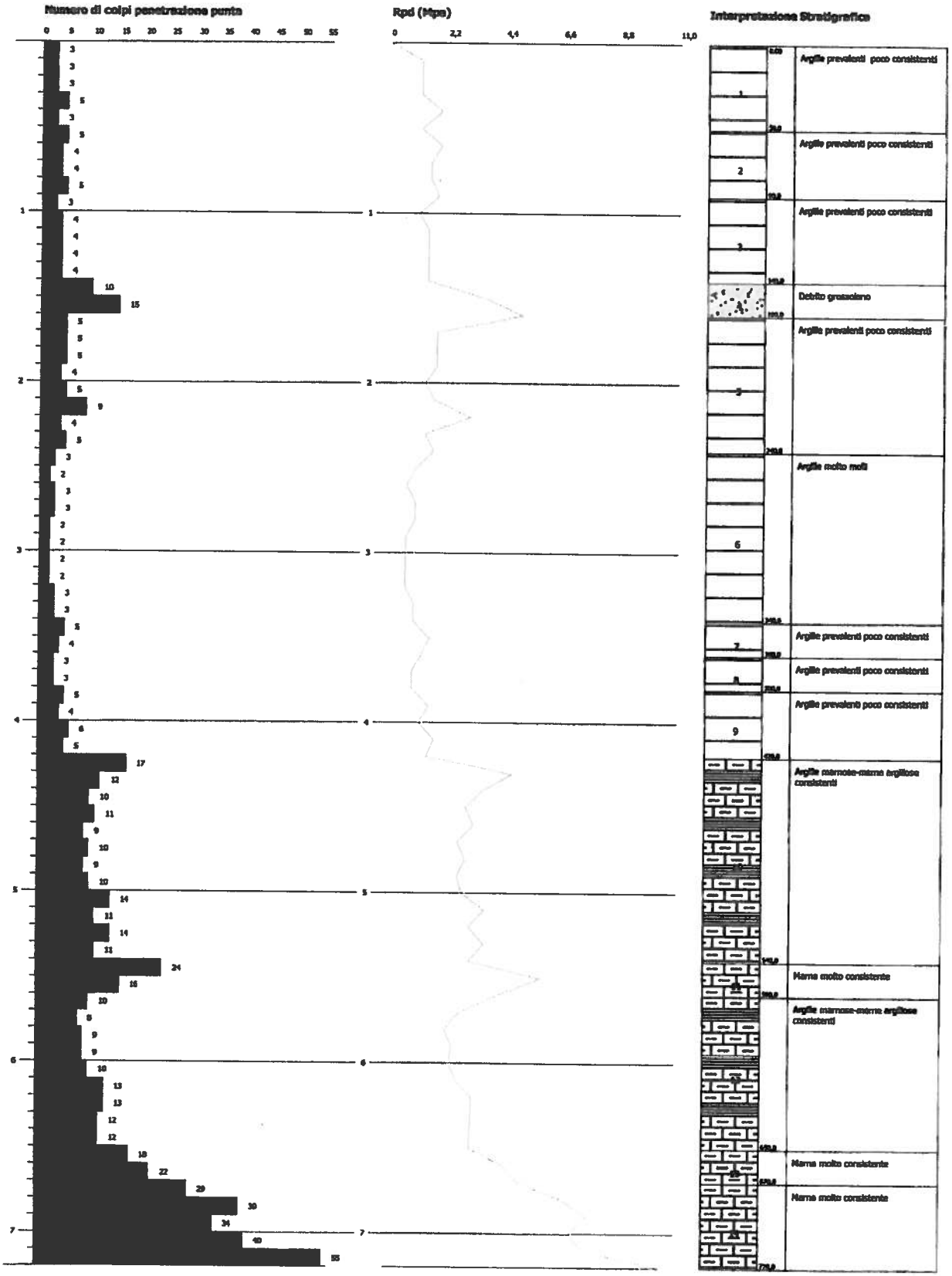
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.5
Strumento utilizzato... DPM Geotool
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :17/04/2009

Scala 1:33



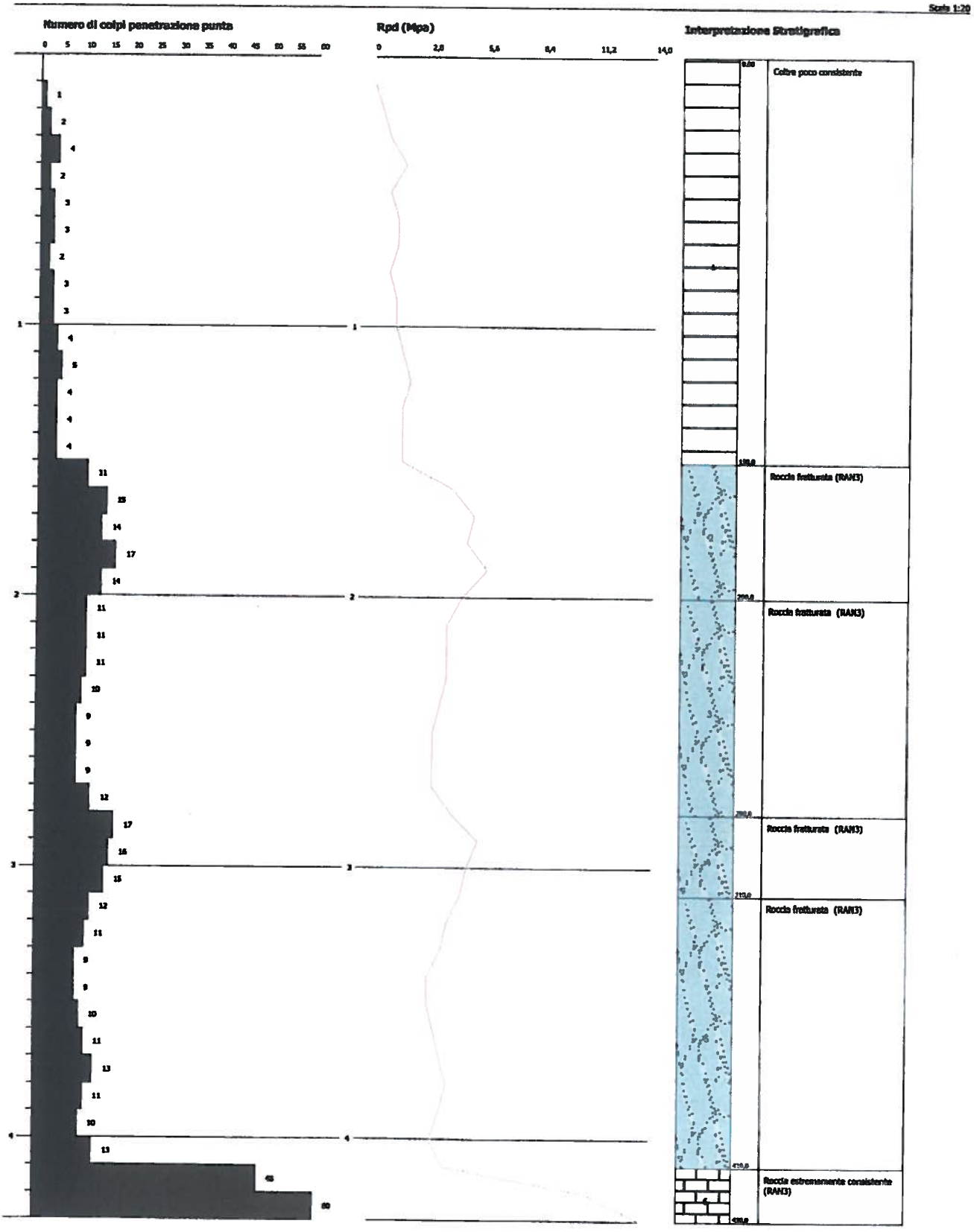
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.6
Strumento utilizzato... DPM Geotool
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :17/04/2009

Scala 1:20



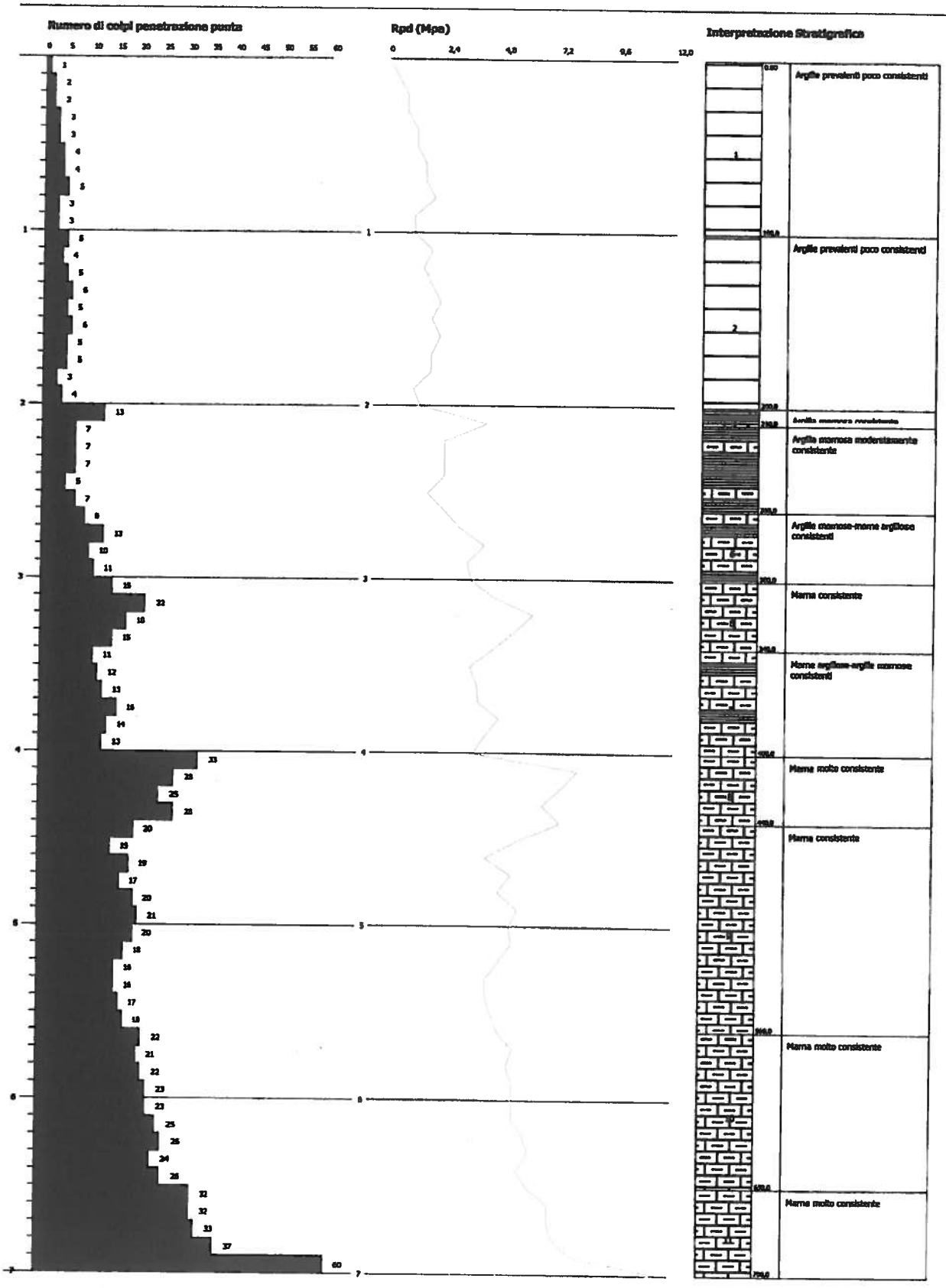
GEOSTRU Software
Via Lungo Ferrovia 22
Tel 0039 0964 911624 FAX 0039 0964 992341 geostru@geostru.com

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.7
Strumento utilizzato... DPM Geotool
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : ING. IVANO BIANCHI
Cantiere : VIA BELLESSERE
Località : CASTELNOVO MONTI (RE)

Data :17/04/2009

Scala 1:32



PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM Geotool

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	6,5 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,757
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

- ***DPM 5***

Strumento utilizzato... DPM Geotool
Prova eseguita in data 17/04/2009
Profondità prova 7,20 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	3	0,857	1,18	1,38	58,91	68,7
0,20	3	0,855	1,18	1,38	58,78	68,7
0,30	3	0,853	1,17	1,38	58,64	68,7
0,40	5	0,851	1,95	2,29	97,52	114,6
0,50	3	0,849	1,17	1,38	58,38	68,7
0,60	5	0,847	1,94	2,29	97,09	114,6
0,70	4	0,845	1,55	1,83	77,50	91,7
0,80	4	0,843	1,55	1,83	77,33	91,7
0,90	5	0,842	1,93	2,29	96,46	114,6
1,00	3	0,840	1,10	1,31	54,90	65,3
1,10	4	0,838	1,46	1,74	73,05	87,1
1,20	4	0,836	1,46	1,74	72,90	87,1
1,30	4	0,835	1,45	1,74	72,75	87,1
1,40	4	0,833	1,45	1,74	72,60	87,1
1,50	10	0,831	3,62	4,36	181,14	217,9
1,60	15	0,780	5,10	6,54	254,83	326,8
1,70	5	0,828	1,80	2,18	90,21	108,9
1,80	5	0,826	1,80	2,18	90,04	108,9
1,90	5	0,825	1,80	2,18	89,87	108,9
2,00	4	0,823	1,37	1,66	68,38	83,0
2,10	5	0,822	1,71	2,08	85,32	103,8
2,20	9	0,820	3,07	3,74	153,28	186,9
2,30	4	0,819	1,36	1,66	68,00	83,0
2,40	5	0,817	1,70	2,08	84,85	103,8
2,50	3	0,816	1,02	1,25	50,82	62,3
2,60	2	0,814	0,68	0,83	33,82	41,4
2,70	3	0,813	1,01	1,25	50,64	62,3

2,80	3	0,811	1,01	1,25	50,55	62,30
2,90	2	0,810	0,67	0,83	33,64	41,53
3,00	2	0,809	0,64	0,79	32,08	39,67
3,10	2	0,807	0,64	0,79	32,02	39,67
3,20	2	0,806	0,64	0,79	31,97	39,67
3,30	3	0,805	0,96	1,19	47,88	59,50
3,40	3	0,803	0,96	1,19	47,80	59,50
3,50	5	0,802	1,59	1,98	79,55	99,17
3,60	4	0,801	1,27	1,59	63,54	79,33
3,70	3	0,800	0,95	1,19	47,58	59,50
3,80	3	0,798	0,95	1,19	47,51	59,50
3,90	5	0,797	1,58	1,98	79,06	99,17
4,00	4	0,796	1,21	1,52	60,44	75,92
4,10	6	0,795	1,81	2,28	90,52	113,88
4,20	5	0,794	1,51	1,90	75,32	94,90
4,30	17	0,743	4,79	6,45	239,60	322,67
4,40	12	0,791	3,61	4,56	180,26	227,77
4,50	10	0,790	3,00	3,80	150,01	189,81
4,60	11	0,789	3,30	4,18	164,78	208,79
4,70	9	0,788	2,69	3,42	134,64	170,83
4,80	10	0,787	2,99	3,80	149,40	189,81
4,90	9	0,786	2,69	3,42	134,28	170,83
5,00	10	0,785	2,86	3,64	142,86	181,98
5,10	14	0,734	3,74	5,10	187,00	254,77
5,20	11	0,783	3,13	4,00	156,74	200,18
5,30	14	0,732	3,73	5,10	186,50	254,77
5,40	11	0,781	3,13	4,00	156,35	200,18
5,50	24	0,680	5,94	8,73	297,03	436,75
5,60	16	0,729	4,25	5,82	212,30	291,17
5,70	10	0,778	2,83	3,64	141,62	181,98
5,80	8	0,777	2,26	2,91	113,16	145,58
5,90	9	0,776	2,54	3,28	127,15	163,78
6,00	9	0,775	2,44	3,15	121,98	157,29
6,10	10	0,775	2,71	3,50	135,38	174,77
6,20	13	0,724	3,29	4,54	164,43	227,20
6,30	13	0,723	3,28	4,54	164,24	227,20
6,40	12	0,772	3,24	4,19	161,91	209,73
6,50	12	0,771	3,23	4,19	161,74	209,73
6,60	18	0,720	4,53	6,29	226,62	314,55
6,70	22	0,670	5,15	7,69	257,44	384,50
6,80	29	0,669	6,78	10,14	338,94	506,84
6,90	39	0,568	7,74	13,63	387,12	681,61
7,00	34	0,617	7,06	11,43	352,77	571,59
7,10	40	0,566	7,62	13,45	380,88	672,46
7,20	55	0,566	10,46	18,49	523,01	924,63

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.5

TERRENI COESIVI
Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2,57	0,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 2	3,41	0,90	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 3	2,88	1,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 4	9,46	1,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 5	3,97	2,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 6	1,89	3,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	PRIVO DI CONSISTENZ.
Strato 7	3,41	3,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 8	2,27	3,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 9	3,79	4,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 10	8,71	5,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 11	15,14	5,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTI
Strato 12	8,08	6,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 13	15,14	6,70	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTI
Strato 14	29,83	7,20	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENTI

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	2,57	0,50	Meyerhof ed altri	15,6
Strato 2	3,41	0,90	Meyerhof ed altri	16,2
Strato 3	2,88	1,40	Meyerhof ed altri	15,9
Strato 5	3,97	2,40	Meyerhof ed altri	16,6
Strato 6	1,89	3,40	Meyerhof ed altri	15,2
Strato 7	3,41	3,60	Meyerhof ed altri	16,2
Strato 8	2,27	3,80	Meyerhof ed altri	15,4
Strato 9	3,79	4,20	Meyerhof ed altri	16,5
Strato 10	8,71	5,40	Meyerhof ed altri	18,9
Strato 11	15,14	5,60	Meyerhof ed altri	20,3
Strato 12	8,08	6,50	Meyerhof ed altri	18,6
Strato 13	15,14	6,70	Meyerhof ed altri	20,3
Strato 14	29,83	7,20	Meyerhof ed altri	21,1

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	2,57	0,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,2
Strato 2	3,41	0,90	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,2
Strato 3	2,88	1,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,2
Strato 5	3,97	2,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,3
Strato 6	1,89	3,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,1
Strato 7	3,41	3,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,2
Strato 8	2,27	3,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,1
Strato 9	3,79	4,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,3
Strato 10	8,71	5,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 11	15,14	5,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 12	8,08	6,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,7
Strato 13	15,14	6,70	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 14	29,83	7,20	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	23,2

TERRENI INCOERENTI

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (KN/m³)
Strato 4	9,46	1,60	9,46	Meyerhof ed altri	16,7

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (KN/m³)
Strato 4	9,46	1,60	9,46	Terzaghi-Peck 1948-1967	18,7

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM Geotool

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	6,5 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,757
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

- ***DPM6***

Strumento utilizzato... DPM Geotool
Prova eseguita in data 17/04/2009
Profondità prova 4,30 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	0	0,857	0,00	0,00	0,00	0,0
0,20	1	0,855	0,39	0,46	19,59	22,9
0,30	2	0,853	0,78	0,92	39,10	45,8
0,40	4	0,851	1,56	1,83	78,01	91,7
0,50	2	0,849	0,78	0,92	38,92	45,8
0,60	3	0,847	1,17	1,38	58,25	68,7
0,70	3	0,845	1,16	1,38	58,12	68,7
0,80	2	0,843	0,77	0,92	38,67	45,8
0,90	3	0,842	1,16	1,38	57,88	68,7
1,00	3	0,840	1,10	1,31	54,90	65,3
1,10	4	0,838	1,46	1,74	73,05	87,1
1,20	5	0,836	1,82	2,18	91,12	108,9
1,30	4	0,835	1,45	1,74	72,75	87,1
1,40	4	0,833	1,45	1,74	72,60	87,1
1,50	4	0,831	1,45	1,74	72,46	87,1
1,60	11	0,830	3,98	4,79	198,86	239,7
1,70	15	0,778	5,09	6,54	254,30	326,8
1,80	14	0,776	4,74	6,10	236,85	305,1
1,90	17	0,775	5,74	7,41	287,02	370,4
2,00	14	0,773	4,50	5,81	224,79	290,7
2,10	11	0,822	3,75	4,57	187,69	228,4
2,20	11	0,820	3,75	4,57	187,35	228,4
2,30	11	0,819	3,74	4,57	187,00	228,4
2,40	10	0,817	3,39	4,15	169,70	207,6
2,50	9	0,816	3,05	3,74	152,45	186,9
2,60	9	0,814	3,04	3,74	152,18	186,9

2,70	9	0,813	3,04	3,74	151,92	186,9
2,80	12	0,811	4,04	4,98	202,21	249,2
2,90	17	0,760	5,37	7,06	268,32	353,0
3,00	16	0,759	4,82	6,35	240,76	317,3
3,10	15	0,757	4,51	5,95	225,31	297,5
3,20	12	0,806	3,84	4,76	191,83	238,0
3,30	11	0,805	3,51	4,36	175,56	218,1
3,40	9	0,803	2,87	3,57	143,41	178,5
3,50	9	0,802	2,86	3,57	143,18	178,5
3,60	10	0,801	3,18	3,97	158,84	198,3
3,70	11	0,800	3,49	4,36	174,46	218,1
3,80	13	0,748	3,86	5,16	192,97	257,8
3,90	11	0,797	3,48	4,36	173,93	218,1
4,00	10	0,796	3,02	3,80	151,09	189,8
4,10	13	0,745	3,68	4,93	183,79	246,7
4,20	48	0,594	10,82	18,22	540,90	911,0
4,30	60	0,593	13,50	22,78	674,83	1138,8

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.6

TERRENI COESIVI
Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2,22	1,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENTI
Strato 2	10,75	2,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 3	7,76	2,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTI
Strato 4	12,11	3,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 5	8,25	4,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTI
Strato 6	40,88	4,30	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTI

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	2,22	1,50	Meyerhof ed altri	15,4
Strato 2	10,75	2,00	Meyerhof ed altri	19,5
Strato 3	7,76	2,80	Meyerhof ed altri	18,5
Strato 4	12,11	3,10	Meyerhof ed altri	19,8
Strato 5	8,25	4,10	Meyerhof ed altri	18,7
Strato 6	40,88	4,30	Meyerhof ed altri	24,5

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	2,22	1,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,1
Strato 2	10,75	2,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 3	7,76	2,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,6
Strato 4	12,11	3,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 5	8,25	4,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	
Strato 6	40,88	4,30	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	24,5

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: ING. IVANO BIANCHI
Cantiere: VIA BELLESSERE
Località: CASTELNOVO MONTI (RE)

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPM Geotool

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	30 Kg
Altezza di caduta libera	0,20 m
Peso sistema di battuta	6,5 Kg
Diametro punta conica	35,68 mm
Area di base punta	10 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	2 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,90 m
Avanzamento punta	0,10 m
Numero colpi per punta	N(10)
Coeff. Correlazione	0,757
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

- ***DPM7***

Strumento utilizzato... DPM Geotool
Prova eseguita in data 17/04/2009
Profondità prova 7,00 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Mpa)	Res. dinamica (Mpa)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (KPa)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (KPa)
0,10	1	0,857	0,39	0,46	19,64	22,9
0,20	2	0,855	0,78	0,92	39,18	45,8
0,30	2	0,853	0,78	0,92	39,10	45,8
0,40	3	0,851	1,17	1,38	58,51	68,7
0,50	3	0,849	1,17	1,38	58,38	68,7
0,60	4	0,847	1,55	1,83	77,67	91,7
0,70	4	0,845	1,55	1,83	77,50	91,7
0,80	5	0,843	1,93	2,29	96,67	114,6
0,90	3	0,842	1,16	1,38	57,88	68,7
1,00	3	0,840	1,10	1,31	54,90	65,3
1,10	5	0,838	1,83	2,18	91,31	108,9
1,20	4	0,836	1,46	1,74	72,90	87,1
1,30	5	0,835	1,82	2,18	90,94	108,9
1,40	6	0,833	2,18	2,62	108,90	130,7
1,50	5	0,831	1,81	2,18	90,57	108,9
1,60	6	0,830	2,17	2,62	108,47	130,7
1,70	5	0,828	1,80	2,18	90,21	108,9
1,80	5	0,826	1,80	2,18	90,04	108,9
1,90	3	0,825	1,08	1,31	53,92	65,3
2,00	4	0,823	1,37	1,66	68,38	83,0
2,10	13	0,772	4,17	5,40	208,32	269,9
2,20	7	0,820	2,38	2,91	119,22	145,3
2,30	7	0,819	2,38	2,91	119,00	145,3

2,40	7	0,817	2,38	2,91	118,79	145,3
2,50	5	0,816	1,69	2,08	84,70	103,8
2,60	7	0,814	2,37	2,91	118,37	145,3
2,70	9	0,813	3,04	3,74	151,92	186,9
2,80	13	0,761	4,11	5,40	205,56	269,9
2,90	10	0,810	3,36	4,15	168,22	207,6
3,00	11	0,809	3,53	4,36	176,43	218,1
3,10	15	0,757	4,51	5,95	225,31	297,5
3,20	22	0,706	6,16	8,73	308,06	436,3
3,30	18	0,755	5,39	7,14	269,43	357,0
3,40	15	0,753	4,48	5,95	224,14	297,5
3,50	11	0,802	3,50	4,36	175,00	218,1
3,60	12	0,801	3,81	4,76	190,61	238,0
3,70	13	0,750	3,87	5,16	193,28	257,8
3,80	16	0,748	4,75	6,35	237,50	317,3
3,90	14	0,747	4,15	5,55	207,48	277,6
4,00	13	0,746	3,68	4,93	184,08	246,7
4,10	33	0,645	8,08	12,53	403,91	626,3
4,20	28	0,694	7,37	10,63	368,67	531,4
4,30	25	0,693	6,57	9,49	328,63	474,5
4,40	28	0,691	7,35	10,63	367,47	531,4
4,50	20	0,740	5,62	7,59	281,04	379,6
4,60	15	0,739	4,21	5,69	210,47	284,7
4,70	19	0,738	5,32	7,21	266,20	360,6
4,80	17	0,737	4,76	6,45	237,84	322,6
4,90	20	0,736	5,59	7,59	279,42	379,6
5,00	21	0,685	5,24	7,64	261,79	382,1
5,10	20	0,734	5,34	7,28	267,15	363,9
5,20	18	0,733	4,80	6,55	240,10	327,5
5,30	16	0,732	4,26	5,82	213,14	291,1
5,40	16	0,731	4,26	5,82	212,85	291,1
5,50	17	0,730	4,52	6,19	225,86	309,3
5,60	18	0,729	4,78	6,55	238,84	327,5
5,70	22	0,678	5,43	8,01	271,52	400,3
5,80	21	0,677	5,18	7,64	258,83	382,1
5,90	22	0,676	5,42	8,01	270,79	400,3
6,00	23	0,675	5,43	8,04	271,52	401,9
6,10	23	0,675	5,42	8,04	271,17	401,9
6,20	25	0,674	5,89	8,74	294,37	436,9
6,30	26	0,673	6,12	9,09	305,75	454,4
6,40	24	0,672	5,64	8,39	281,88	419,4
6,50	26	0,671	6,10	9,09	304,99	454,4
6,60	32	0,620	6,94	11,19	346,95	559,2
6,70	32	0,620	6,93	11,19	346,49	559,2
6,80	33	0,619	7,14	11,53	356,86	576,7
6,90	37	0,618	7,99	12,93	399,60	646,6
7,00	60	0,567	11,44	20,17	572,10	1008,6

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.7

TERRENI COESIVI

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	2,56	1,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENT
Strato 2	3,63	2,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	POCO CONSISTENT
Strato 3	9,84	2,10	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENT
Strato 4	4,92	2,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENT
Strato 5	8,14	3,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENT
Strato 6	13,25	3,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENT
Strato 7	9,97	4,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENT
Strato 8	21,57	4,40	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENT
Strato 9	13,69	5,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENT
Strato 10	17,83	6,50	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENT
Strato 11	29,37	7,00	Classificaz. A.G.I. (1977)	MOLTO CONSISTENT

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (KN/m³)
Strato 1	2,56	1,00	Meyerhof ed altri	15,6
Strato 2	3,63	2,00	Meyerhof ed altri	16,4
Strato 3	9,84	2,10	Meyerhof ed altri	19,2
Strato 4	4,92	2,60	Meyerhof ed altri	17,1
Strato 5	8,14	3,00	Meyerhof ed altri	18,7
Strato 6	13,25	3,40	Meyerhof ed altri	20,0
Strato 7	9,97	4,00	Meyerhof ed altri	19,3
Strato 8	21,57	4,40	Meyerhof ed altri	20,5
Strato 9	13,69	5,60	Meyerhof ed altri	20,1
Strato 10	17,83	6,50	Meyerhof ed altri	20,5
Strato 11	29,37	7,00	Meyerhof ed altri	21,0

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (KN/m³)
Strato 1	2,56	1,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,2
Strato 2	3,63	2,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,3
Strato 3	9,84	2,10	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 4	4,92	2,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	18,4
Strato 5	8,14	3,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 6	13,25	3,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 7	9,97	4,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 8	21,57	4,40	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	20,8
Strato 9	13,69	5,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 10	17,83	6,50	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	-
Strato 11	29,37	7,00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	23,0

ALLEGATO 2

ANALISI DI STABILITÀ

RELAZIONE DI CALCOLO (analisi A – estesa)

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	30,0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico (S)	B
Coef. amplificazione topografica (ST)	1,04
Coefficiente azione sismica orizzontale Kh	0,197
Coefficiente azione sismica Verticale Kv	0,099
Superficie di forma circolare	

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Litologia	
1	0.12	20	1700		Argille prevalenti poco consistenti
2	0.35	28	2000		Substrato

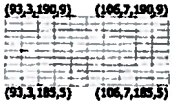
Risultati analisi pendio

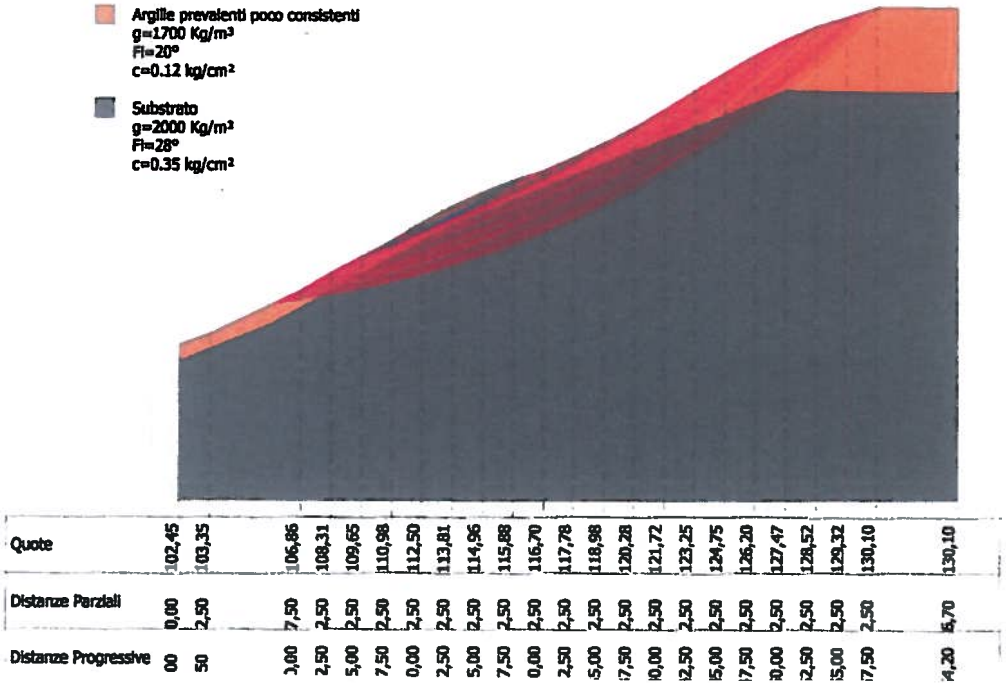
Fs minimo individuato	1,53
Ascissa centro superficie	106,7
Ordinata centro superficie	189,85
Raggio superficie	84,66

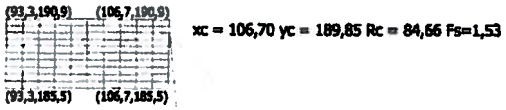
B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

Analisi dei conci; superficie...xc = 106,699 yc = 189,848 Rc = 84,658 Fs=1,5287

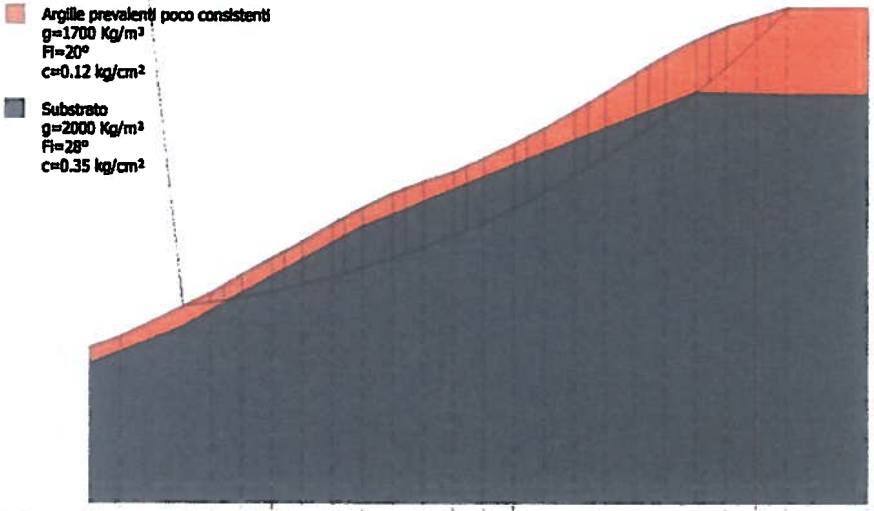
Nr.	B	Alfa (°)	Li	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	2,34	7,5	2,36	1598,04	314,81	158,21	0,12	20,0	0,0	1700,3	520,2
2	1,0	8,6	1,01	1711,47	337,16	169,44	0,12	20,0	0,0	1809,1	589,9
3	1,5	9,5	1,52	3935,29	775,25	389,59	0,35	28,0	0,0	4138,1	1412,8
4	2,5	10,9	2,55	10291,06	2027,34	1018,82	0,35	28,0	0,0	10725,7	3929,1
5	1,02	12,1	1,04	5371,08	1058,1	531,74	0,35	28,0	0,0	5551,2	2157,6
6	1,48	12,9	1,52	9012,91	1775,54	892,28	0,35	28,0	0,0	9256,4	3747,9
7	2,5	14,3	2,58	18486,1	3641,76	1830,12	0,35	28,0	0,0	18783,7	8101,9
8	1,03	15,6	1,07	8727,2	1719,26	863,99	0,35	28,0	0,0	8778,7	3996,8
9	1,47	16,4	1,54	13388,13	2637,46	1325,43	0,35	28,0	0,0	13365,9	6318,1
10	2,5	17,8	2,63	24428,99	4812,51	2418,47	0,35	28,0	0,0	24080,8	12067,5
11	1,04	19,1	1,1	10507,97	2070,07	1040,29	0,35	28,0	0,0	10234,5	5395,6
12	1,46	20,0	1,55	14813,61	2918,28	1466,55	0,35	28,0	0,0	14299,4	7810,1
13	2,5	21,4	2,69	25097,82	4944,27	2484,68	0,35	28,0	0,0	23866,6	13776,0
14	1,05	22,7	1,14	10411,85	2051,14	1030,77	0,35	28,0	0,0	9760,8	5915,7
15	1,45	23,7	1,58	14316,35	2820,32	1417,32	0,35	28,0	0,0	13279,9	8327,8
16	2,5	25,1	2,76	24718,69	4869,58	2447,15	0,35	28,0	0,0	22527,8	14904,4
17	1,06	26,5	1,19	10507,52	2069,98	1040,25	0,35	28,0	0,0	9415,5	6535,3
18	1,44	27,4	1,62	14141,21	2785,82	1399,98	0,35	28,0	0,0	12513,6	8983,5
19	2,5	28,9	2,86	24598,28	4845,86	2435,23	0,35	28,0	0,0	21317,2	16138,9
20	1,08	30,3	1,25	10559,75	2080,27	1045,42	0,35	28,0	0,0	8968,3	7125,8
21	1,42	31,3	1,67	13892,24	2736,77	1375,33	0,35	28,0	0,0	11623,7	9555,7
22	2,5	32,9	2,98	23884,59	4705,26	2364,57	0,35	28,0	0,0	19492,7	16915,3
23	1,09	34,3	1,32	10018,63	1973,67	991,84	0,35	28,0	0,0	7980,1	7279,4
24	1,41	35,4	1,73	12466,7	2455,94	1234,2	0,35	28,0	0,0	9752,8	9217,0
25	2,5	37,0	3,13	19968,47	3933,79	1976,88	0,35	28,0	0,0	15158,6	15159,2
26	1,1	38,5	1,41	7631,42	1503,39	755,51	0,12	20,0	0,0	5623,6	5930,5
27	1,4	39,6	1,82	8519,79	1678,4	843,46	0,12	20,0	0,0	6141,1	6726,6
28	2,5	41,4	3,33	11107,77	2188,23	1099,67	0,12	20,0	0,0	7715,0	8983,5
29	1,11	43,0	1,52	2935,21	578,24	290,59	0,12	20,0	0,0	1964,2	2425,1
30	1,67	44,3	2,34	1861,14	366,65	184,25	0,12	20,0	0,0	1207,2	1562,6


(93,3,190,9)
(106,7,190,9)
(93,3,185,5)
(106,7,185,5)


Argille prevalenti poco consistenti
g=1700 Kg/m³
Fi=20°
c=0.12 kg/cm²
Substrato
g=2000 Kg/m³
Fi=28°
c=0.35 kg/cm²
Quote
Distanze Parziali
Distanze Progressive



xc = 106,70 yc = 189,85 Rc = 84,66 Fs=1,53



| | | |

RELAZIONE DI CALCOLO (analisi B – localizzata)

Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Numero di strati	2,0
Numero dei conci	30,0
Zona Sismica	2
Categoria profilo stratigrafico (S)	B
Coef. amplificazione topografica (ST)	1,04
Coefficiente azione sismica orizzontale Kh	0,197
Coefficiente azione sismica Verticale Kv	0,099
Superficie di forma circolare	

Stratigrafia

c: coesione; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm²)	Fi (°)	G (Kg/m³)	Litologia	
1	0.12	20	1700		Argille prevalenti poco consistenti
2	0.35	28	2000		Substrato

Risultati analisi pendio

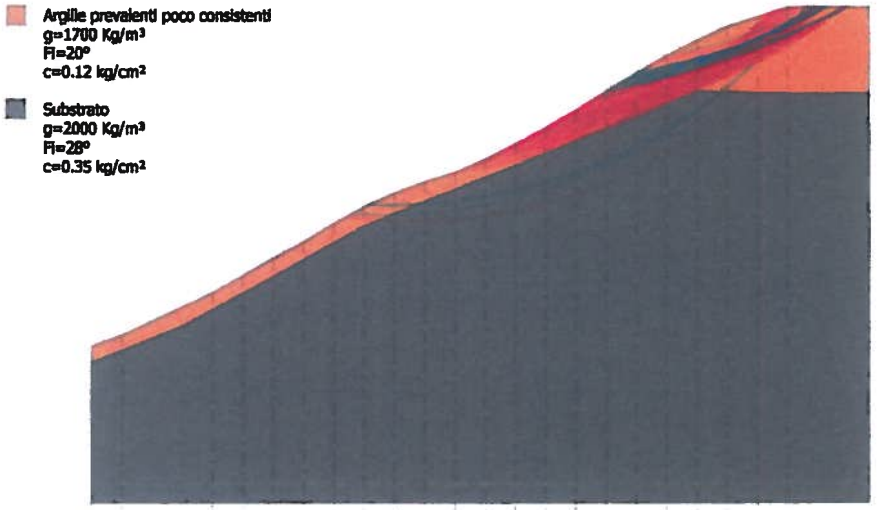
Fs minimo individuato	1,08
Ascissa centro superficie	137,84
Ordinata centro superficie	165,67
Raggio superficie	47,18

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

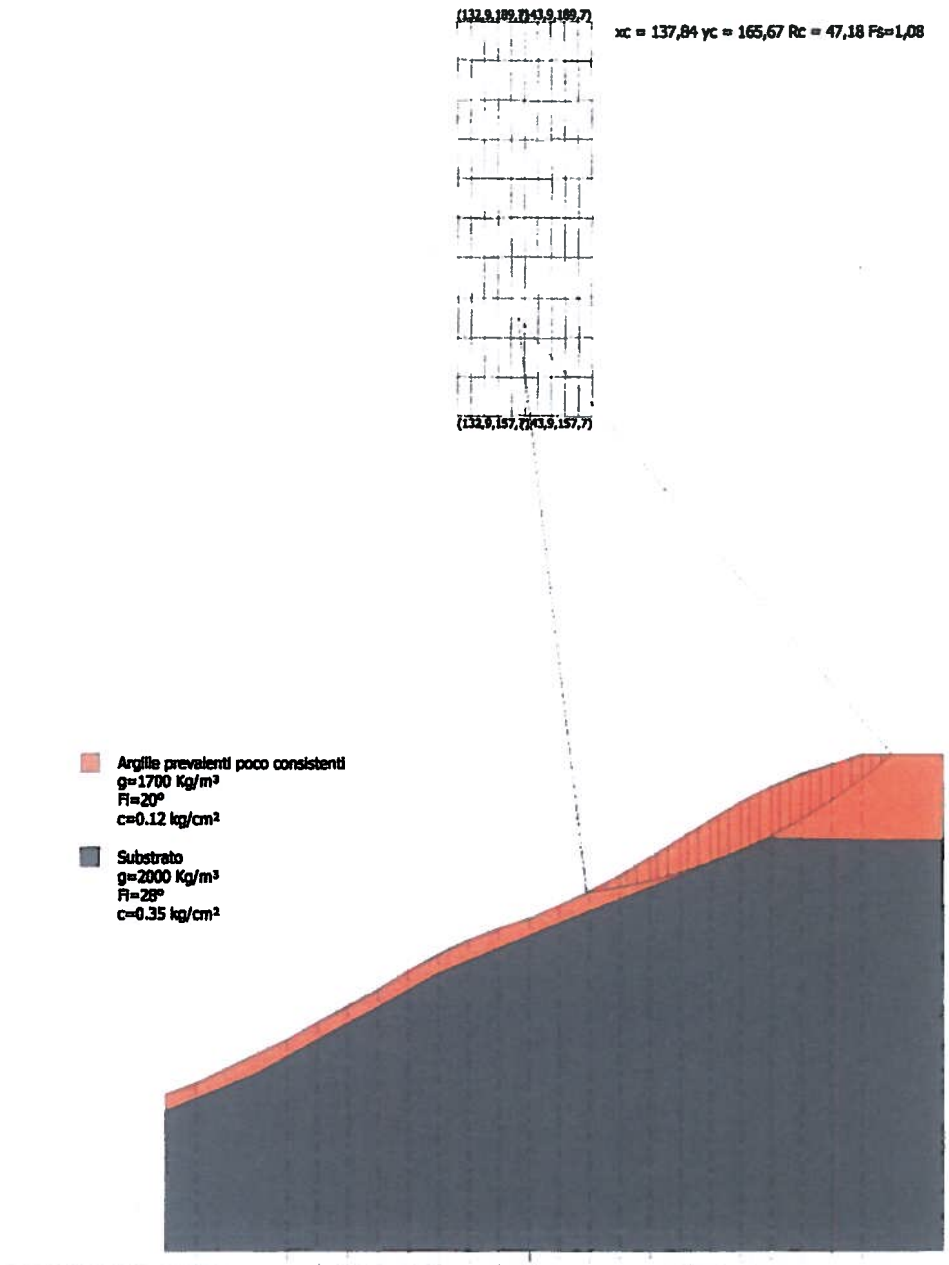
Analisi dei conci; superficie...xc = 137,838 yc = 165,675 Rc = 47,181 Fs=1,0782

Nr.	B	Alfa (°)	Li	Wi (Kg)	Kh*Wi (Kg)	Kv*Wi (Kg)	c (kg/cm²)	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0,27	7,2	0,27	22,41	4,42	2,22	0,12	20,0	0,0	23,9	7,2
2	1,41	8,2	1,42	876,37	172,65	86,76	0,12	20,0	0,0	928,5	296,4
3	1,09	9,8	1,11	1518,19	299,08	150,3	0,12	20,0	0,0	1593,5	552,4
4	0,59	10,8	0,6	1120,73	220,78	110,95	0,12	20,0	0,0	1168,5	427,0
5	0,84	11,7	0,86	1983,86	390,82	196,4	0,12	20,0	0,0	2055,8	784,8
6	1,07	12,9	1,1	3149,73	620,5	311,82	0,12	20,0	0,0	3236,2	1306,9
7	0,61	13,9	0,63	2101,83	414,06	208,08	0,12	20,0	0,0	2142,3	907,9
8	0,84	14,8	0,87	3262,47	642,71	322,98	0,12	20,0	0,0	3301,4	1456,6
9	1,05	16,0	1,09	4639,22	913,93	459,28	0,12	20,0	0,0	4647,9	2159,5
10	0,63	17,1	0,66	3072,59	605,3	304,19	0,12	20,0	0,0	3049,7	1481,8
11	0,84	18,0	0,88	4386,42	864,12	434,26	0,12	20,0	0,0	4316,5	2179,3
12	1,03	19,2	1,09	5794,69	1141,55	573,67	0,12	20,0	0,0	5637,0	2986,5
13	0,65	20,3	0,7	3897,09	767,73	385,81	0,12	20,0	0,0	3750,1	2072,8
14	0,84	21,3	0,9	5230,39	1030,39	517,81	0,12	20,0	0,0	4982,2	2858,5
15	1,01	22,5	1,09	6547,55	1289,87	648,21	0,12	20,0	0,0	6154,9	3696,7
16	0,67	23,6	0,74	4504,94	887,47	445,99	0,12	20,0	0,0	4181,6	2616,8
17	0,84	24,6	0,92	5682,14	1119,38	562,53	0,12	20,0	0,0	5211,4	3383,8
18	0,99	25,8	1,09	6719,87	1323,82	665,27	0,12	20,0	0,0	6070,1	4119,9
19	0,7	27,0	0,78	4716,29	929,11	466,91	0,12	20,0	0,0	4198,0	2967,1
20	0,84	28,0	0,95	5590,28	1101,28	553,44	0,12	20,0	0,0	4905,8	3598,9
21	0,96	29,3	1,11	6227,6	1226,84	616,53	0,12	20,0	0,0	5370,2	4115,3
22	0,72	30,5	0,83	4426,08	871,94	438,18	0,12	20,0	0,0	3751,4	2994,8
23	0,84	31,6	0,99	4878,89	961,14	483,01	0,12	20,0	0,0	4066,1	3372,2
24	0,94	32,8	1,12	5032,27	991,36	498,2	0,12	20,0	0,0	4109,5	3561,4
25	0,74	34,1	0,89	3574,24	704,12	353,85	0,12	20,0	0,0	2860,0	2585,0
26	0,84	35,2	1,03	3644,47	717,96	360,8	0,12	20,0	0,0	2857,9	2688,4
27	0,92	36,5	1,15	3429,55	675,62	339,53	0,12	20,0	0,0	2625,8	2584,8
28	0,76	37,8	0,96	2186,86	430,81	216,5	0,12	20,0	0,0	1634,2	1681,4
29	0,84	39,1	1,08	1514,48	298,35	149,93	0,12	20,0	0,0	1104,3	1186,0
30	0,84	40,4	1,1	516,79	101,81	51,16	0,12	20,0	0,0	366,6	412,4


(132,9,189,7)(143,9,189,7)
(132,9,157,7)(143,9,157,7)


Argille prevalenti poco consistenti
g=1700 Kg/m³
Fi=20°
c=0.12 kg/cm²
Substrato
g=2000 Kg/m³
Fi=28°
c=0.35 kg/cm²

| | | |


xc = 137,84 yc = 165,67 Rc = 47,18 Fs=1,08
Argille prevalenti poco consistenti
g=1700 Kg/m³
Fi=20°
c=0.12 kg/cm²
Substrato
g=2000 Kg/m³
Fi=28°
c=0.35 kg/cm²
Quote
102,45
103,35
106,86
108,31
109,65
110,98
112,50
113,81
114,96
115,88
116,70
117,78
118,98
120,28
121,72
123,25
124,75
126,20
127,47
128,52
129,32
130,10
130,10
Distanze Parziali
0,00
2,50
7,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
2,50
6,70
Distanze Progressive
00
50
,00
,50
,00
,50
,00
2,50
5,00
7,50
0,00
2,50
5,00
7,50
0,00
2,50
5,00
7,50
0,00
2,50
5,00
7,50
4,20

ALLEGATO 3

SISMICA

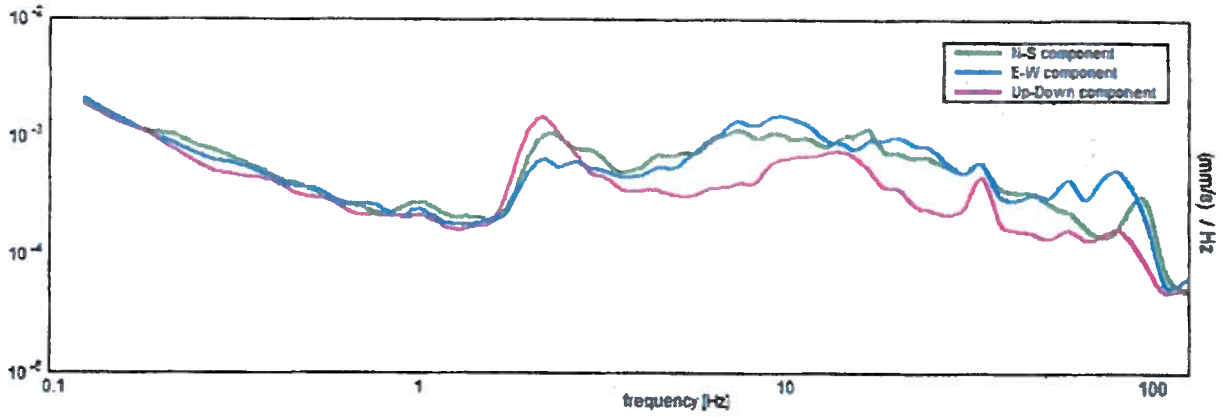


TAVOLA 1. Spettri delle tre componenti ortogonali rilevate nella registrazione R1

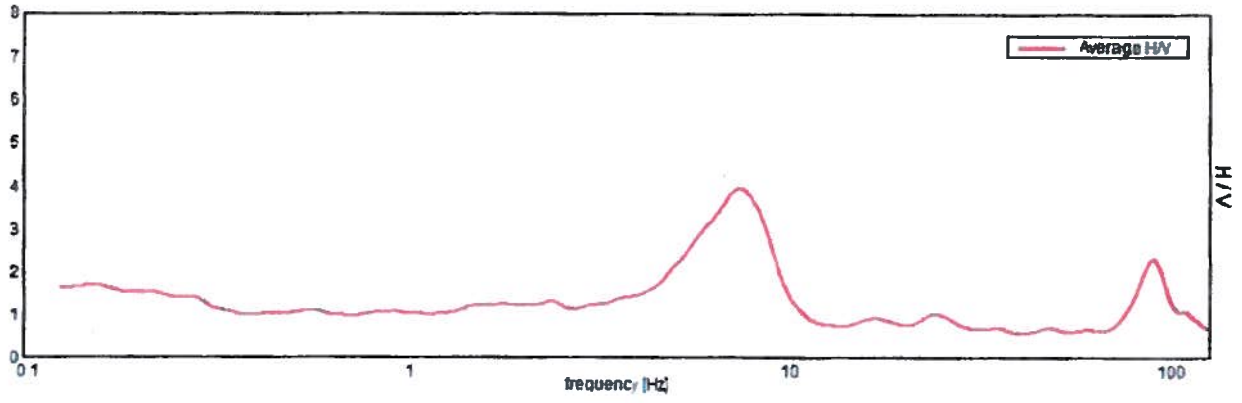


TAVOLA 2. Spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R1

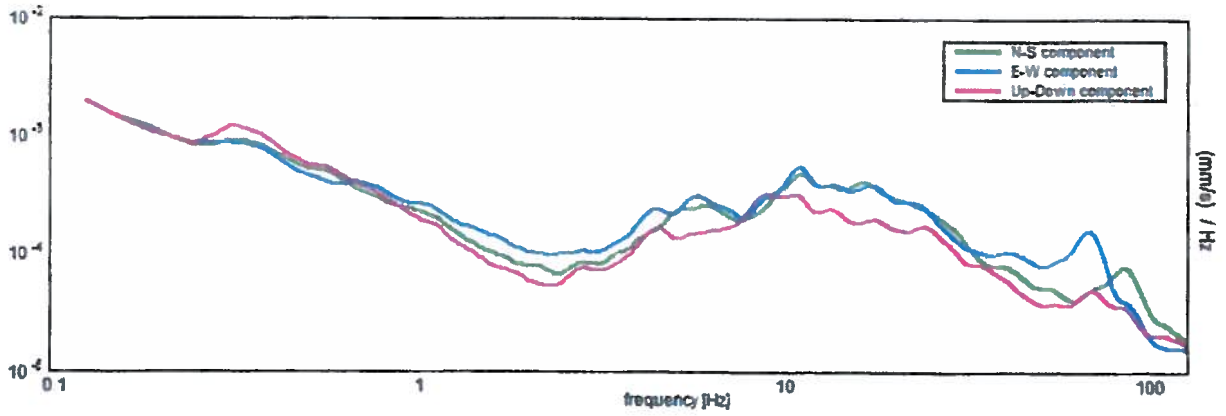


TAVOLA 3. Spettri delle tre componenti ortogonali rilevate nella registrazione R2

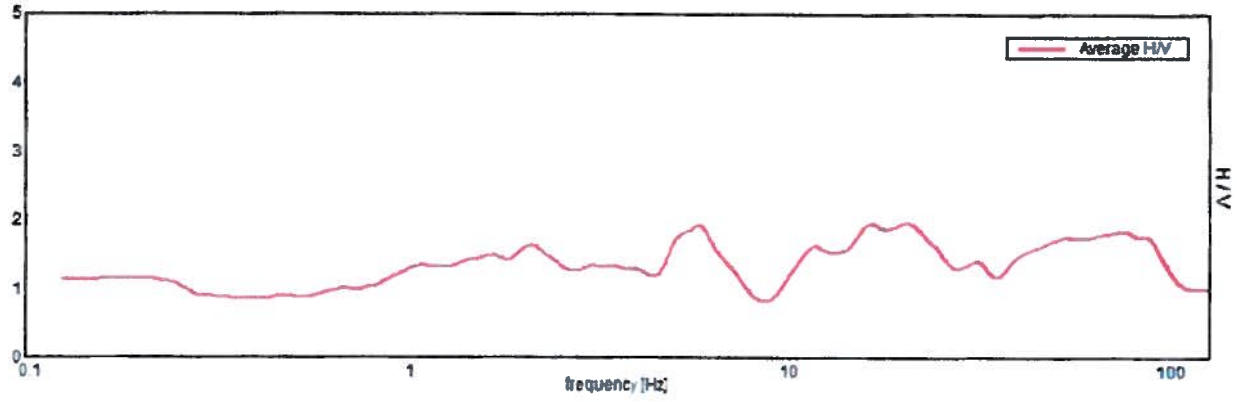


TAVOLA 4. Spettro del moto del suolo rilevato nella registrazione R2

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NÈ MONTI (RE)

MICROZONAZIONE SISMICA

VARIANTE AL PSC - AMBITO NU1 - AREA N° 26



Novembre 2009

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

1. PREMESSA

A seguito delle ulteriori osservazioni/prescrizioni ricevute dal Comune di Castelnovo né Monti relative alla richiesta di variante al PSC (Area n°26), pervenute al sottoscritto in Novembre 2009, si è provveduto a realizzare una serie di carte di microzonazione sismica in funzione dei parametri di amplificazione stratigrafica e topografica.

Per le tavole relative agli effetti di amplificazione stratigrafica sono state individuate/delimitate le varie aree ed esposti in modo chiaro i valori dei parametri che alle stesse competono. A tal proposito si specifica che sono stati adottati i valori di V_S relativi alle verticali HVSR e definiti i valori di F.A. PGA, F.A. IS in funzione di V_{SH} e H come da tabella specifica dell'allegato A2.1.1 della DAL 112/2007.

Per i dettagli si rimanda alle tavole 4÷6.

Per quanto riguarda gli effetti topografici (Tav. 3) si è ritenuto idoneo far riferimento ad una rappresentazione grafica tramite isolinee, per ciascuna di esse è stato esposto il relativo valore numerico.

Si precisa, inoltre, che al fine di valutare al meglio le variazioni del coefficiente d'amplificazione topografico (St) sull'intera area, si è ritenuto opportuno eseguire altre due sezioni topografiche nel settore centrale (3-3' e 4-4') per i cui dettagli si rimanda alle tavole 1 e 2. Per i profili 1-1' e 2-2' si rimanda alla relazione di Aprile 2009.

2. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

In definitiva, quindi, in ottemperanza alle osservazioni/prescrizioni ricevute, sono state realizzate quattro carte di microzonazione sismica, in scala 1:2000, con esposizione dei valori dei parametri, esattamente:

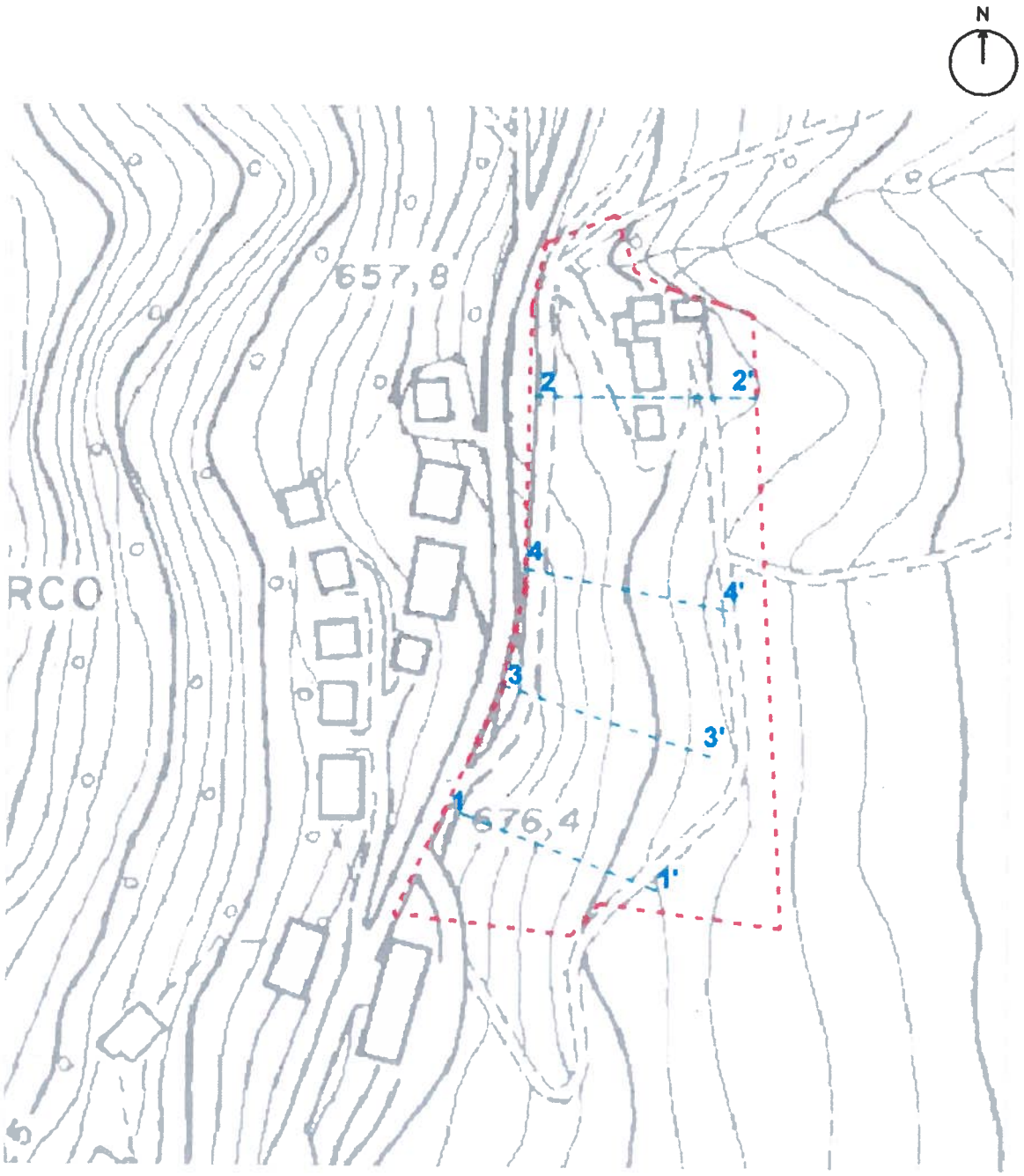
- Tav. 3 - Amplificazione topografica (St)
- Tav. 4 - F.A. PGA
- Tav. 5 - F.A. IS (0.1s< To <0.5s)
- Tav. 6 - F.A. IS (0.5s< To <1.0s)

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA DOTT. DAVIDE GUALDI GEOLOGO SEZ.A N. 1209 ALBO

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

Felina (RE), 16 Novembre 2009

TAV. 1 – UBICAZIONI PROFILI TOPOGRAFICI



LEGENDA

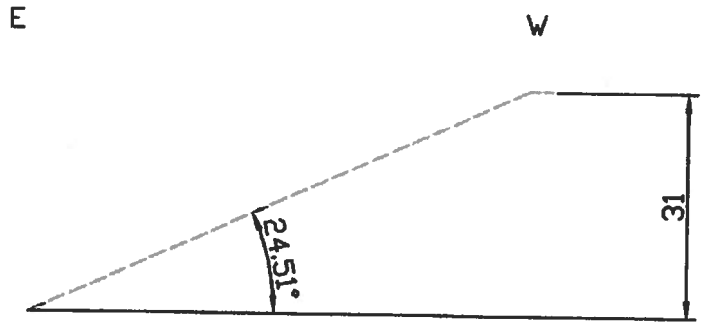
1 — 1' allineamento profilo topografico

area di Variante

scala 1:2000

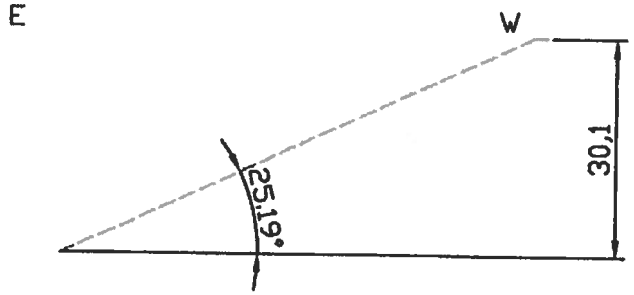
TAVOLA 2 - Profili e coefficienti di amplificazione topografici (St)

Profilo 3 - 3'



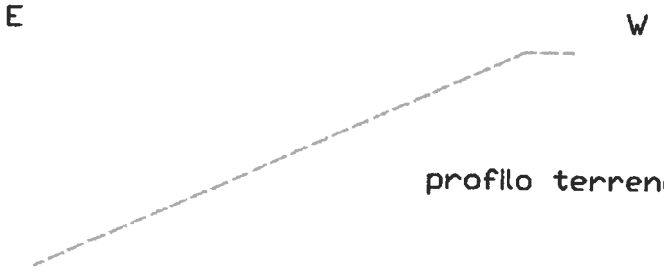
St=1+0.8 (tg 24.51-0,40)= 1,04

Profilo 4 - 4'



St=1+0.8 (tg 25.19-0,40)= 1,06

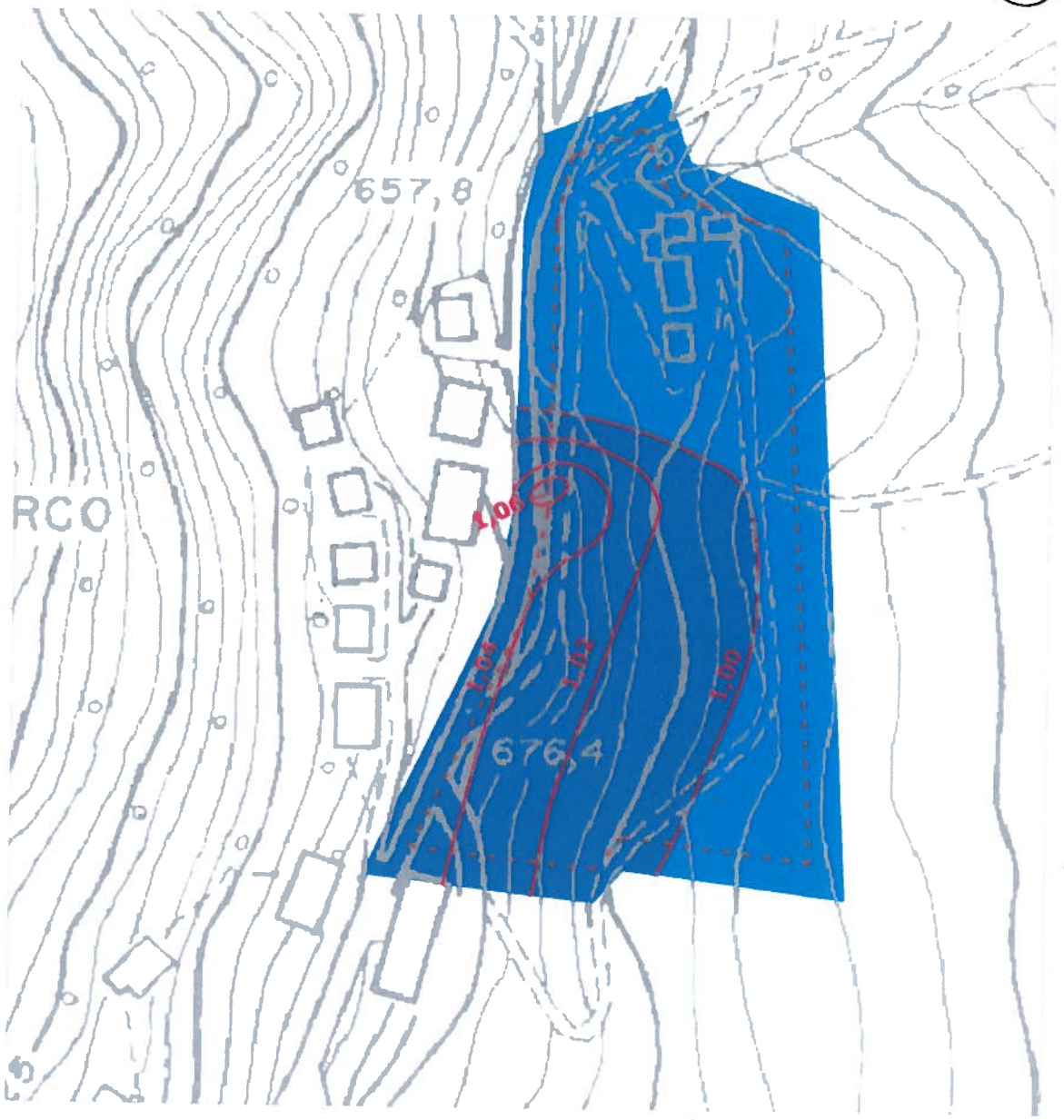
Legenda



scala 1:1000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAV. 3 – AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA (S_T)



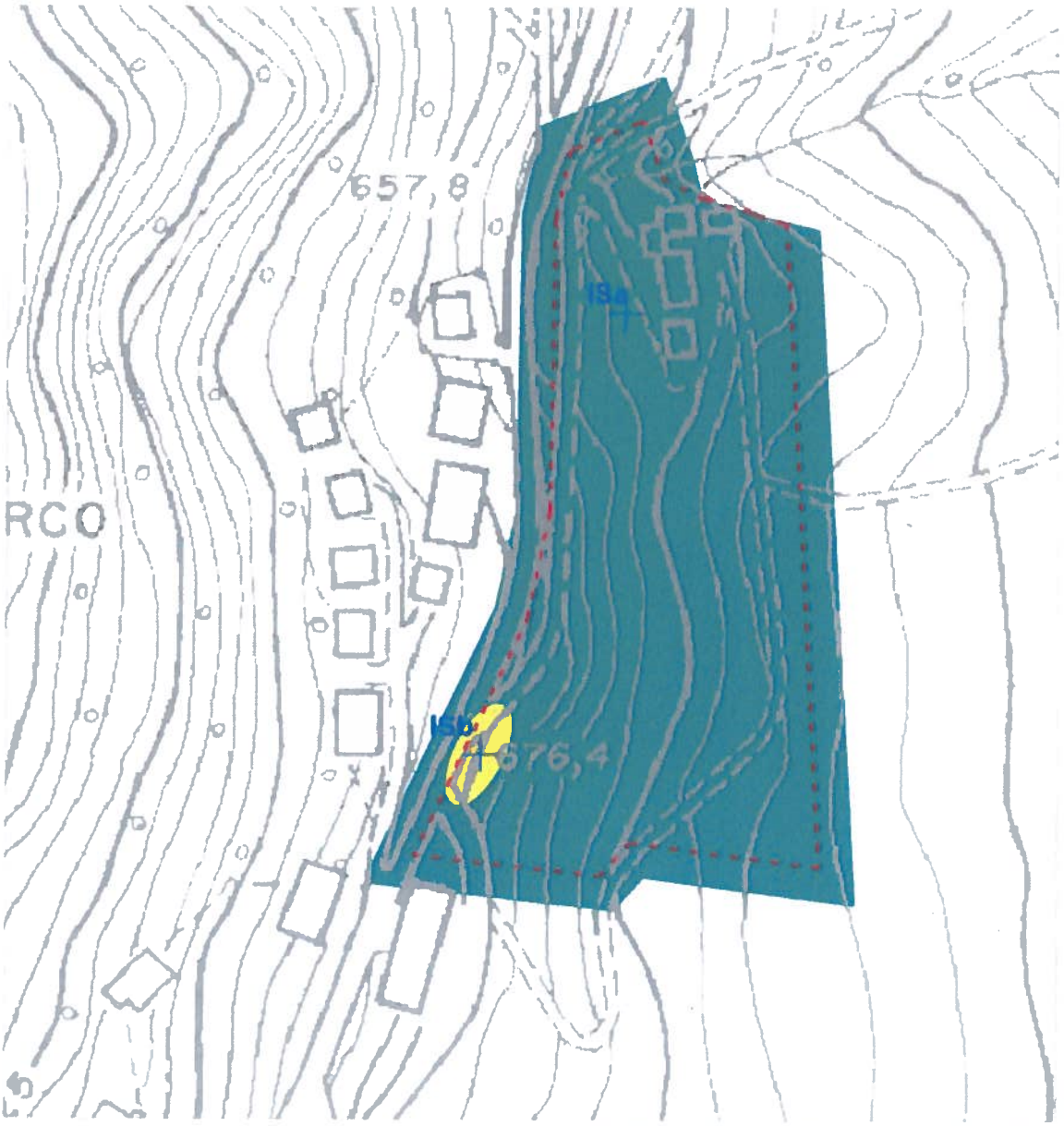
LEGENDA

- amplificazione topografica (ST > 1,00)
- assenza di amplificazione topografica (ST= 1,00)
- 1,02 valore di ST
- ugualvalore di ST
- area di Variante

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAV. 4 – F.A. PGA



F.A. = fattore di amplificazione stratigrafica
P.G.A. = peak ground acceleration

LEGENDA

F.A. = 2,0

F.A. = 2,3

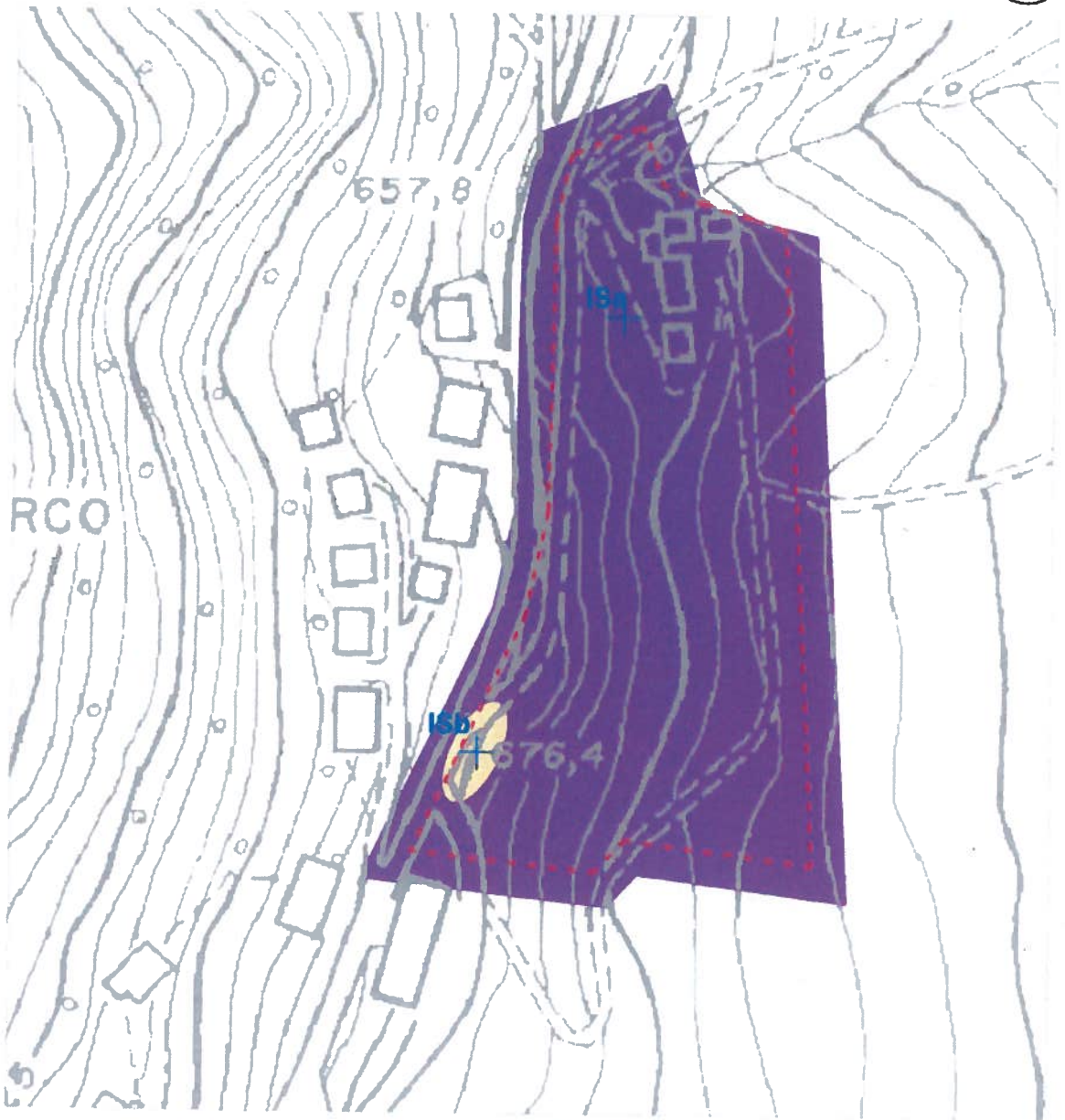
ISb Indagine sismica

area di Variante

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAV. 5 – F.A. I.S. (0.1<T₀<0.5 s)



F.A. = fattore di amplificazione stratigrafica
I.S. = intensità spettrale
nel periodo To considerato

LEGENDA

F.A. = 1,7

F.A. = 2,2

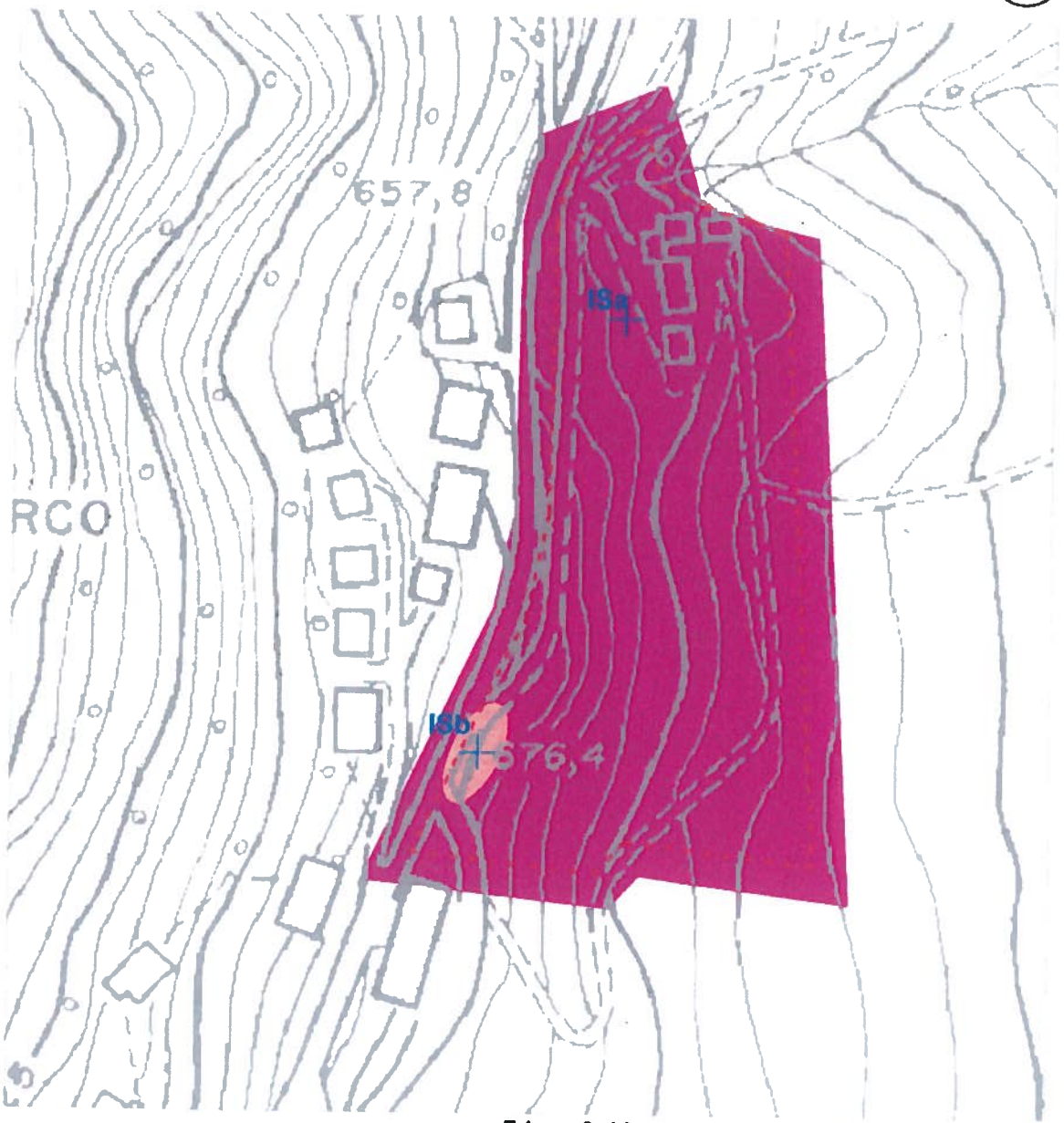
ISb Indagine sismica

area di Variante

scala 1:2000

MICROZONAZIONE SISMICA

TAV. 6 – F.A. I.S. (0.5<T₀<1.0 s)



F.A. = fattore di amplificazione stratigrafica
I.S. = intensità spettrale
nel periodo T₀ considerato

LEGENDA

F.A. = 1,4

F.A. = 1,6

ISb — Indagine sismica

area di Variante

scala 1:2000

REGIONE EMILIA ROMAGNA

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

RELAZIONE GEOLOGICA PER "FASCE DI RISPETTO DA FRANE ATTIVE"

AMBITO NU1V – VIA BELLESSERE



Marzo 2014

Dott. Davide Gualdi – GEOLOGO

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ.A
N. 1209 ALBO

1. PREMESSA

A seguito della richiesta della Provincia si è provveduto ad effettuare uno studio geomorfologico di dettaglio allo scopo di definire le fasce di rispetto dalle due frane attive cartografate nel PTCP RE, rispettivamente a S e a NE del comparto in esame; il tutto ai sensi dell'art. 57 comma 4 NA del PTCP RE.

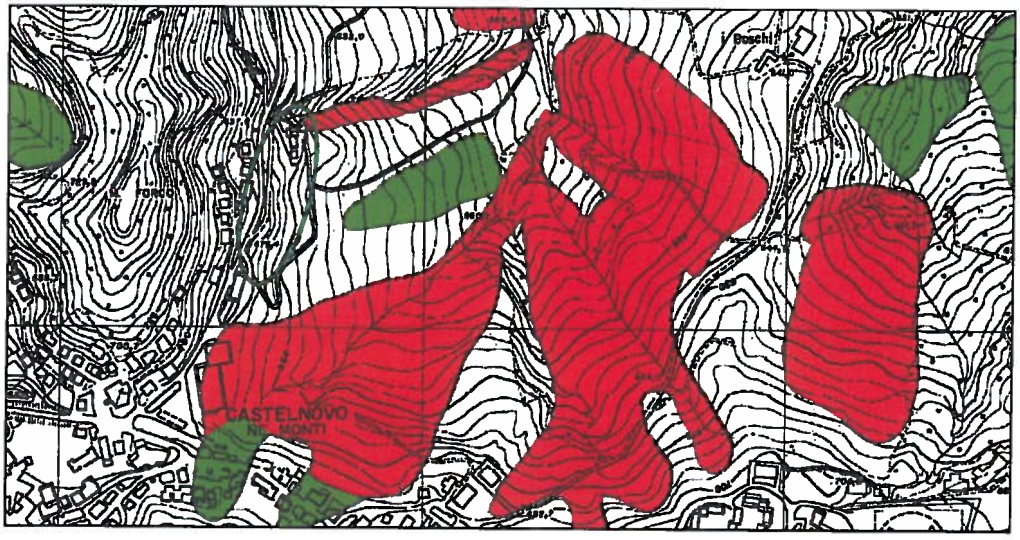
I risultati dello studio eseguito sono stati riportati sulla cartografia di riferimento *("Carta Inventario del dissesto e degli abitati da consolidare e trasferire" PTCP RE 2010).*

2. CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

Si è fatto riferimento sia alla cartografia del PTCP RE che alla cartografia della Regione Emilia Romagna; in particolare si è ritenuto opportuno analizzare anche quest'ultima al fine di avere ulteriori informazioni circa la tipologia/classificazione dei due movimenti franosi, in modo tale da ottimizzare le valutazioni circa la definizione delle due fasce di rispetto.

Qui di seguito gli estratti delle due carte tematiche con evidenziato, in verde, il comparto in esame (perimetro indicativo).

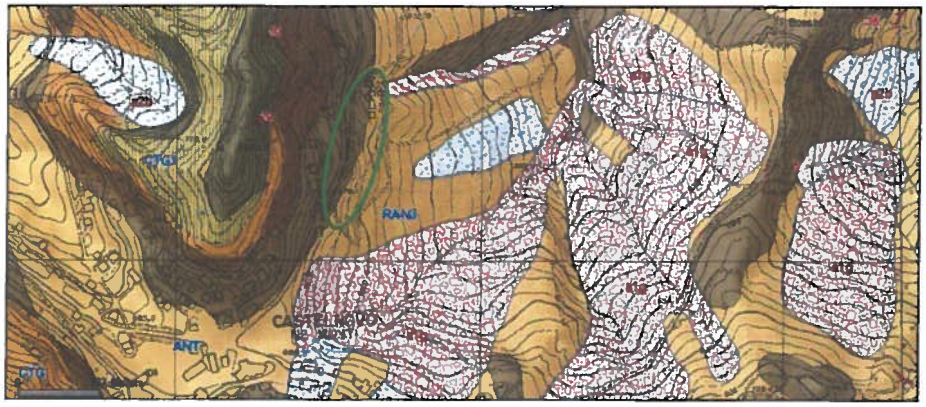
- ***Carta Inventario del dissesto e degli abitati da consolidare e trasferire (PTCP RE 2010)***



Legenda

Carta Inventario del Dissesto	PAI	PTCP

- ***Carta geologica (CARG - Regione Emilia Romagna)***



a1d - Deposito di frana attiva per colamento di fango
Deposito messo in posto da movimento distribuito in maniera continuata all'interno della massa spostata. Le superfici di taglio all'interno di questa sono multiple, temporanee e generalmente non vengono conservate. I materiali coinvolti sono per lo più coesivi. I depositi più frequenti sono costituiti in prevalenza da una matrice pelitica e/o pelitico-sabbiosa che include clasti di dimensioni variabili.

a1g - Deposito di frana attiva complessa
Deposito messo in posto in seguito alla combinazione nello spazio e nel tempo di due o più tipi di movimento.

3. FASCE DI RISPETTO

Oltre all'analisi della cartografia tematica di cui sopra si è ritenuto opportuno, per sicurezza, eseguire un rilevamento geomorfologico di dettaglio al fine sia di controllare la corrispondenza tra la cartografia tematica e lo stato attuale dei terreni nonché allo scopo di definire al meglio le due fasce di rispetto.

In definitiva, quindi, tenendo conto:

- delle caratteristiche intrinseche delle due tipologie di frana, rispettivamente frana attiva complessa a sud e frana attiva per colamento di fango a nord-est (vedasi Cap. 2);
- dell'andamento delle curve di livello;
- di quanto rilevato (stato attuale dei pendii);

sono state definite le due fasce di rispetto.

Frana a Sud del comparto

A seguito dello studio geomorfologico eseguito si ritiene idonea una fascia di rispetto di 25 m.

Frana a NE del comparto

A seguito dello studio geomorfologico eseguito si ritiene idonea una fascia di rispetto di 3 m.

Per completezza si allegano le due tavole tematiche con le fasce di rispetto ed alcune fotografie.

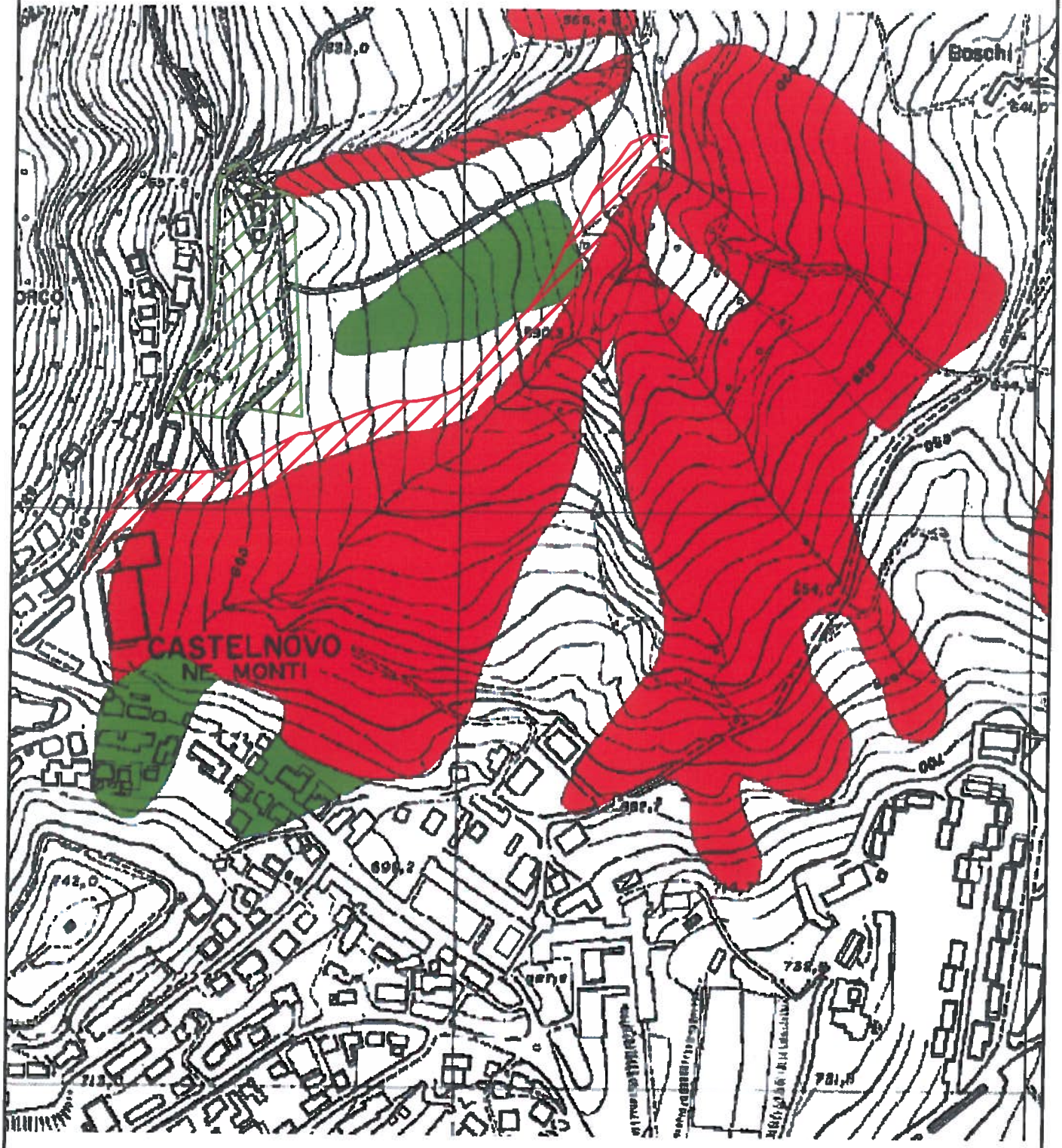
Dott. Davide Gualdi - GEOLOGO

Castelnovo ne' Monti (RE), 21 Marzo 2014

ORDINE DEI GEOLOGI REGIONE EMILIA ROMAGNA
DOTT. DAVIDE GUALDI
Emilia-Romagna
GEOLOGO
SEZ. A
N. 1209 ALBO P.

***le copie originali del seguente elaborato, allegati compresi, sono state timbrate sul retro di ogni pagina.
Copertina e pg. 2 timbrate e firmate integralmente sul fronte.

TAVOLA 1: FASCIA DI RISPETTO DA FRANA ATTIVA (SETTORE SUD)



area di interesse

fascia di rispetto (25 m)

SCALA 1:5000

TAVOLA 2: FASCIA DI RISPETTO DA FRANA ATTIVA (SETTORE NORD)



area di interesse

fascia di rispetto (3 m)

SCALA 1:5000

FRANA ATTIVA A SUD DEL COMPARTO

Settore settentrionale della frana da monte e da valle





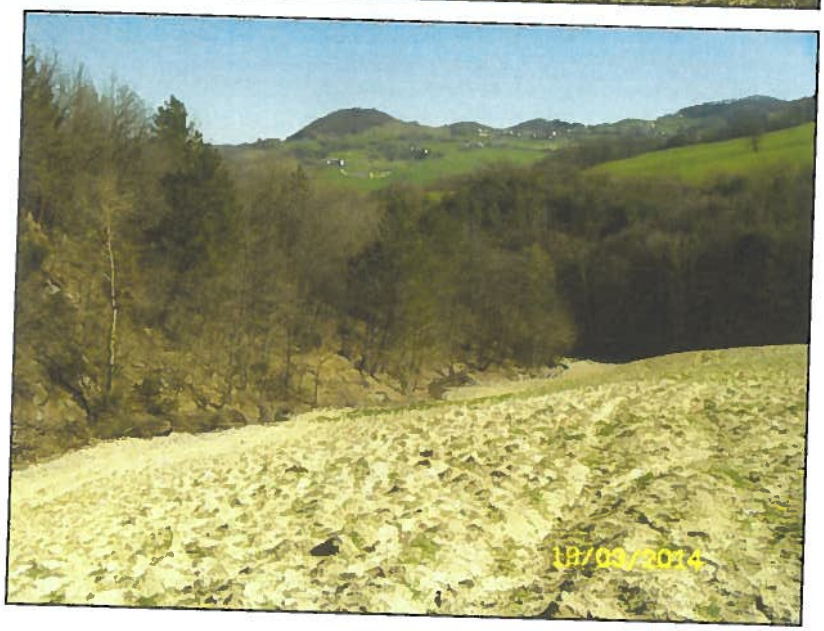
FRANA ATTIVA A NE DEL COMPARTO

Alcune immagini nella zona a monte e lungo il pendio






19/03/2014


19/03/2014

n° 48

NU2c

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

RELAZIONE

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
24. LUG. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT ..... CLAS ..... FASC ...

Geologica di fattibilità

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnovo né Monti
Località:	Felina
Committenti:	Zannini Ivo
Oggetto:	Inserimento nel Piano Operativo Comunale (POC)
Data:	Luglio 2006

Premessa.

La presente relazione è stata redatta dallo scrivente in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 per l'area sita in località Felina, in Comune di Castelnovo né Monti (RE) e interessata da richiesta di inserimento nel Piano Operativo Comunale. Gli aspetti principali analizzati nel seguente lavoro sono:

1. Caratteristiche litostratigrafiche della zona;
2. Stabilità dell'area;
3. Caratteristiche geotecniche del terreno;
4. Caratteristiche idrogeologiche ed idrologiche.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R.
scala 1: 5000
elemento n° 218102
Felina

Carta geologica
Scala 1: 10.000
Elemento 218100

Caratteri litologici.

Coperture.
L'area interessata è formata in superficie da depositi di versante. La potenza di questa copertura, per il lotto in esame, è stata oggetto di specifiche indagini geognostiche, riportate nel seguito.

Substrato.
L'area fa parte della Formazione di Bismantova - Marne del Cigarello, Peliti marnose in strati di potenza decimetrica, il substrato è a tratti affiorante immediatamente ad nord-ovest dell'area in esame.

Caratteri idrologici ed idrogeologici.

La zona consente un buon deflusso delle acque meteoriche, non si rilevano emergenze idriche sul lotto di terreno in oggetto.

Stabilità dell'area.

Questa porzione di pendio (versante sud del M. Castello) non è interessata da fenomeni gravitativi la condizione di stabilità deriva dal potente substrato marnoso e dall'esiguo spessore dei terreni di copertura.

.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico, per l'area interessata, non evidenzia condizioni a rischio, si allega estratto.

Sondaggi geognostici.

Si è eseguita una indagine sismica a rifrazione, si riportano di seguito i risultati.

Indagine geofisica.

È stato eseguito un profilo sismico a rifrazione, trasversalmente al lotto di terreno in esame – La battuta di andata è in lato est mentre quella di ritorno è in lato ovest, inoltre la lunghezza della stesa è di 36 metri, per una profondità di investigazione di 12 metri circa.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento da 5 millisec. a 10.000 millisec. in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer
.



Vantaggi e limitazioni della prospezione sismica.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.
L'analisi delle distribuzioni delle velocità Vp nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire la sezione geofisica riportata in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione Vp dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi.

La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni;

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;
2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrome - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.

Risultato sondaggio sismico.

La sezione sismica in allegato, riporta la presenza di tre orizzonti sismici, il primo è evidenziato da una velocità di 351 m/sec ed è costituito dai terreni superficiali (depositi eluviali e colluviali) la potenza è variabile aumentando verso est (si veda sezione in allegato).

Il secondo orizzonte sismico (sottostante al primo) è evidenziato da un incremento della velocità, che passa a 1530 m/sec. ed è riferibile al substrato marnoso alterato (Marne del Cigarello)

Il terzo orizzonte sismico è evidenziato da una velocità, di 2090 m/sec. ed è riferibile al substrato marnoso compatto (Marne del Cigarello)

Verifica stabilità del versante.

Si è eseguita una verifica di stabilità del versante ipotizzando una superficie di scorrimento al contatto terreni di copertura – substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.

RELAZIONE DI CALCOLO

Normativa di riferimento
D.M. 11/3/88; Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione,
l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.

Con particolare riferimento a:

a) Provvedimenti per le costruzioni con prescrizioni per zone sismiche (Legge 2/2/74 , D.M. 16/1/96 e D.M. 11/3/1988)
b) Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche (D.M. 9/1/96)
c) Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi (D.M. 16/1/96)
d) Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso, e strutture metalliche (Legge 5/11/71, n.1086 e D.M. 14/2/92)

Vertici pendio

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.0
5	57.78	39.66
6	67.08	42.32
7	79.03	46.3
8	95.72	48.96
9	110.9	52.18

Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	18.98
2	2.0	22.4
3	18.7	24.29
4	30.65	26.95
5	43.93	30.36
6	55.88	32.26
7	69.16	35.68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici superficie di scorrimento

N	X (m)	y (m)
1	-10.26	24.11
2	-7.11	20.31
3	2.19	22.4
4	18.89	24.29
5	30.84	26.95
6	44.12	30.36
7	56.64	32.26
8	67.26	34.92
9	78.65	38.33
10	89.27	40.99
11	100.47	43.64
12	107.87	44.97
13	109.57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Strato	c (Kg/m2)	Fi (°)	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
1	0.0	30	2000	2100	4	eluv
2	0.0	32	2150	2200	4	marne

Fattore di sicurezza calcolato

Fattore di sicurezza	1.33

N°	B (cm)	Alfa (°)	Li (cm)	Wi (Kg/m)
1	1197.48	-8.2	1209.8	18880.8
2	1197.48	6.7	1205.7	50713.1
3	1197.48	10.0	1215.8	120379.7
4	1197.48	13.6	1232.1	129602.5
5	1197.48	11.8	1223.1	156683.6
6	1197.48	10.9	1219.5	153549.5
7	1197.48	15.5	1242.4	161641.6
8	1197.48	15.2	1240.7	174235.6
9	1197.48	13.6	1231.8	146549.0
10	1197.48	36.8	1494.2	61392.9

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	3	1	1.303	1.000	3	110	h1/v1	0.027
h2	CIN	27	10	1.303	1.086	27	240	h2/v2	0.11
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.14

V_{S30} =	30/t	214	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Conclusioni.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un potente substrato marnoso, inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato costituito dalle Marne del Cigarello.

A seguito di quanto in precedenza esposto e fermo restando la necessità di approfondire le indagini geologiche mirate alle singole opere a livello esecutivo ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si esprime parere favorevole di edificabilità geologica dell'area.

20 luglio 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)

ORDINE DEI GEOLOGI ★ REGIONE EMILIA-ROMAGNA ★
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI
Nr. 575

Sondaggio Sismico a rifrazione

elaborati

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale
da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento
da 5 millisec. a 10.000 millisec.
in variazione continua.

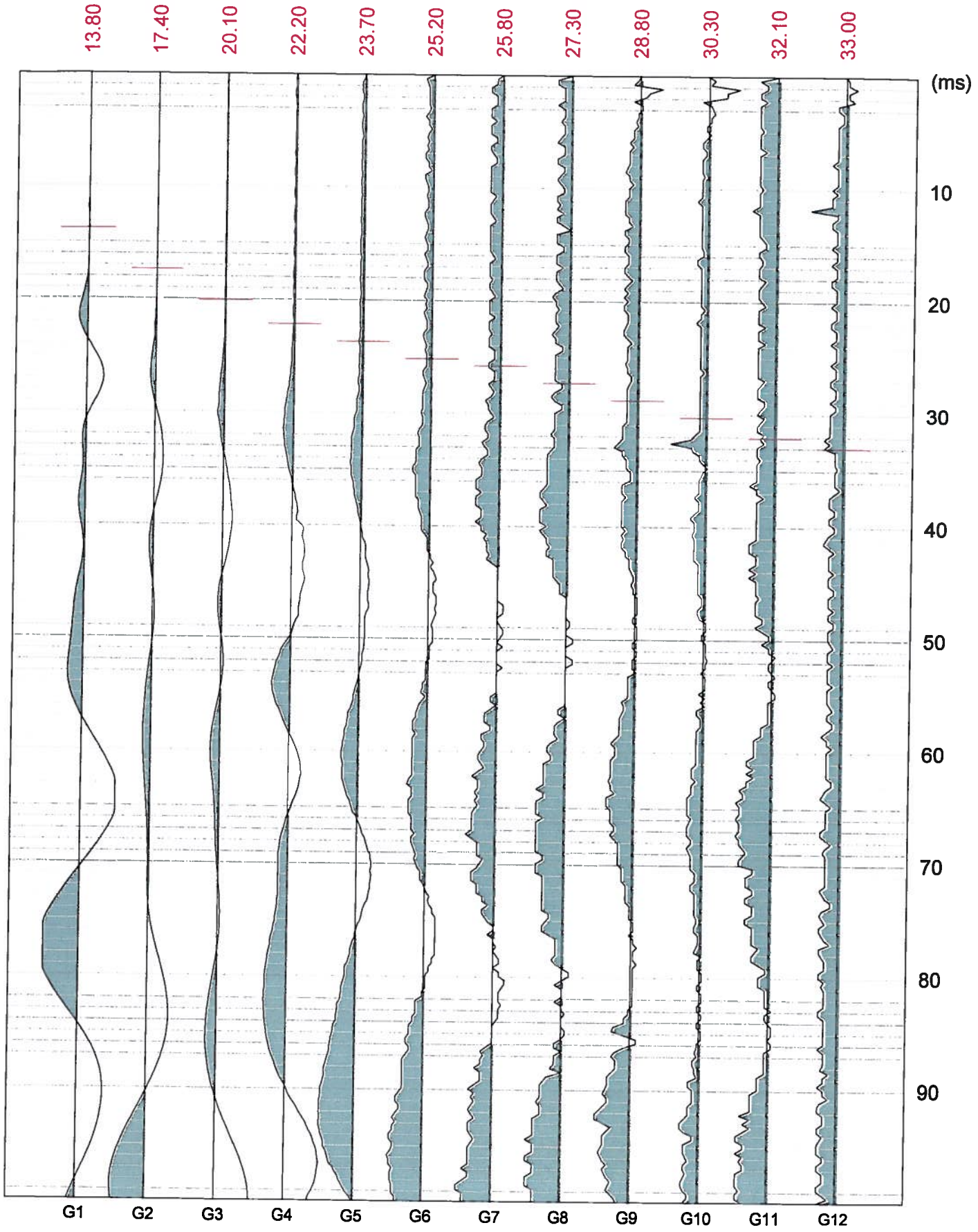
Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer.

Elaborazione dati tramite programma
INTERSISM della PASI



ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

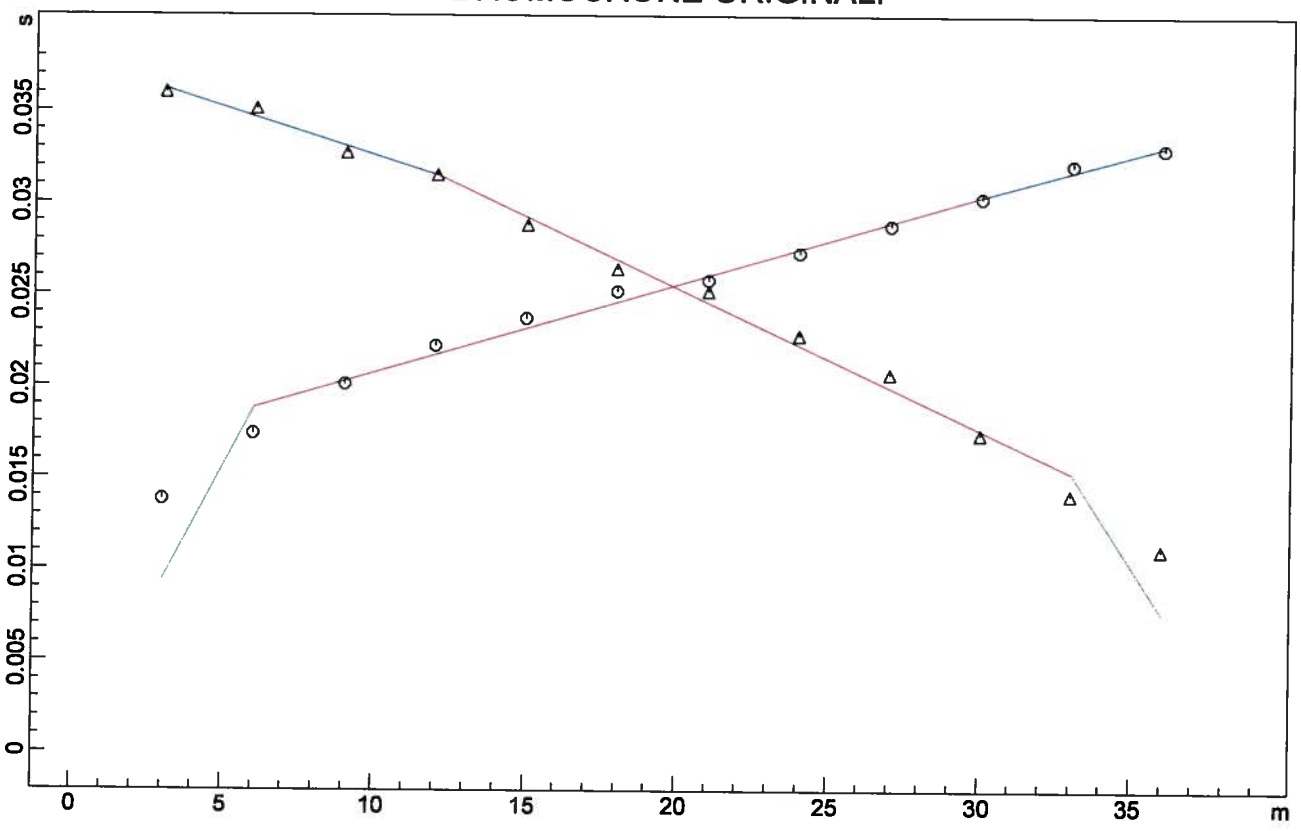
sismica a rifrazione
località felina



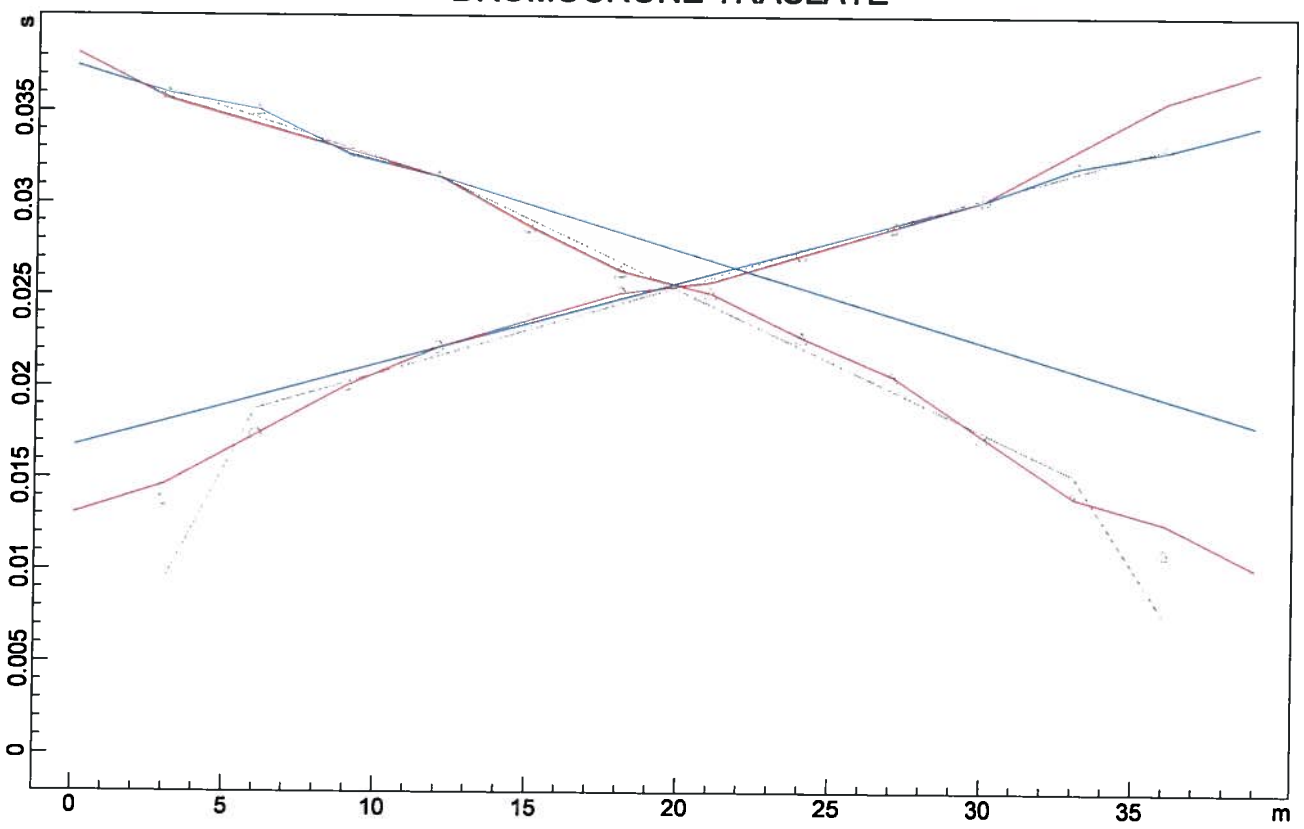
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
località felina

DROMOCRONE ORIGINALI



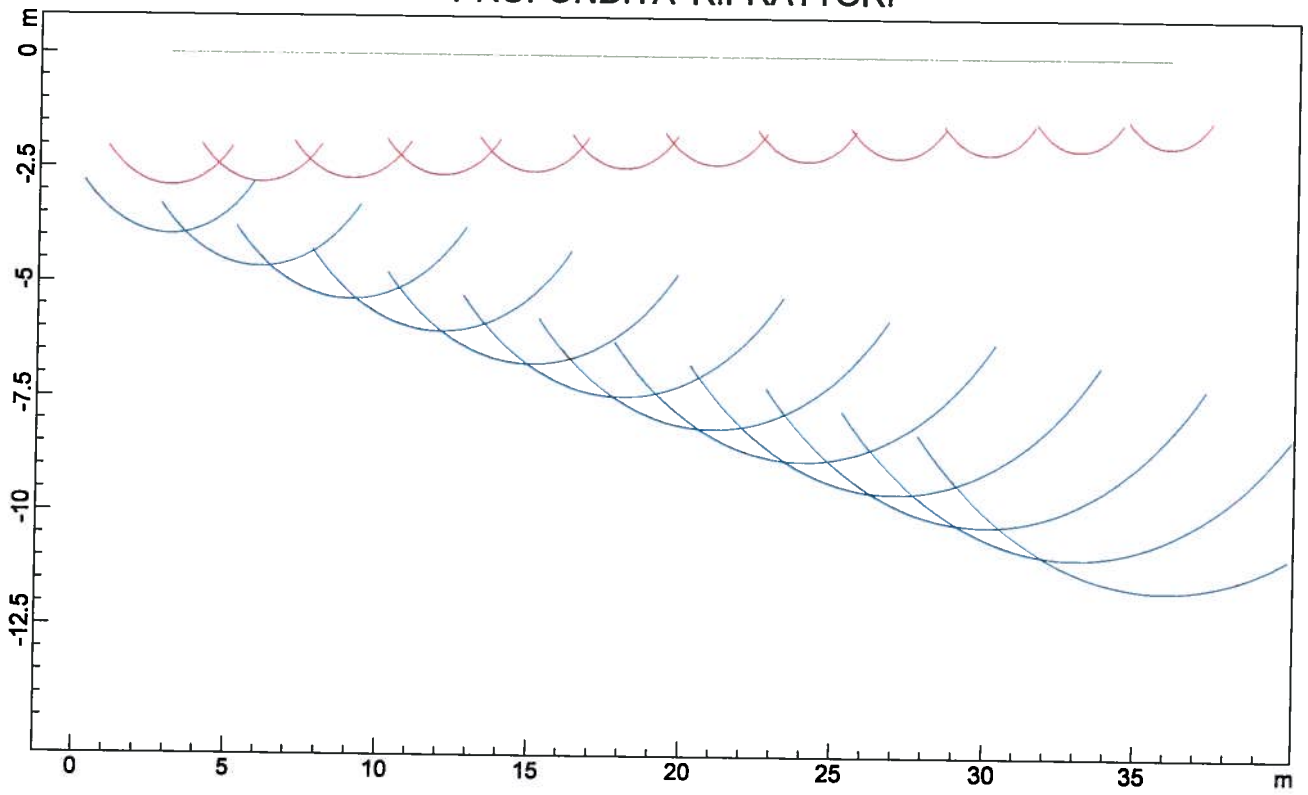
DROMOCRONE TRASLATE



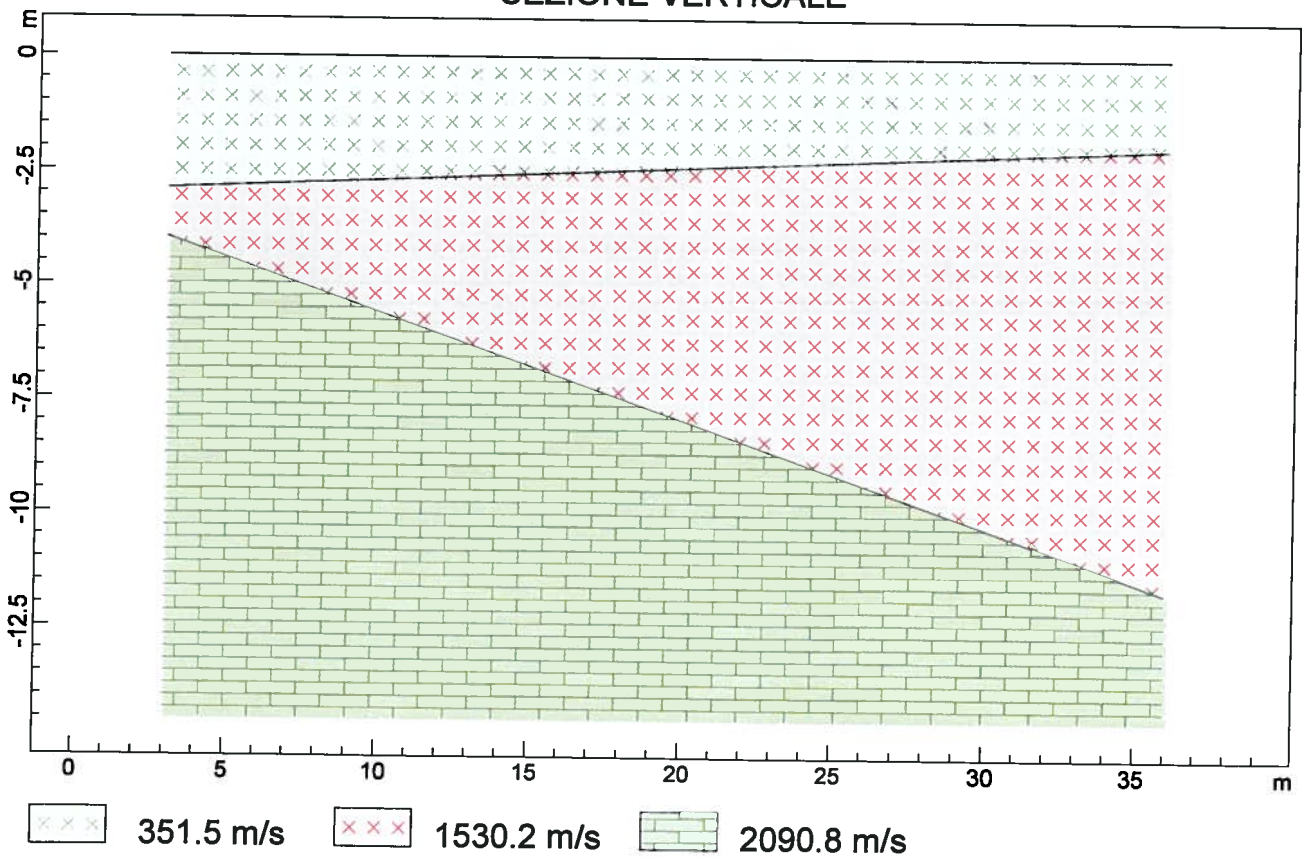
www.geoandsoft.com

sismica a rifrazione
località felina

PROFONDITA' RIFRATTORI



SEZIONE VERTICALE



351.5 m/s 1530.2 m/s 2090.8 m/s

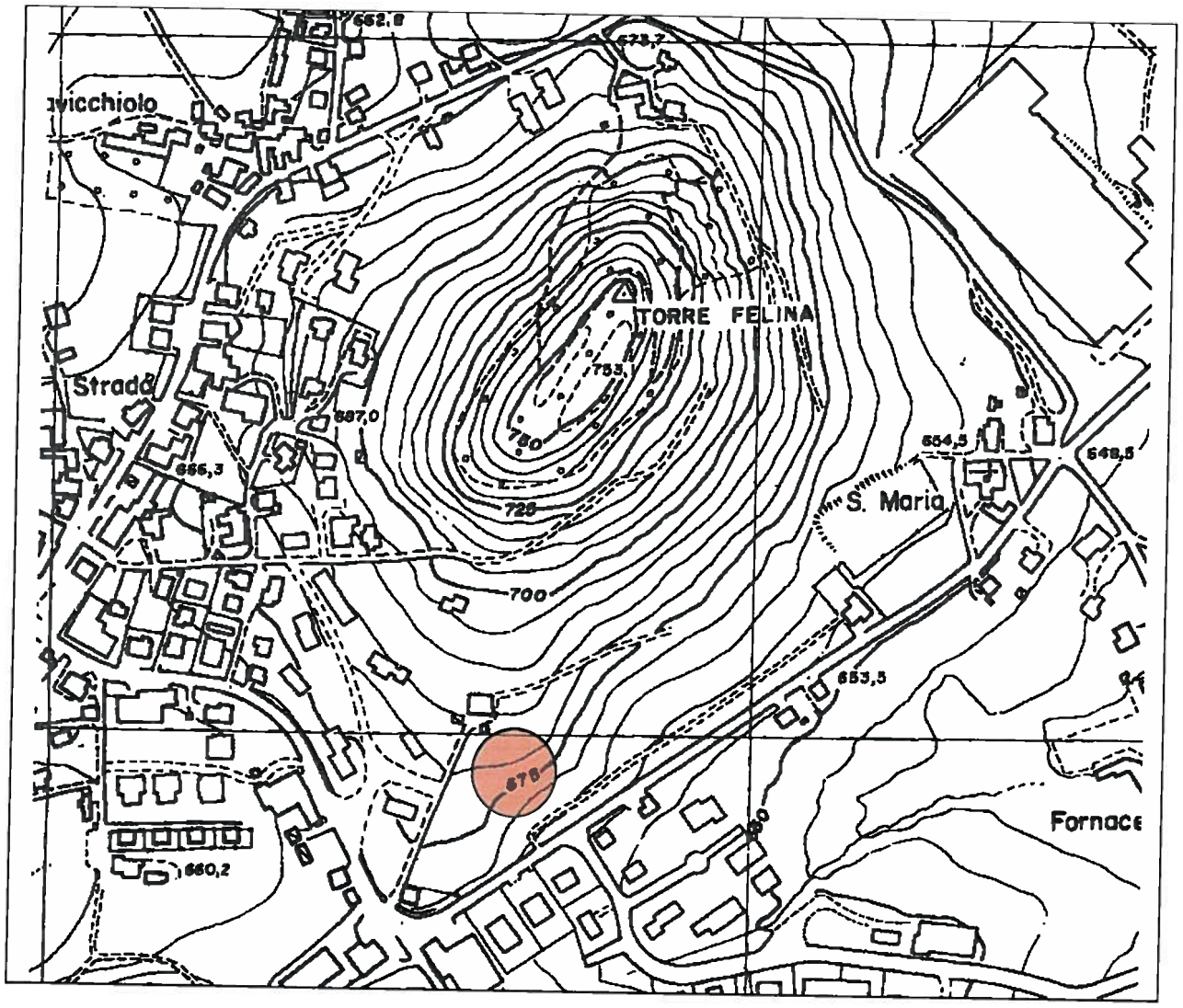
www.geoandsoft.com

ORDINE DEI GEOLOGI
REGIONE EMILIA-ROMAGNA
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575

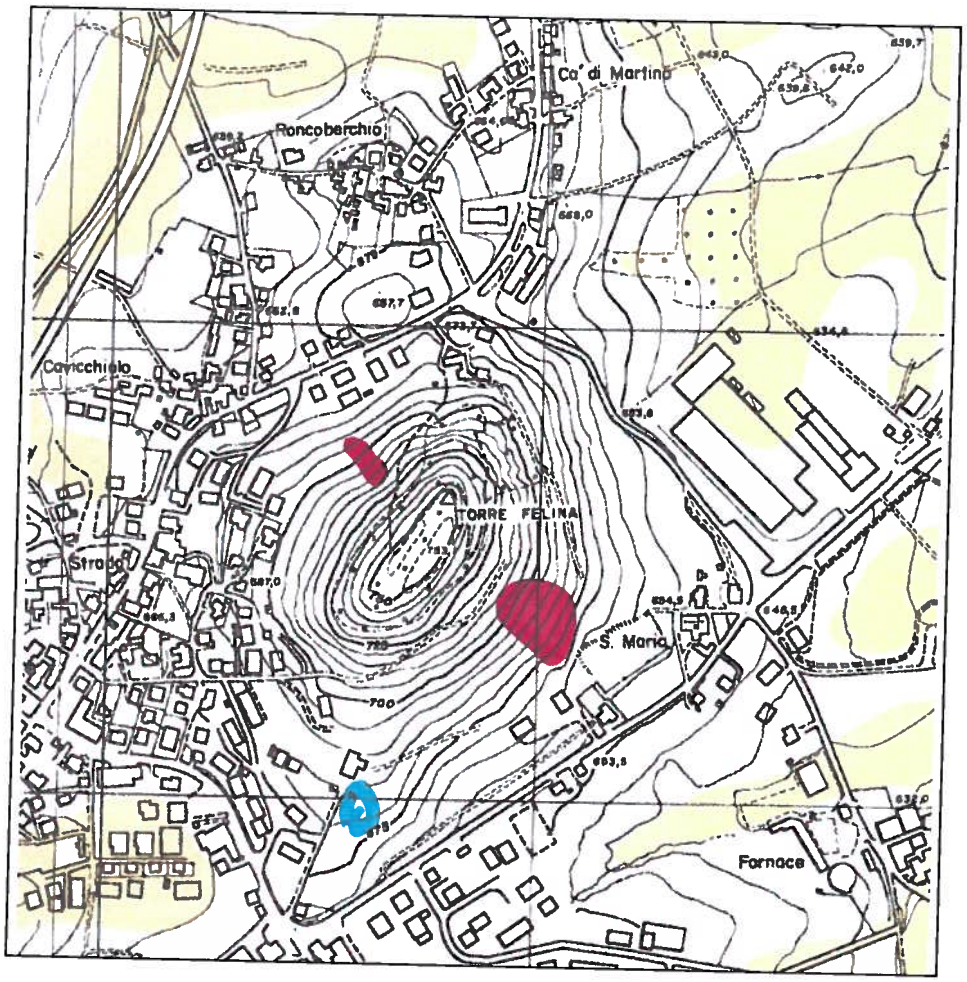
N

Estratto CTR – 218102

Scala 1:5000
ubicazione



Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004

geoLOG

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
08. MAG 2007
PROTOCOLLO N° .....
CAT ... CL ... FASC ....

Comune di Castelnovo ne' Monti

Provincia di Reggio Emilia

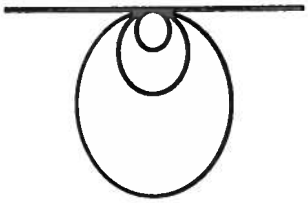
Studio geologico e sismico a supporto del Piano Operativo Comunale

Comparto AP3.b

Maggio 2007

SOCIETÀ COOPERATIVA - 40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74 - TEL. 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14 - TEL. 0522.934730 - FAX 0522.387989.

geoLOG
SOCIETÀ COOPERATIVA
40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74
TEL: 051.331209 - FAX: 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TEL: 0522.934730 - FAX: 0522.387989
N. iscriz. Albo Coop. A152436 – R.E.A. di BO 232167 - PART.IVA 00896920378



Comune di Castelnovo ne' Monti

Provincia di Reggio Emilia

Studio geologico e sismico a supporto del Piano Operativo Comunale

Comparto AP3.b

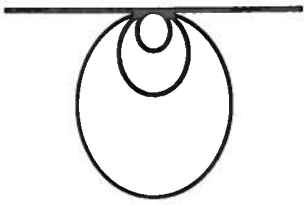
Maggio 2007

GEOLOGIA APPLICATA
GEOFISICA
GEOTECNICA
IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA
MODELLI MATEMATICI

Indice

1 PREMESSA 1
2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA' 1
2.1 Geologia 1
2.2 Morfologia e interventi antropici 2
2.3 Idrografia 2
2.4 Stabilità generale 2
3 INDAGINI GEOGNOSTICHE 3
4 QUESTIONI SISMICHE 4
5 ASSETTO STRATIGRAFICO 6
6 VALUTAZIONI INERENTI LA GEOLOGIA APPLICATA 6
7 NOTE CONCLUSIVE 6

geoLOG
SOCIETÀ COOPERATIVA
40123 BOLOGNA - VIA D'AZEGLIO, 74
TEL: 051.331209 - FAX: 051.331209
42100 REGGIO EMILIA - VIA EMILIA ALL'ANGELO, 14
TEL: 0522.934730 - FAX: 0522.387989
N. iscriz. Albo Coop. A152436 – R.E.A. di BO 232167 - PART.IVA 00896920378



GEOLOGIA APPLICATA

GEOFISICA

GEOTECNICA

IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA

MODELLI MATEMATICI

Tavole

1. Corografia generale
2. Geologia
3. Ubicazione sondaggi
4. Caratteristiche del penetrometro statico-dinamico "DINASTAR"

5/7. Diagrammi penetrometrici

8/10. Interpretazione dei CPT

11. Sezioni stratigrafiche interpretative

Allegato

Estratto da: prova MASW

1 PREMESSA

Nell'ambito degli studi di supporto al Piano Operativo Comunale di Castelnovo ne' Monti (RE), GeoLog S.C. cura le indagini per il comparto destinato ad attività produttive denominato

AP3.b

relativamente ai temi geologici, idrogeologici, sismici e geotecnici.

Nel presente rapporto, ad un sintetico inquadramento ambientale seguono i risultati degli studi condotti sino ad ora sull'area ed una prima serie di valutazioni specialistiche.

Il lavoro è propedeutico all'approfondimento previsto per il Piano Urbanistico Attuativo, nel quale si svilupperanno le questioni sismiche secondo le più recenti disposizioni in materia e si produrranno le verifiche geotecniche utili ad orientare la progettazione di massima delle strutture.

2 INQUADRAMENTO AMBIENTALE E NOTE SULLA STABILITA'

L'area in esame ricade nei pressi della vecchia fornace di Felina (tav. 1).

Le quote rappresentate sulla CTR indicano per il settore un'altitudine media di 635 m s.l.m.

Le variazioni al tema naturale sono il consistente accumulo di terre ad Ovest e la strada sul confine Nord

2.1 Geologia

Come mostra l'estratto di tav. 2, il settore è ritagliato nella Formazione di Bismantova (membro delle marne di Cigarello).

Tale litologia, generalmente sepolta da una copertura detritica eluvio-colluviale, è ben visibile nell'incisione del rio che lambisce a sud la zona; l'affioramento mostra marne più o meno siltose di colore grigio, a stratificazione maldistinguibile.

La cartografia tematica segnala una linea di faglia presunta che segue per un tratto il confine meridionale del lotto; tale discontinuità tettonica, come pure quelle disegnate nelle vicinanze, trovano giustificazione nelle discordanze giaciturali degli strati rilevate sui rari affioramenti dell'area, dunque incerta è la posizione della suddetta faglia, così come la sua stessa esistenza.

2.2 Morfologia e interventi antropici

L'appezzamento pende qualche grado verso NE.

L'aspetto morfologico che spicca è il citato rinterro al bordo del confine occidentale.

L'accumulo, realizzato per estendere i piazzali dei capannoni a lato, sovrasta di quasi 10 m il piano campagna originario e si raccorda ad esso con una scarpata prossima a 35°.

2.3 Idrografia

Le stese di riporto hanno "chiuso" la sezione naturale che un tempo drenava le acque superficiali. Attualmente i flussi provenienti dalle vallecole poste a SW del lotto sono intercettati a monte del terrapieno e portati a valle entro una condotta interrata.

Lo sbocco, sito tra la scarpata ed il versante in destra idrografica, riconsegna le acque all'originario percorso con eccessiva velocità, tale da produrre fenomeni erosivi nel substrato.

Quale evoluzione del dissesto si può prevedere la rottura dello scarico per scalzamento al piede, pertanto è auspicabile una sistemazione per tempo.

Una volta in alveo, le acque seguono la base del versante meridionale, quindi costeggiano la strada per Ramusana in direzione del fondovalle. La sezione idrografica è relativamente ampia, dunque sono da escludersi allagamenti del comparto.

2.4 Stabilità generale

La blanda acclività esclude condizioni di rischio per quanto concerne l'equilibrio generale.

Suscita invece perplessità la scarpata che incombe ad Ovest. A giudicare da quanto affiora sulla ripa, il rinterro è costituito per lo più da argille e frammenti della marna locale; la stabilità di un siffatto materiale per l'angolo conferito al paramento è giustificabile solo invocando una generale condizione insatura, che tuttavia potrebbe venire meno con l'occlusione dei meati intergranulari che favoriscono il drenaggio.

Il trend evolutivo osservato in situazioni analoghe è sfavorevole: l'angolo di riposo assunto nel tempo non eccede i 20° - 25°; occorre dunque chiedersi quali siano le effettive risorse di quel rilevato nei confronti della stabilità intrinseca.

Un altro tema d'interesse è l'influenza del carico imposto al manto argilloso naturale che ricopre la roccia del substrato.

2.2 Morfologia e interventi antropici

L'appezzamento pende qualche grado verso NE.

L'aspetto morfologico che spicca è il citato rinterro al bordo del confine occidentale.

L'accumulo, realizzato per estendere i piazzali dei capannoni a lato, sovrasta di quasi 10 m il piano campagna originario e si raccorda ad esso con una scarpata prossima a 35°.

2.3 Idrografia

Le stese di riporto hanno "chiuso" la sezione naturale che un tempo drenava le acque superficiali. Attualmente i flussi provenienti dalle vallecole poste a SW del lotto sono intercettati a monte del terrapieno e portati a valle entro una condotta interrata.

Lo sbocco, sito tra la scarpata ed il versante in destra idrografica, riconsegna le acque all'originario percorso con eccessiva velocità, tale da produrre fenomeni erosivi nel substrato.

Quale evoluzione del dissesto si può prevedere la rottura dello scarico per scalzamento al piede, pertanto è auspicabile una sistemazione per tempo.

Una volta in alveo, le acque seguono la base del versante meridionale, quindi costeggiano la strada per Ramusana in direzione del fondovalle. La sezione idrografica è relativamente ampia, dunque sono da escludersi allagamenti del comparto.

2.4 Stabilità generale

La blanda acclività esclude condizioni di rischio per quanto concerne l'equilibrio generale.

Suscita invece perplessità la scarpata che incombe ad Ovest. A giudicare da quanto affiora sulla ripa, il rinterro è costituito per lo più da argille e frammenti della marna locale; la stabilità di un siffatto materiale per l'angolo conferito al paramento è giustificabile solo invocando una generale condizione insatura, che tuttavia potrebbe venire meno con l'occlusione dei meati intergranulari che favoriscono il drenaggio.

Il trend evolutivo osservato in situazioni analoghe è sfavorevole: l'angolo di riposo assunto nel tempo non eccede i 20° - 25°; occorre dunque chiedersi quali siano le effettive risorse di quel rilevato nei confronti della stabilità intrinseca.

Un altro tema d'interesse è l'influenza del carico imposto al manto argilloso naturale che ricopre la roccia del substrato.

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel comparto fu effettuato in passato un test penetrometrico dinamico (siglato 67/04) con strumento leggero. Il risultato della prova è nel fascicolo "Indagini geognostiche e prospezioni geofisiche" prodotto a corredo del P.S.C., al quale si rimanda per la consultazione .

Riguardo alle indagini attuali, sono state eseguite 3 prove penetrometriche statiche ed una prospezione tomografica sismica superficiale con metodo MASW.

L'ubicazione dei sondaggi è in tav. 3.

Per le prove statiche si è ricorsi al penetrometro Dinastar (Tecnotest – MO), le cui caratteristiche sono descritte in tav. 4.

L'avanzamento è stato protratto al limite strumentale.

Nei fori si è inserito un piezometro semplice per consentire di rilevare nel tempo la misura del livello freatico.

I valori della resistenza alla punta (q_c), al manicotto di frizione (f_s) e del rapporto q_c/f_s sono diagrammati nelle tav. 5 ÷ 7.

La quota della falda è segnalata solo per il sondaggio centrale. Le pratiche agricole hanno infatti rovinato i tubi inseriti in CPT 1 e CPT3, rendendo inservibile la strumentazione.

I dati CPT sono stati processati mediante uno specifico programma di nostra redazione che restituisce in forma grafica la litologia ed una serie di parametri geomeccanici (tav. 8 ÷ 10).

Per non appesantire l'esposizione, si evita la disamina degli algoritmi utilizzati; sul modulo sono comunque citati gli Autori di riferimento.

Nella derivazione dei parametri meccanici e della storia tensionale si sono divisi in modo drastico i materiali incoerenti da quelli coesivi, con riferimento ad un valore discriminante del rapporto di frizione; la validità dei risultati è pertanto limitata alle particolari condizioni che si instaurano durante la prova penetrometrica.

Come si vede, il calcolo riguarda:

- il probabile andamento della tensione litostatica effettiva σ'_{vo};
- l'angolo di resistenza al taglio in termini efficaci φ per i suoli giudicati incoerenti;
- la resistenza al taglio in termini totali (ovvero la coesione non drenata c_u per $\varphi = 0$) relativa alle terre giudicate coesive;
- il rapporto di sovraconsolidazione OCR, laddove si dispone della c_u.

Il termine OCR, per le argille ed i limi, esprime lo scostamento tra la consistenza misurata e quella che occorrerebbe attendersi nel medesimo terreno qualora la consolidazione fosse avvenuta per effetto del solo carico litostatico.

La relazione utilizzata per la stima di tale parametro è la seguente

3 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Nel comparto fu effettuato in passato un test penetrometrico dinamico (siglato 67/04) con strumento leggero. Il risultato della prova è nel fascicolo "Indagini geognostiche e prospezioni geofisiche" prodotto a corredo del P.S.C., al quale si rimanda per la consultazione .

Riguardo alle indagini attuali, sono state eseguite 3 prove penetrometriche statiche ed una prospezione tomografica sismica superficiale con metodo MASW.

L'ubicazione dei sondaggi è in tav. 3.

Per le prove statiche si è ricorsi al penetrometro Dinastar (Tecnotest – MO), le cui caratteristiche sono descritte in tav. 4.

L'avanzamento è stato protratto al limite strumentale.

Nei fori si è inserito un piezometro semplice per consentire di rilevare nel tempo la misura del livello freatico.

I valori della resistenza alla punta (q_c), al manicotto di frizione (f_s) e del rapporto q_c/f_s sono diagrammati nelle tav. 5 ÷ 7.

La quota della falda è segnalata solo per il sondaggio centrale. Le pratiche agricole hanno infatti rovinato i tubi inseriti in CPT 1 e CPT3, rendendo inservibile la strumentazione.

I dati CPT sono stati processati mediante uno specifico programma di nostra redazione che restituisce in forma grafica la litologia ed una serie di parametri geomeccanici (tav. 8 ÷ 10).

Per non appesantire l'esposizione, si evita la disamina degli algoritmi utilizzati; sul modulo sono comunque citati gli Autori di riferimento.

Nella derivazione dei parametri meccanici e della storia tensionale si sono divisi in modo drastico i materiali incoerenti da quelli coesivi, con riferimento ad un valore discriminante del rapporto di frizione; la validità dei risultati è pertanto limitata alle particolari condizioni che si instaurano durante la prova penetrometrica.

Come si vede, il calcolo riguarda:

- il probabile andamento della tensione litostatica effettiva σ'_{vo};
- l'angolo di resistenza al taglio in termini efficaci φ per i suoli giudicati incoerenti;
- la resistenza al taglio in termini totali (ovvero la coesione non drenata c_u per $\varphi = 0$) relativa alle terre giudicate coesive:
- il rapporto di sovraconsolidazione OCR, laddove si dispone della c_u.

Il termine OCR, per le argille ed i limi, esprime lo scostamento tra la consistenza misurata e quella che occorrerebbe attendersi nel medesimo terreno qualora la consolidazione fosse avvenuta per effetto del solo carico litostatico.

La relazione utilizzata per la stima di tale parametro è la seguente:

$c_u / \sigma'v0 = (0.23 \pm 0.04)\ OCR^{0.8}$ (Ladd e Foot, 1974)

La sovraconsolidazione dedotta dai tests non deriva da scarichi tensionali, bensì da processi d'essiccamento stagionale.

4 QUESTIONI SISMICHE

Il Comune di Castelnovo ne' Monti risulta compreso tra le zone 2 secondo D.G.R. n. 1677 del 24/10/2005.

Con riferimento all'ultimo secolo, il Catalogo parametrico dei terremoti italiani riporta per la particolare zona sismogenetica (N. 29) i terremoti elencati nella tabella che segue.

Anno	Località	Mag.	Anno	Località	Mag.
1892	Carpineti	4.83	1930	Fiumalbo	5.22
1895	Fanano	4.83	1940	Corniglio	4.93
1896	Fanano	4.89	1957	Monchio	4.63
1898	Calestano	5.07	1957	Zocca	5.06
1904	Frignano	5.08	1965	V. Secchia	5.01
1908	Frignano	4.69	1974	Pione	4.64
1913	Val di Taro	4.85	1985	Ap.Parmense	4.69
1925	Frassinoro	4.65	1999	Frignano	4.73
1927	Cervarezza	4.66			

Secondo Frassineti et al., 1997, l'accelerazione di picco attesa per l'area è di 280 gal (vedi Figura 1).

La Provincia di Reggio Emilia pubblicherà a breve la carta delle aree suscettibili ad effetti locali, a cui si rimanda per una visione generale della pericolosità sismica del comparto.

Secondo le stime effettuate dal Dr. Mazzetti in occasione del P.S.C., i primi 2 ÷ 4 m superficiali sono composti da "litotipi a basso grado di addensamento contraddistinti da Vs = 0.25 ÷ 0.4 km/sec". Relativamente al substrato, V_s varia tra 0.55 e 0.75 km/s fino a –13 m, quindi risulta eccedere 0.85 km/s oltre -14 m.

La prova MASW condotta in occasione del presente studio fornisce nuovi elementi di valutazione.

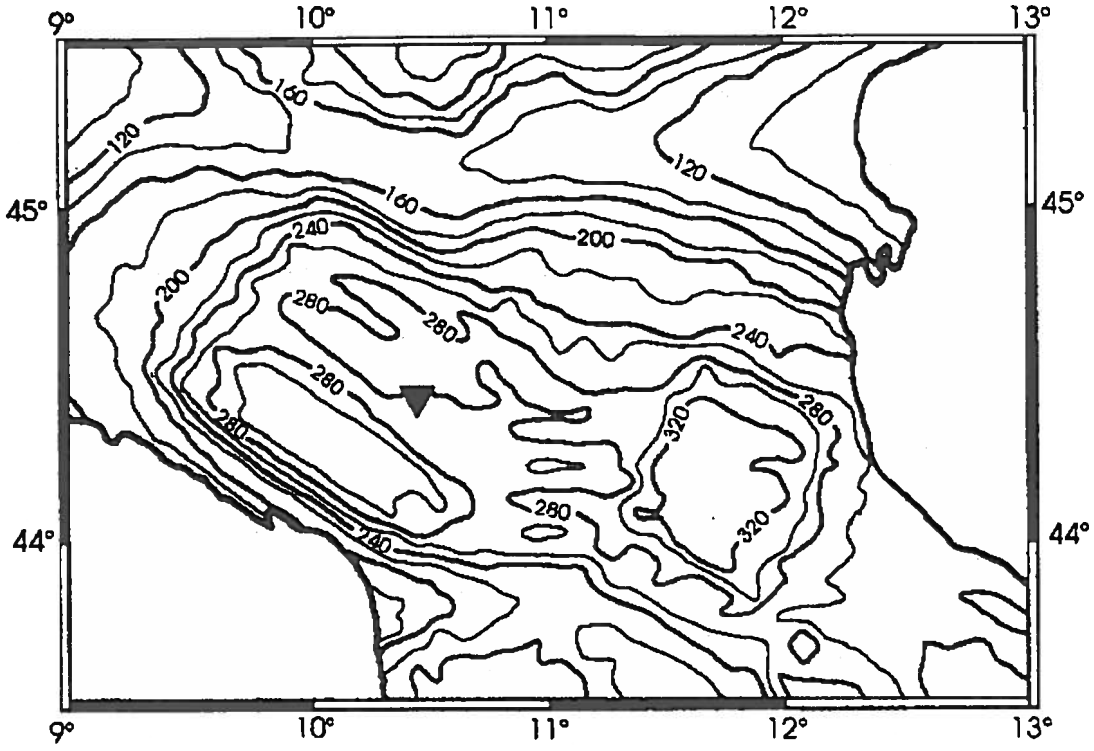


Figura 1

L'output fornito dagli specialisti incaricati per la prova è in allegato.

I risultati evidenziano marcati incrementi delle velocità a -6 m e -27 m circa sotto il piano campagna.

Per quanto concerne il primo "salto" (da 100 a 300 m/s circa), si nota una scarsa corrispondenza con i risultati delle vicine penetrometrie. Si può pensare che nei metri più superficiali il substrato sia fratturato al punto da rispondere all'eccitazione sismica come il sovrastante detrito; la possibile alternativa riguarda un effettivo ispessimento locale del manto di copertura.

In ogni caso va ricordato che non sempre i risultati meccanici e sismici collimano, trattandosi di misure riferite a caratteristiche differenti.

L'aumento delle V_s a -27 m (da 450 a 700 m/s circa) può essere ascritto alla chiusura delle discontinuità per effetto del carico litostatico.

Nel complesso, le informazioni recenti si discostano in qualche misura dai dati esposti in sede di PCS, d'altra parte questi ultimi derivano da una base sismica a rifrazione effettuata all'esterno del comparto in esame, per cui qualche divergenza è da mettere in conto.

Il termine V_{s30}, intorno a 240 m/s, inquadra il suolo di fondazione nella categoria C.

Cosa ciò comporti in termini di accelerazioni e di spettri di risposta elastici è indicato dalla Normativa.

5 ASSETTO STRATIGRAFICO

Per rappresentare la stratigrafia del luogo si sono tracciati due profili topografici sovrapponendo ad essi i diagrammi penetrometrici e disegnando quanto si può trarre dai risultati disponibili. Le tracce di sezione sono evidenziate in tav. 3, il risultato dell'elaborazione è in tav. 11.

La grafica evidenzia le dimensioni del rinterro sul lato occidentale e mostra un andamento in qualche misura irregolare della roccia sepolta. Il tetto di quest'ultima, generalmente individuato a -2 , -3 m dal piano campagna, tende infatti ad emergere nel settore contiguo alla strada per Ramusana.

6 VALUTAZIONI INERENTI LA GEOLOGIA APPLICATA

Il comparto si presta per essere edificato con normali fondazioni dirette.

I dati disponibili indicano che il substrato sarà intercettato a debole profondità solo nel settore più orientale.

In questo caso, le valutazioni relative alla portanza dei suoli rivestono un interesse marginale, considerato che le tensioni trasmesse saranno senza dubbio inferiori a quelle che la Formazione in posto è in grado di sostenere senza dar luogo a deformazioni inaccettabili.

Per il comparto centro-occidentale il tetto delle marne si approfondisce a -3 m circa rispetto la piano campagna, per cui occorrerà valutare se fondare gli appoggi sulle terre di copertura, caratterizzate però da proprietà meccaniche scadenti, ovvero se approfondirli fino ad intercettare la roccia.

Relativamente a quest'ultima alternativa, una soluzione interessante potrebbe prevedere un vano interrato; in tal caso si dovranno tuttavia mettere in conto gli effetti della falda, qui particolarmente prossima alla superficie topografica.

Il tema della stabilità riguarda soprattutto il vicino terrapieno, opera che, a nostro avviso, richiede un adeguato supporto geotecnico inteso a verificare il rispetto dei parametri normativi; la fattibilità di costruzioni nella fascia a valle alla scarpata è infatti da subordinarsi alla stabilità a lungo termine della medesima.

7 NOTE CONCLUSIVE

L'area di per sé è stabile e si presta ad essere edificata con normali fondazioni dirette.

In fase di progettazione conviene modulare il piani di posa degli appoggi in funzione dell'assetto stratigrafico.

E' infatti sconsigliabile intestare parte delle strutture sul substrato e parte sulla copertura, nella considerazione che la seconda è assai più deformabile del primo.

In sede di studio a supporto del PUA saranno effettuate stime per verificare, ancorché per ordini di grandezza, le prestazioni dei differenti litotipi in termini di portanza e deformazione.

Le analisi di stabilità del rilevato richiedono indagini geotecniche dedicate al tema, sempre che non si disponga della documentazione progettuale prevista dalla normativa per opere siffatte.

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. ROBERTO FARIOLI
Nr. 392
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol. MARIO MAMBRINI
Nr 181
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

geoLOG

COMMITTENTE:	COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)
CANTIERE:	AP3.b
LOCALITA':	FELINA



TAVOLA 1

COROGRAFIA GENERALE

ESTR. DA C.T.R.
ELEMENTI N. 218102 - 218141

SCALA 1:5000

NORD

LEGENDA

- Area di progetto
- riporto
- scarpata

geoLOG

COMMITTENTE:	COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)
CANTIERE:	AP3.b
LOCALITA':	FELINA

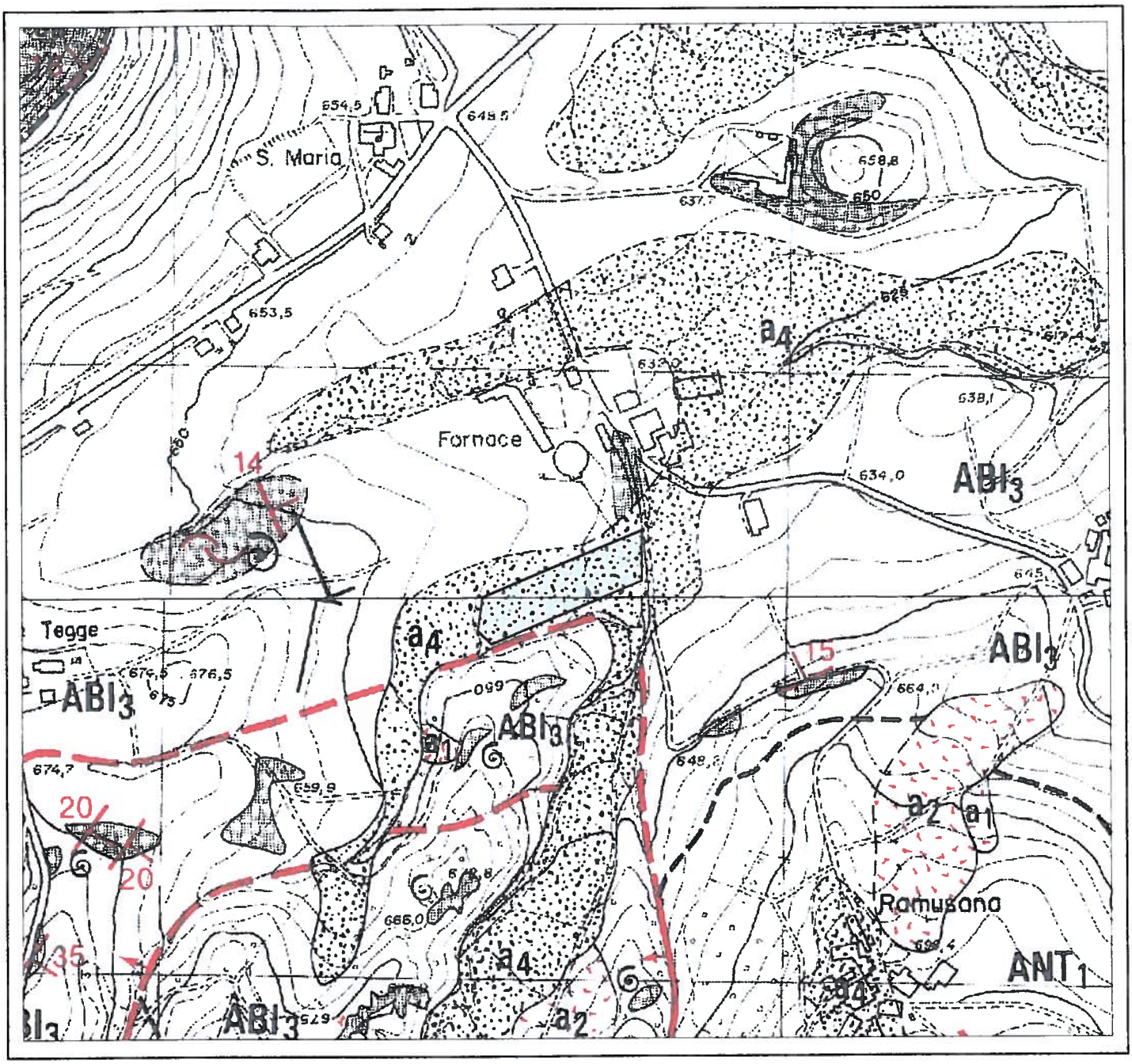


TAVOLA 2

GEOLOGIA

ESTR. DA CARTA GEOLOGICA
DELL'APPENNINO EMILIANO-ROMAGNOLO
ELEMENTI N. 218100, 218140

SCALA 1:5000

NORD

LEGENDA

Area di progetto

Faglia certa / presunta

30 Pendenza strati

a_1 Frane in evoluzione
a_2 Frane quiescenti
a_4 Depositi eluviali e colluviali

FORMAZIONE DI BISMANTOVA (ABI).
ABI_3 Membro delle marne di Cigarello. Langhiano – Serravalliano.

Formazione di Antognola (ANT).
ANT_1 Membro delle marne selciose. Aquitaniano – Burdigaliano inf.

geoLOG

COMMITTENTE:	COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)
CANTIERE:	AP3.b
LOCALITA':	FELINA

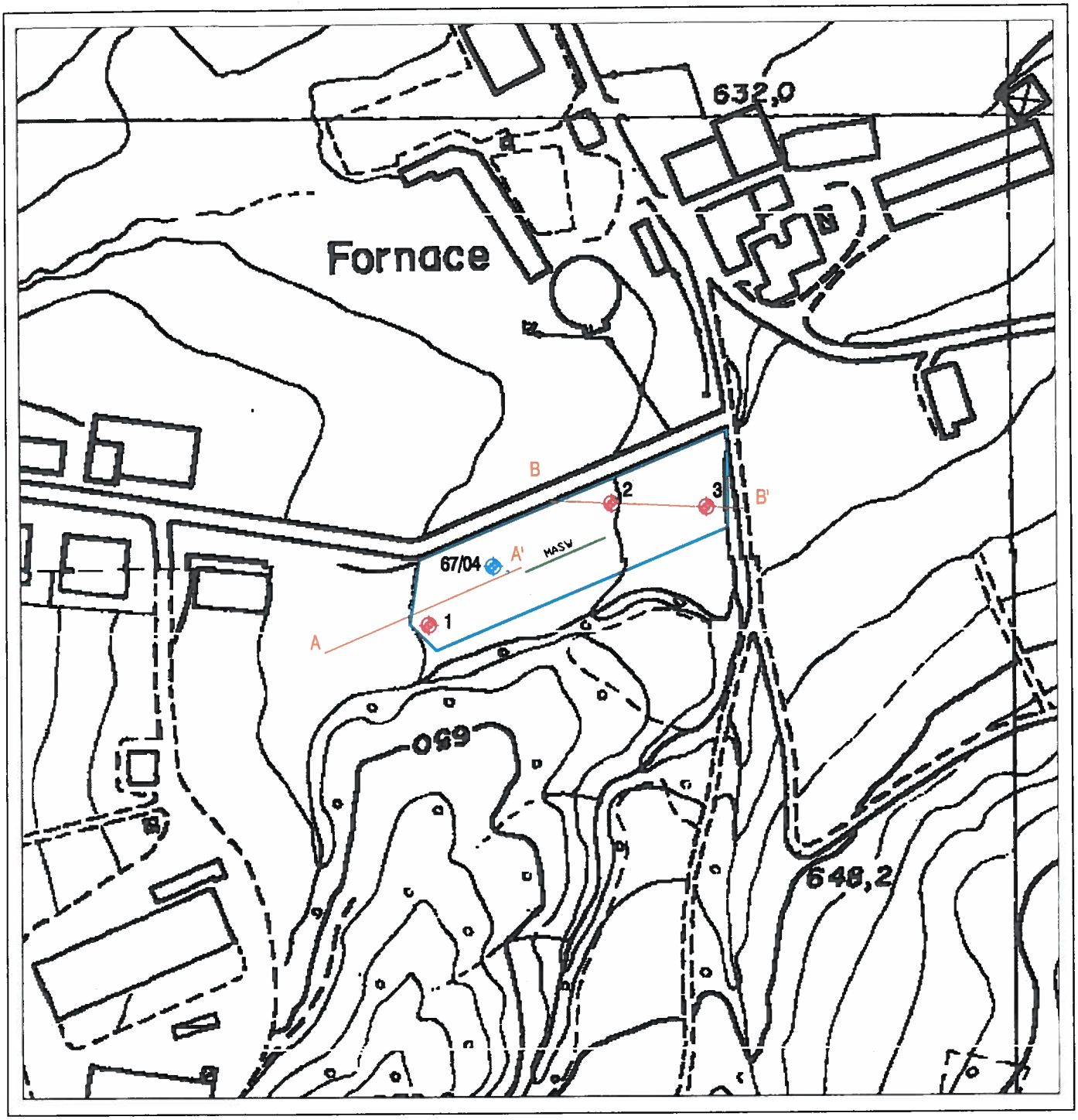


TAVOLA 3

UBICAZIONE SONDAGGI

BASE C.T.R.
ELEMENTI N. 218102 - 218141

SCALA 1:2500

NORD

LEGENDA

- Limite area di progetto
- traccia di sezione (A – A')
- prova penetrometrica statica
- penetrometria dinamica (Dr. Mazzetti)
- prova sismica MASW

geoLOG

CARATTERISTICHE DEL PENETROMETRO STATICO-DINAMICO "DINASTAR" TAVOLA 4

ASSETTO DINAMICO

- peso della massa battente (M) ..... 30 kg
- corsa in caduta libera (H) ..... 20 cm
- diametro delle aste di perforazione ..... 28 mm
- peso di ogni singola asta (P) ..... 3.6 kg
- sezione trasversale punta a perdere (A) ..... 10 cm^2
- peso della testata d'infissione (m) ..... 26 kg

- Nel corso della prova penetrometrica dinamica si registra il numero di colpi (N) necessario per produrre avanzamenti di 10 cm (h) della punta.
- Esiste la possibilità di ridurre gli attriti parassiti lungo le aste di sondaggio mediante iniezioni di liquidi tixotropici in prossimità della punta.

ASSETTO STATICO

- Il contrasto necessario all'avanzamento della punta statica ("dutch mantle cone" standard) è dato dall'attrito che si sviluppa tra i terreni ed il particolare manicotto Dinastar.
- Nel corso della prova, tra una lettura statica e la successiva, l'infissione della batteria di sondaggio si effettua in modo dinamico.
- Vengono registrati due valori: il primo è relativo al numero di colpi (Nm) per un approfondimento di 10 cm del manicotto; il secondo indica la resistenza statica alla punta (qc). Quest'ultimo è misurato da una cella di carico estensimetrica ad alta precisione da 2500 kg di portata ed è visualizzato sul display di una centralina elettronica.
- Il valore della resistenza di attrito laterale locale (fs) si misura a partire dal dato dinamico (Nm) mediante la formula:

$$fs = ((M^2 \times H \times Nm) / S \times 10 \times (M + m + T + \Sigma P)) \times 0.5$$

dove S e T sono rispettivamente la superficie del manicotto di ancoraggio e il peso del puntale soggetto ad azione dinamica.

- La superficie usuale del manicotto di ancoraggio, pari a 500 cm^2, può essere aumentata di 200 o 400 cm^2 mediante apposite giunzioni. A lato si riportano i relativi pesi.

S = 500 cm^2	T = 6.7 kg
S = 700 cm^2	T = 7.1 kg
S = 900 cm^2	T = 7.5 kg

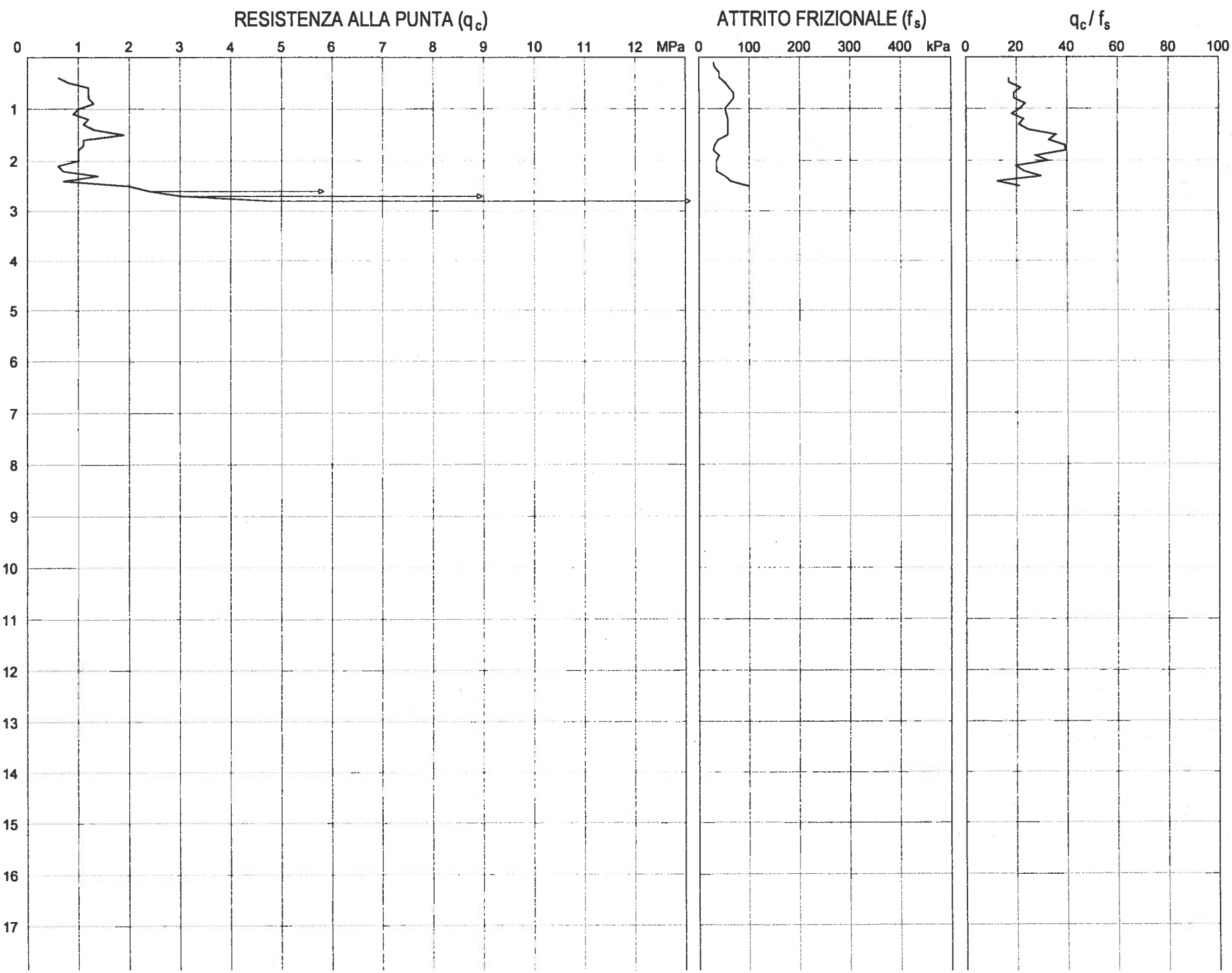
- Può accadere che l'attrito sviluppato sul manicotto sia insufficiente a contrastare la discesa della punta per cui il manicotto si disancora e risale nel foro. Il valore del parametro fs è allora quello che si legge sul display, mentre la resistenza alla punta è ovviamente maggiore di fs. In questi casi si procede a due letture dinamiche, misurando prima i colpi necessari per "richiudere" il puntale e poi quelli che occorrono per far avanzare il puntale "chiuso" di altri 10 cm. Particolari elaborazioni consentono di ottenere la resistenza dinamica (rd) dei terreni che hanno precluso l'avanzamento statico e di ottenere quindi qc in modo indiretto mediante il rapporto:

$$qc = rd / \beta$$

con β generalmente compreso tra 1.8 e 2.2

- Il fenomeno del disancoraggio è segnalato in corso di restituzione grafica con una freccia la cui lunghezza indica il valore di qc presunto.

Note relative ai sondaggi svolti: è stato utilizzato il manicotto da 500 cm^2; i dati di campo sono stati elaborati ponendo $\Sigma P = 0$.

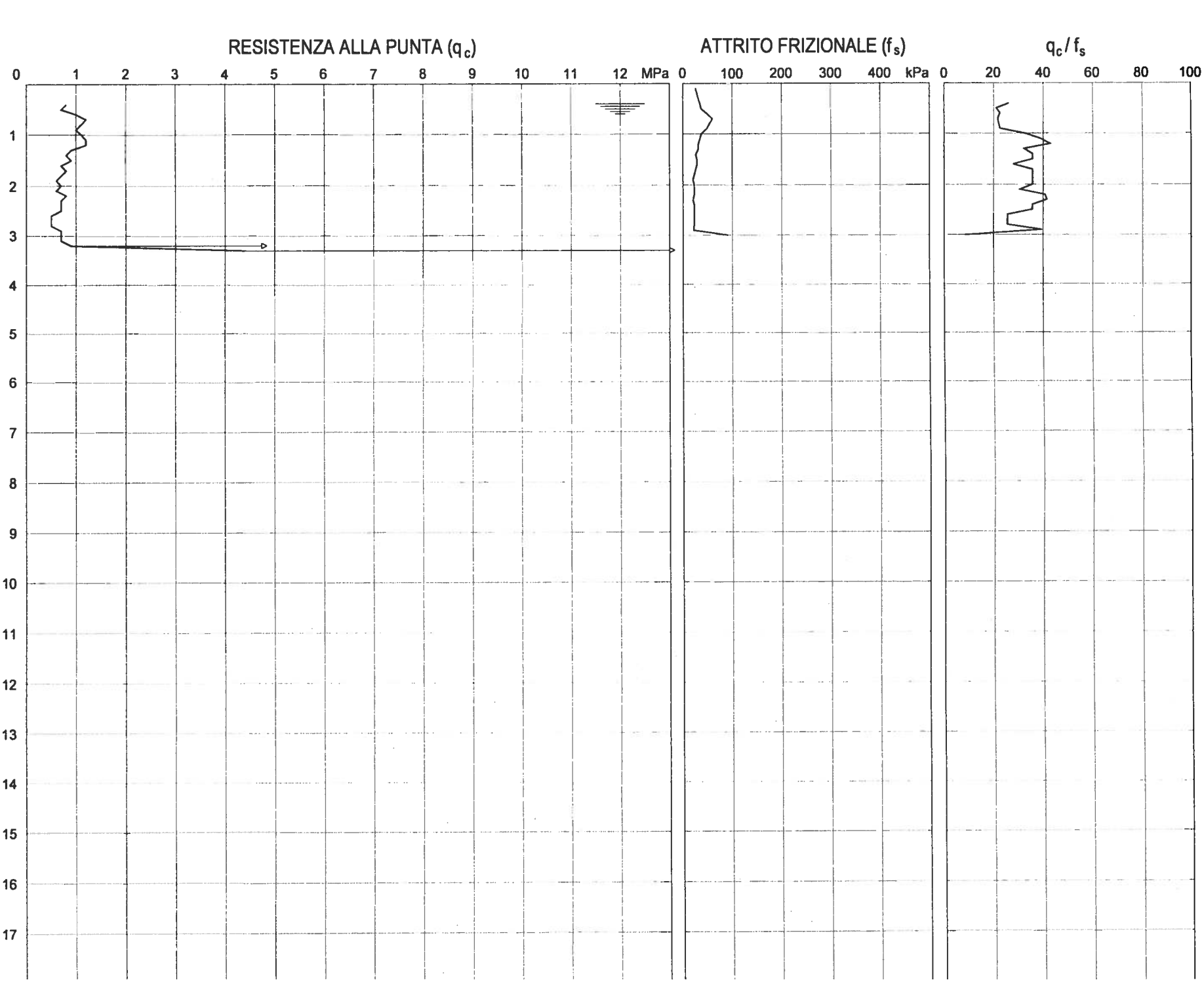


GEOLOG

CPT N. 1 **ESECUTORE** GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA **DATA** 21.02.07

COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI **LOCALITA'** FELINA

CANTIERE AP3.b D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 5

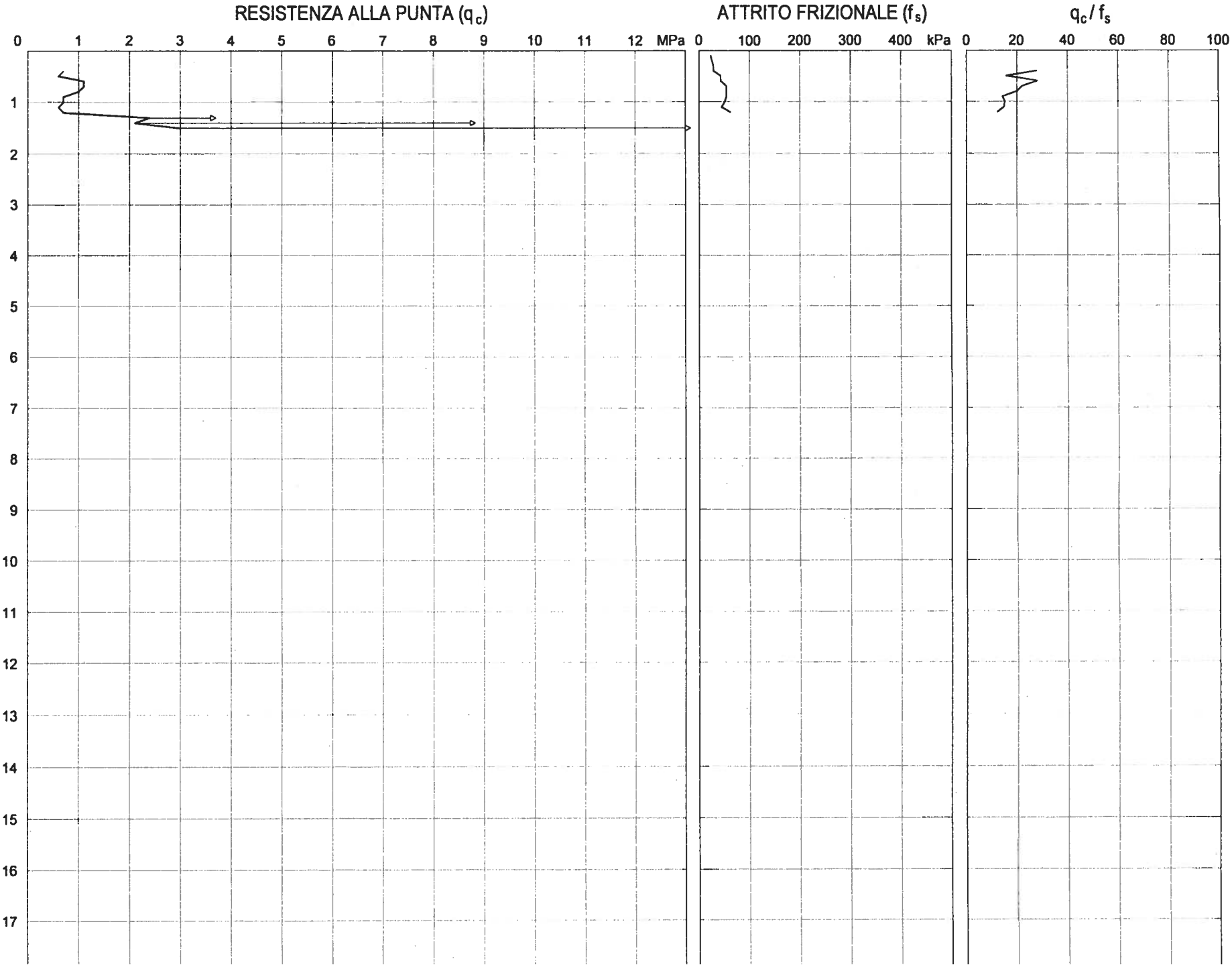


GEOLOG

CPT N. 2 **ESECUTORE** *GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA* **DATA** *21.02.07*

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* **LOCALITA'** *FELINA*

CANTIERE *AP3.b* **D.L.** *DR.R.FARIOLI* **TAV.** *6*



GEOLOG

CPT N. 3 **ESECUTORE** *GEOLOG SOCIETA' COOPERATIVA* **DATA** *21.02.07*

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* **LOCALITA'** *FELINA*

CANTIERE *AP3.b* **D.L.** *DR.R.FARIOLI* **TAV.** 7

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE. ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967 SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa
1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 m

GEOLOG

CPT N. 1
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE COMUNE CASTELNOVO MONTI LOCALITA' FELINA
CANTIERE AP3.b D.L. DR.R.FARIOLI TAV. 8

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: DURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967 SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE

SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 m

GEOLOG

CPT N. 2 INTERPRETAZIONE

COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* LOCALITA' *FELINA*

CANTIERE *AP3.b* D.L. *DR.R.FARIOLI* TAV. 9

GHIAIE, SABBIE MOLTO FOSSILIFERE, ROCCE CARBONATICHE
SABBIE SCIOLTE MEDIE DENSE
MISCELE DI SABBIA E SILT, SABBIE E SILTS ARGILLOSI
ARGILLE SABBIOSE E SILTOSE
ARGILLE INORGANICHE NON SENSITIVE NON FESSURATE MOLTO MOLLI MOLLI MEDIE DURE MOLTO DURE
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI MOLTO MOLLI MOLLI MEDI DURI MOLTO DURI
ARGILLE ORGANICHE E SUOLI MISTI

RIFERIMENTI: BURGUNOGLU E MITCHELL, 1975 - LADD E FOOT, 1974 - LADD ET AL., 1977 - SANGLERAT, 1972
SCHMERTANN, 1978 - TERZAGHI E PECK, 1967 SOFTWARE: MARIO MAMBRINI, GEOLOG, 1990 - 2006.

STATO DI NORMALCONSOLIDAZIONE

SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 600 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 500 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 400 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 300 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 200 kPa
SCARICO TENSIONALE EQUIVALENTE 100 kPa

0 200 400 600 kPa
PRESSIONE LITOSTATICA EFFICACE

30 32 34 36 38 40 42 44 °
ANGOLO DI RESISTENZA AL TAGLIO

0 100 200 300 kPa
COESIONE NON DRENATA

1 3 5 7 9 11 13 15 17 19
RAPPORTO DI SOVRACONSOLIDAZIONE

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

GEOLOG

CPT N. 3
INTERPRETAZIONE
COMMITTENTE *COMUNE CASTELNOVO MONTI* LOCALITA' *FELINA*
CANTIERE *AP3.b* D.L. *DR.R.FARIOLI* TAV. *10*

geoLOG

COMMITTENTE: COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (PROVINCIA DI REGGIO EMILIA)

CANTIERE: AP3.b

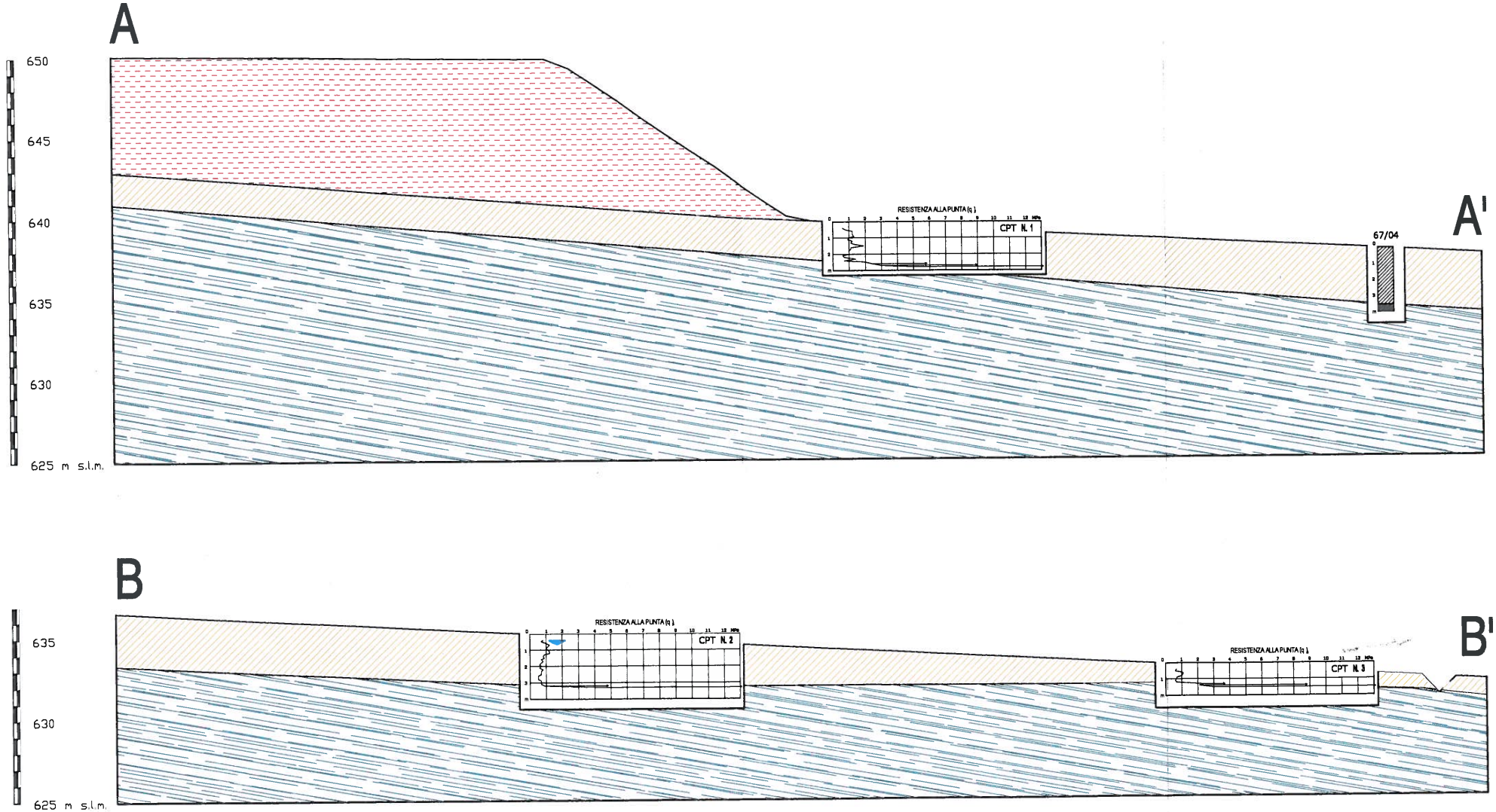
LOCALITA': CASTELNOVO NE' MONTI

TAVOLA 11

SEZIONI STRATIGRAFICHE INTERPRETATIVE SCALA 1:250

LEGENDA

- riporto
- depositi eluvio-colluviali
- substrato (Formazione di Bismantova)
- N<10 / N>20 (test dinamico 67/04 - Dr. Mazzetti)
- livello freatico (misura riferita al 6 Aprile 2007)



geoLOG

ALLEGATO

Estratto da: Prova MASW

Studio Tecnico Associato
Consulenze di Geologia e Ambiente
del Dott. Geol. F. Barbieri e del Dott. Geol. M. Ropa

Metodologia di indagine

INDAGINE SISMICA CON METODOLOGIA MASW

Il metodo MASW (*Multichannel Acquisition Surf Wave*) ha come obiettivo quello di ricostruire il profilo sismostratigrafico di un sito, valutando in particolare la distribuzione della velocità delle onde S per la definizione *in situ* della V_{s30}.

Al fine di migliorare il rapporto segnale disturbo per ogni punto di offset vengo eseguiti tre shots che poi, a livello di immagine di dispersione, verranno tra loro sommati.

Il metodo MASW prevede, per ogni verticale di indagine, la costruzione di una curva di dispersione per le onde di superficie, attraverso l'elaborazione di un'immagine di dispersione derivata dall'analisi della propagazione delle onde di Rayleigh.

La tecnica di prospezione MASW utilizza quindi un'immagine rappresentativa delle frequenze delle onde superficiali, espressa in funzione della velocità di fase delle stesse. Nell'immagine di dispersione (*Over Tone image*) viene inoltre enfatizzata cromaticamente l'ampiezza delle vibrazioni evidenziando così le aree corrispondenti al miglior rapporto segnale/disturbo.

Una volta individuata la sequenza di frequenze e velocità di fase corrispondenti alla più probabile distribuzione della dispersione nel sottosuolo esaminato (curva di dispersione) si procede alla ricostruzione delle stratigrafia rappresentativa della distribuzione delle velocità delle onde S tramite l'utilizzo di un algoritmo di inversione.

La tecnica di prospezione MASW può essere così schematizzata:

1. acquisizione delle onde superficiali per tre differenti verticali distanziate di 5.00 m una dall'altra;
2. costruzione delle curve di dispersione per ogni verticale (grafico della velocità di fase rispetto alla frequenza);
3. inversione delle curve di dispersione per ottenere il profilo verticale delle V_s;
4. costruzione della sezione tomografica.

Modalità esecutive

Le indagini MASW vengono eseguite disponendo sul terreno almeno 24 sensori (geofoni), posti ad intervallo costante (spacing = 1,00 m), collegati ad un sismografo mediante un cavo multipolare.

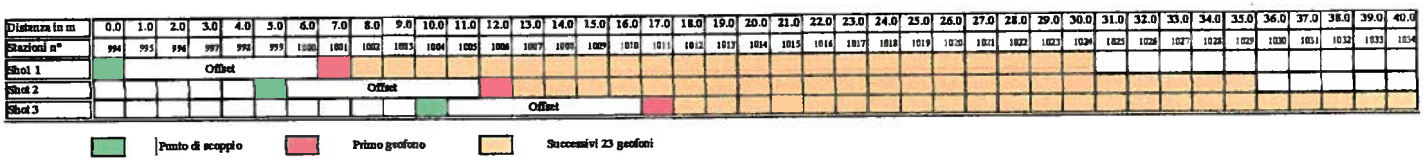
Dopo l'allestimento del dispositivo di ricezione si provvede a generare artificialmente vibrazioni impulsive ad alta frequenza in corrispondenza di un punto prestabilito lungo il profilo (*punto di scoppio*): nello stesso istante di partenza della vibrazione viene trasmesso al sismografo il comando di avvio della registrazione (*trigger*). Da questo istante inizia l'acquisizione digitale, con frequenza di campionamento pari a campioni 7.50 per millisecondo ed intervallo di campionamento pari ad almeno 1 secondo.

Ogni scoppio ed ogni registrazione per ogni distanza di offset vengono ripetuti almeno tre volte.

Lo strumento utilizzato è il sismografo digitale A6000-S di produzione M.A.E. srl caratterizzato da 24 canali di acquisizione digitale con dinamica a 24 bit.

Gli impulsi sismici sono stati generati con l'utilizzo di una massa battente da 10 Kg.

Nel caso specifico l'array di indagine ha previsto n° 3 impulsi sismici effettuati alle coordinate 0,00; 5,00;10,00 con distanza di offset pari a 7,00 m dal geofono n° 1, lo *spacing* viene sempre mantenuto pari a 1,00 m.



Le caratteristiche dei geofoni e dello strumento utilizzati sono di seguito sinteticamente riassunte.

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

Specifiche Geofoni

GS-11D Specifications				
Natural Frequency	4.5 ± .75 Hz	8 ± .75 Hz	10 ± .75 Hz	14 ± .75 Hz
Coil Resistance @ 25°C ± 5%	——380 Ohms ——			
Intrinsic Voltage Sensitivity with 380 Ohm Coil ± 10%	——.81 V/in/sec (.32 V/cm/sec) ——			
Normalized Transduction Constant (V/in/sec)	——042 (sq.root of Rc) ——			
Open Circuit Damping	34 ± 20%	39 ± 10%	.32 ± 10%	.23 ± 10%
Damping Constant with 380 Ohm Coil	762	602	482	344
Optional Coil Resistances ± 5%	——56,160 Ohms ——			
Moving Mass ± 5%	23.6 g	16.8 g	16.8 g	16.8 g
Typical Case to Coil Motion P-P	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)	.07 in (.18 cm)
Harmonic Distortion with Driving Velocity of 0.7 in/sec (1.8 cm/sec) P-P	N/S	——0.2% or less —— @ 12 Hz	@ 12 Hz	@ 12 Hz
Dimensions				
Height (less terminals*)	——1.32 in (3.35 cm) ——			
Diameter	——1.25 in (3.18 cm) ——			
Weight	——3.9 oz (111 g) ——			

Specifiche sismografo

Sismografo M.A.E. - A6000S
CPU NS Geode GXLV 233MHz
Memoria RAM 128 Mb PC100 Mhz
Hard Disk 512 Mb on Compact Flash Disk Udma/33
Batteria di riserva al Litio
Monitoraggio Hardware Winbond W83781D
Display LCD 10,5" Tft Transflective a colori, touch screen
Controller Fast Ethernet Intel 82559ER 10/100 Base-T
Alimentazione con alimentatore Switching 12 Volt 2Ah
Valigia in copolimeri di polypropylene antischiacciamento
Temperatura di funzionamento da 0 a 60°C
Dimensioni e peso L280 X H220 X P170 mm, 3 Kg

Elaborazione dei dati

Interpretazione

Il profilo delle V_s è determinato sulla base di un algoritmo iterativo di inversione che utilizza i dati ottenuti dallo studio della curva di dispersione.

L'algoritmo si basa sulle seguenti considerazioni:

1) la frequenza è direttamente legata alla profondità di indagine (basse frequenze alte profondità);
2) la velocità di fase dipende essenzialmente dalle proprietà elastiche dei materiali interessanti dal propagarsi della perturbazione;

L'algoritmo di inversione tiene inoltre conto della necessità di soddisfare la seguente relazione:

$$z_f = a\ \lambda_f$$

dove:

z_f = profondità di propagazione della frequenza f;

$_a$ = coefficiente adimensionale;

λ_f = lunghezza d'onda corrispondente alla frequenza f.

Le iterazioni necessarie per l'elaborazione precedentemente descritta avvengono tramite l'utilizzo di un programma di calcolo specifico (*Surfseis 2.0* del *Kansas Geological Survey*).

Di seguito sono riportati sia le immagini di dispersione (*Over Tone Image*) relative alla somma di ogni shots effettuato per ogni distanza di offset con relative curve di dispersione, che la sezione stratigrafia per onde V_s ottenuta tramite inversione.

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

Determinazione della velocità delle onde sismiche nei primi 30 m (Vs30)

Utilizzando le metodologie e le formule di cui al paragrafo relativo alla metodologia MASW, è possibile individuare la seguente sezione sismica di sintesi:

Strato	Spessore medio (m)	Vs (m/s)
1	1.08	187.19
2	1.35	120.94
3	1.69	95.54
4	2.11	121.64
5	2.63	274.67
6	3.29	324.98
7	4.11	304.87
8	5.14	348.36
9	6.43	432.45
10	6.96	721.37

Tabella n° 1 – Stratigrafia da prova sismica e velocità di propagazione dell'onda sismica stazione 1012

Via E. Fermi n° 49 - 40017 SAN GIOVANNI IN PERSICETO (BO)
Codice Fiscale e P. IVA 04112290376
Tel. 051 - 687.11.13 Fax 051 - 687.43.28
Web: http://www.cgastudio.it E-mail: cgastudio@cgastudio.it

Strato	Spessore medio (m)	Vs (m/s)
1	1.08	238.66
2	1.35	92.04
3	1.69	121.34
4	2.11	106.74
5	2.63	248.14
6	3.29	314.90
7	4.11	332.31
8	5.14	361.59
9	6.43	414.00
10	6.96	650.83

Tabella n° 2 – Stratigrafia da prova sismica e velocità di propagazione dell'onda sismica stazione 1017

Strato	Spessore medio (m)	Vs (m/s)
1	1.08	272.09
2	1.35	90.00
3	1.69	113.60
4	2.11	110.27
5	2.63	272.38
6	3.29	323.77
7	4.11	337.85
8	5.14	368.11
9	6.43	428.12
10	6.96	713.23

Tabella n° 3 – Stratigrafia da prova sismica e velocità di propagazione dell'onda sismica stazione 1022

Seguendo le prescrizioni dell'OPCM 3274/2003 e del D.M. 14.09.2005 la determinazione della V_{s30} è stata ottenuta utilizzando la formula:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{\Delta n} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove:

h_i = spessore dello strato iesimo

V_{si0} = Velocità orizzontale dello strato iesimo

Sulla base di quanto esposto è pertanto possibile affermare quanto segue:

Geofono	V_{s30} m/s
1012	241.32
1017	236.88
1022	242.71

V_{s30} media	240.30

Determinazione delle categorie di suolo di fondazione

Utilizzando le tabelle di seguito riportate, si è proceduto alla determinazione del Fattore Stratigrafico S.

Categorie di suolo di fondazione:		S
A	Formazioni di litoldi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di V_{s30} superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiali di spessore massimo pari a 5m	1
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzate da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 360 m/s e 800 m/s(ovvero resistenza penetrometrica Nspt>50, o coesione non drenata Cu> 250 kPa).	1.25
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate o di argilla di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri caratterizzati da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (15<Nspt<50, 70<Cu<250 kPa)	1.25
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizati da valori di V_{s30}< 180 m/s (Nspt<15, Cu<70 kPa)	1.35
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_{s30} simili a quelli dei tipi C e D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti si di un substrato di materiale più rigido con V_{s30}> 800 m/s	1.25
S1	Depositi costitutiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10m di argille e limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità (PI>40) e contenuto di acqua, caratterizzatida valori di V_{s30}<100 m/s (10<Cu<20 kPa)	Servono studi speciali
S2	Depositi di terreno soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti.	

S = fattore che tiene conto del profilo stratigrafico del suolo di fondazione, direzione orizzontale

Tabella n° 2 – Definizione dei profili stratigrafici

Da cui si evince che l'area indagata appartiene alla categoria C con parametro stratigrafico S pari a 1,25.

Calcolo dell'accelerazione sismica di progetto (coefficiente sismico orizzontale)

La formula utilizzata per il calcolo è la seguente:

$a_{max} = S * a_g$

dove il valore di a_g è definito dalla seguente tabella:

Zona	a_g
1	0,35
2	0,25
3	0,15
4	0,05

Tabella n° 3 – Determinazione del parametro a_g

In considerazione della tipologia de i terreni studiati caratterizzati da V_{s30} = 240.30 m/s (Tipo C) e S = 1,25 e della zona sismica di appartenenza (Zona 2) è possibile affermare che l'accelerazione di progetto risulta essere pari

a_{max} = 0,3125 g.

C.G.A.

Studio Tecnico Associato

APPENDICE 1

- Figure ed elaborati grafici

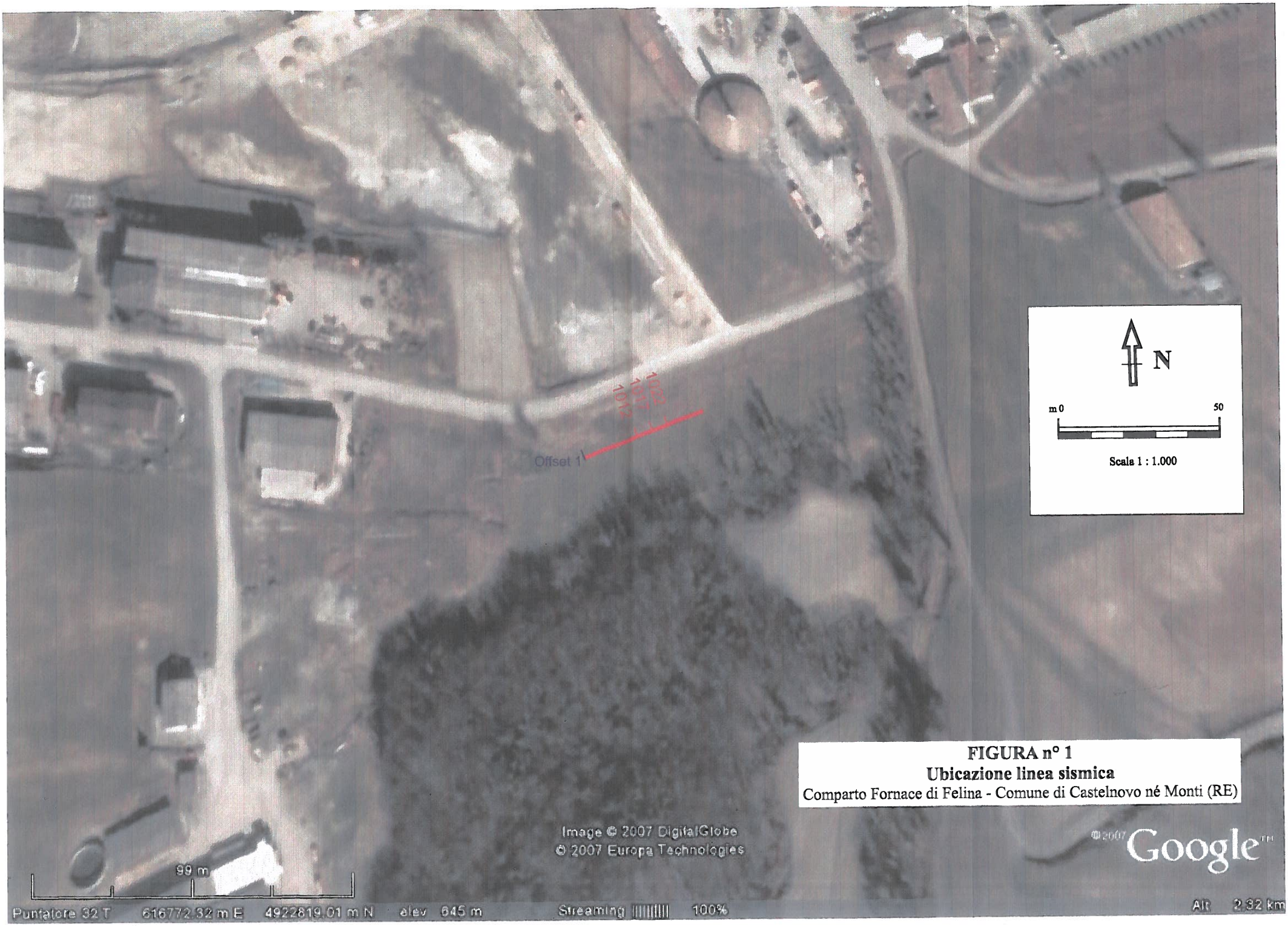
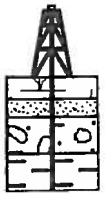


FIGURA n° 1
Ubicazione linea sismica
Comparto Fornace di Felina - Comune di Castelnovo né Monti (RE)

C.G.A.

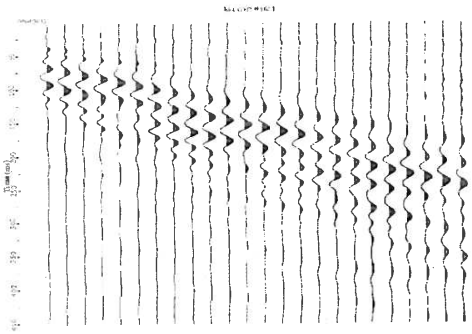


Studio Tecnico Associato

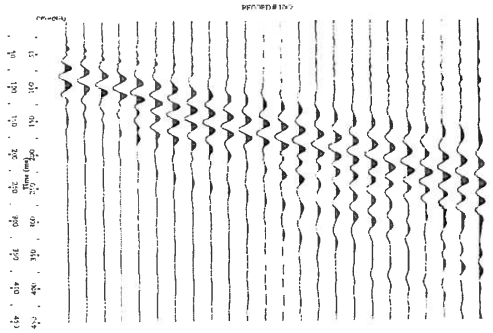
APPENDICE 2

- Sismogranna, curva di dispersione e relativa interpretazione

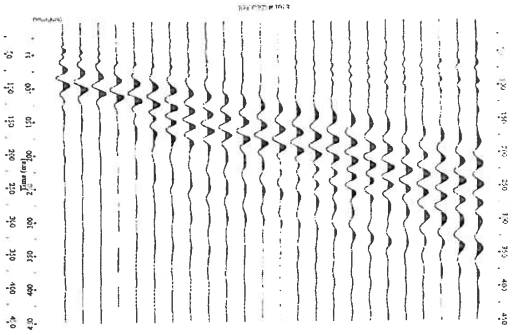
Sismogrammi relativi ad ogni Shot effettuato



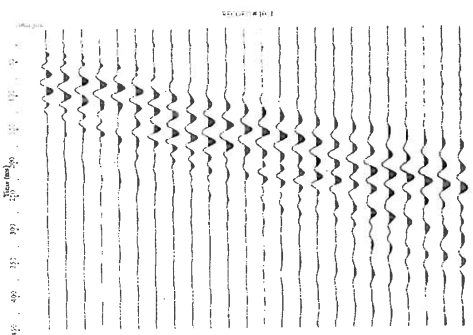
Shot A 1



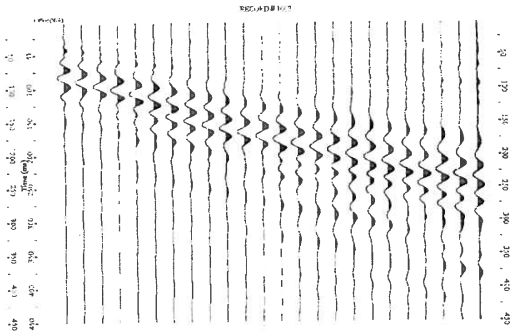
Shot A 2



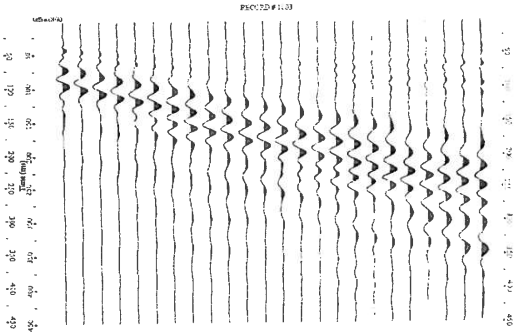
Shot A 3



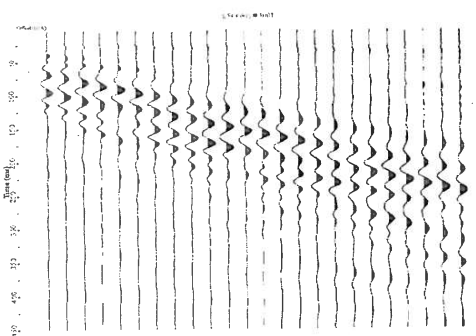
Shot B 1



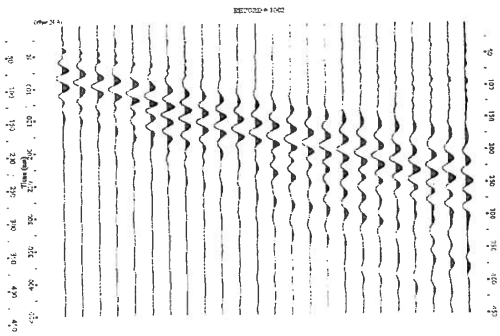
Shot B 2



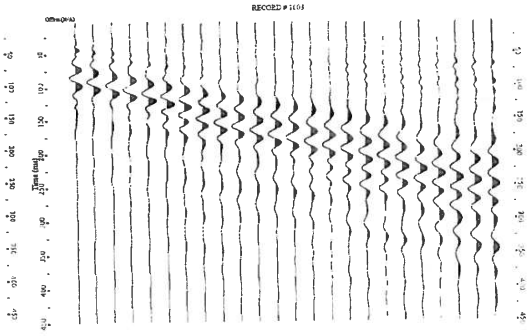
Shot B 3



Shot C 1



Shot C 2



Shot C 3

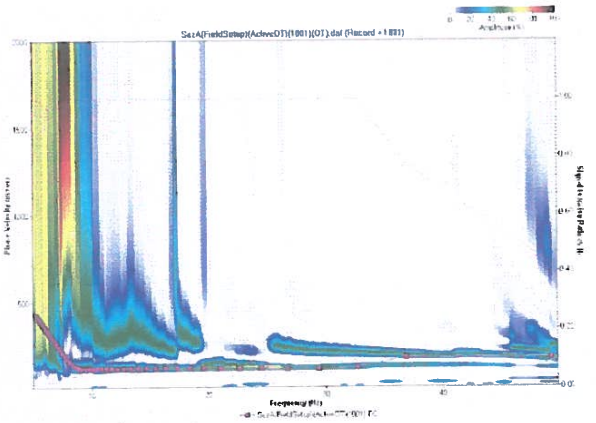


Immagine di dispersione relativa allo shot 1 A incrementato per somma con gli shots 1 B e 1 C.

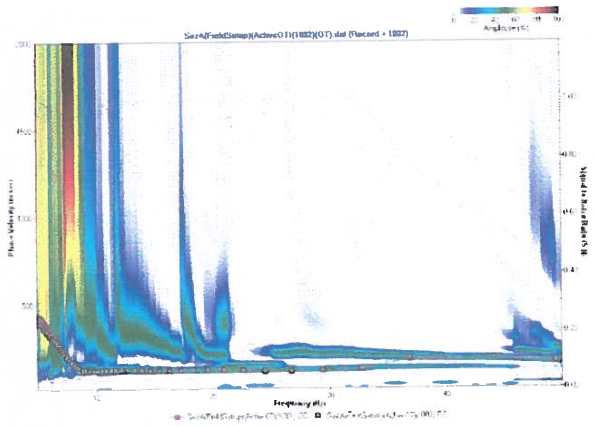


Immagine di dispersione relativa allo shot 2 A incrementato per somma con gli shots 2 B e 2 C.

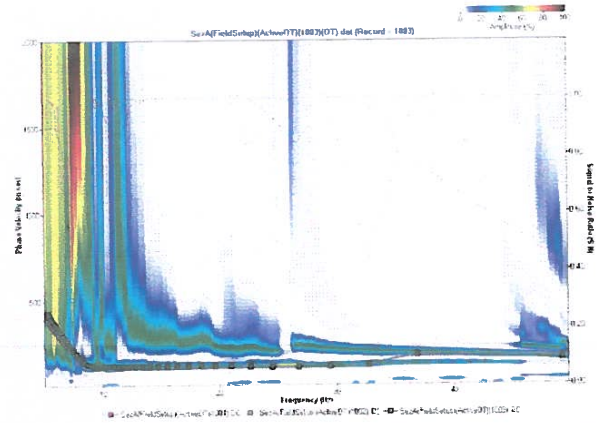
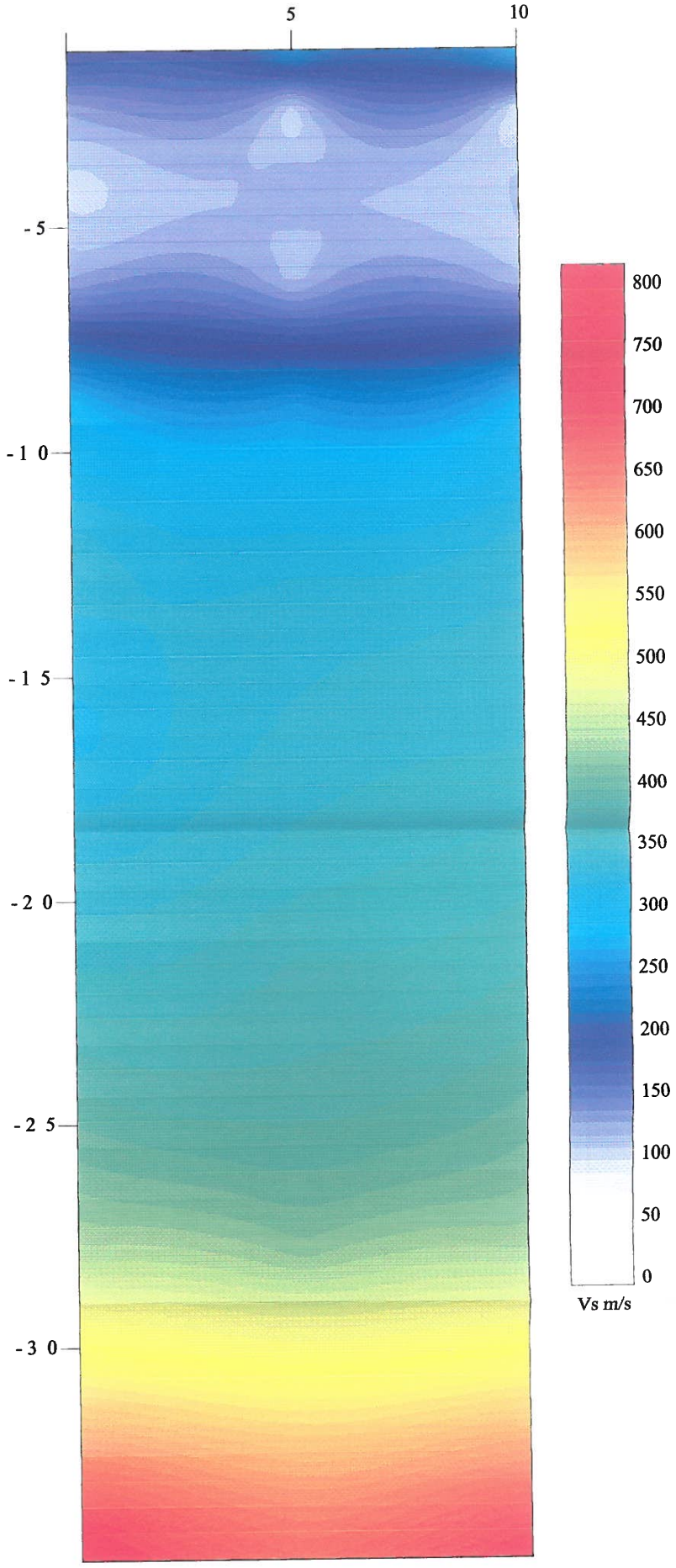


Immagine di dispersione relativa allo shot 3 A incrementato per somma con gli shots 3 B e 3 C.



Sezione Tomografica
Scala 1:100

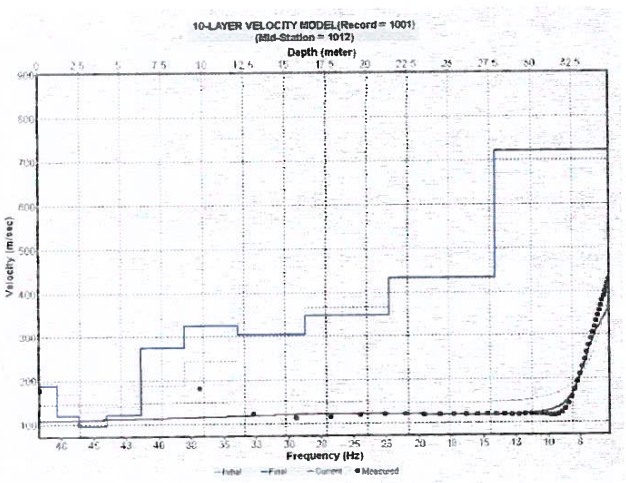


Diagramma delle velocità (Vs) relativo allo shot 1 A incrementato per somma con gli shots 1 B e 1 C.

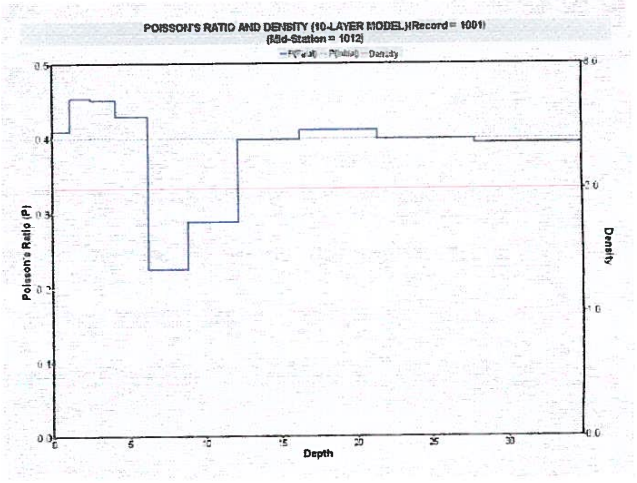


Diagramma del Coefficiente di Poisson (con γ costante e pari a 2,00 T/m^3) relativo allo shot 1 A incrementato per somma con gli shots 1 B e 1 C.

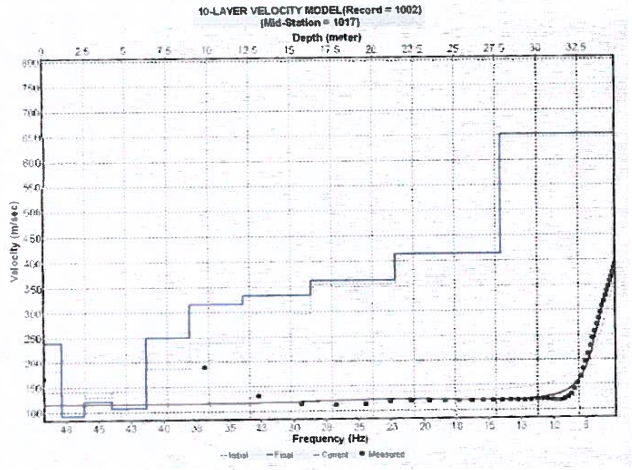


Diagramma delle velocità (Vs) relativo allo shot 2 A incrementato per somma con gli shots 2 B e 2 C.

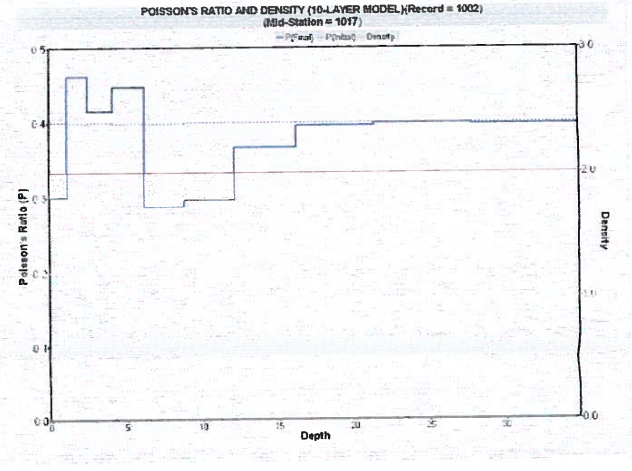


Diagramma del Coefficiente di Poisson (con γ costante e pari a 2,00 T/m^3) relativo allo shot 2 A incrementato per somma con gli shots 2 B e 2 C.

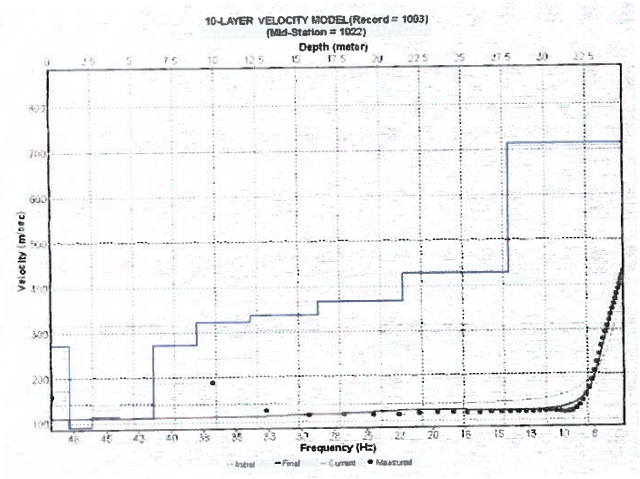


Diagramma delle velocità (Vs) relativo allo shot 3 A incrementato per somma con gli shots 3 B e 3 C.

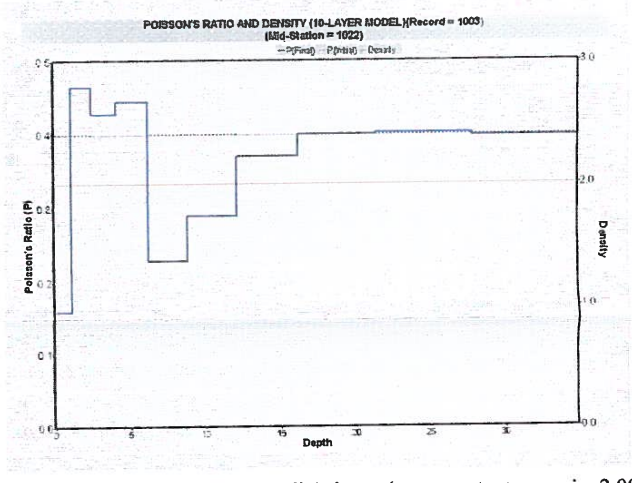


Diagramma del Coefficiente di Poisson (con γ costante e pari a 2,00 T/m^3) relativo allo shot 3 A incrementato per somma con gli shots 3 B e 3 C.

Diagrammi dei Coefficienti di Poisson calcolati considerando γ costante e pari a 2,00 T/m^3.

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 – (348) 9109596

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

AREA ARTIGIANALE LOCALITÀ CASINO
STUDIO DI FATTIBILITÀ



COMMITTENTE: SIG.RA GIOVANELLI STEFANIA

RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

Con riferimento agli accordi intercorsi con lo Studio Tecnico Associato Geom. Corradi Davide e Ing. Croci Stefano di Castelnovo ne' Monti (RE), trasmetto la presente relazione geologico-tecnica atta a definire le caratteristiche del terreno, sito in località "il Casino", oggetto di uno studio di fattibilità per la realizzazione di un'area artigianale.

****

MORFOLOGIA, PEDOLOGIA E CARATTERISTICHE CLIMATICHE

L'area in oggetto di studio è sita a NO de' "Il Casino", a valle della Strada Statale n° 513 che da Castenovo ne' Monti conduce a Vetto. Si tratta di un'area di forma irregolare, posta all'altezza di un piccolo avvallamento, compreso tra le isoipse 615 e 600 m s.l.m., frutto dell'erosione differenziata di un breve corso d'acqua che a NE confluisce le acque nel Rio Acqua Marcia (cf. stralcio dalla C.T.R. in scala 1 : 5000 – elemento n° 218092 – Rosano).

Il suolo qui presente appartiene all'associazione dei "suoli bruni calcarei - rendzina - regosuoli - litosuoli - suoli bruni lisciviati". Si tratta di suoli con una grande quantità di humus, calcarei in superficie e fortemente calcarei in profondità, aventi reazione basica e tessitura da sabbioso-argillosa ad argillosa.

Le forme di utilizzo prevalenti sono il seminativo ed il prato-pascolo. La potenzialità è scarsa o media.

Secondo la classificazione dei climi di Köppen questa zona si inserisce nel tipo di clima Csb (subcontinentale), clima temperato con siccità estive non molto marcate e quindi caratteristico di località che risentono della vicinanza di rilievi.

In base ad ulteriori specifiche suddivisioni operate da Pinna M., il clima della zona rientra nel tipo temperato continentale.

Il regime pluviometrico è di tipo sublitoraneo ed il valore medio delle precipitazioni è di 1120 mm con 247 mm per il quadrimestre estivo (giugno-settembre) e 95 mm di media mensile.

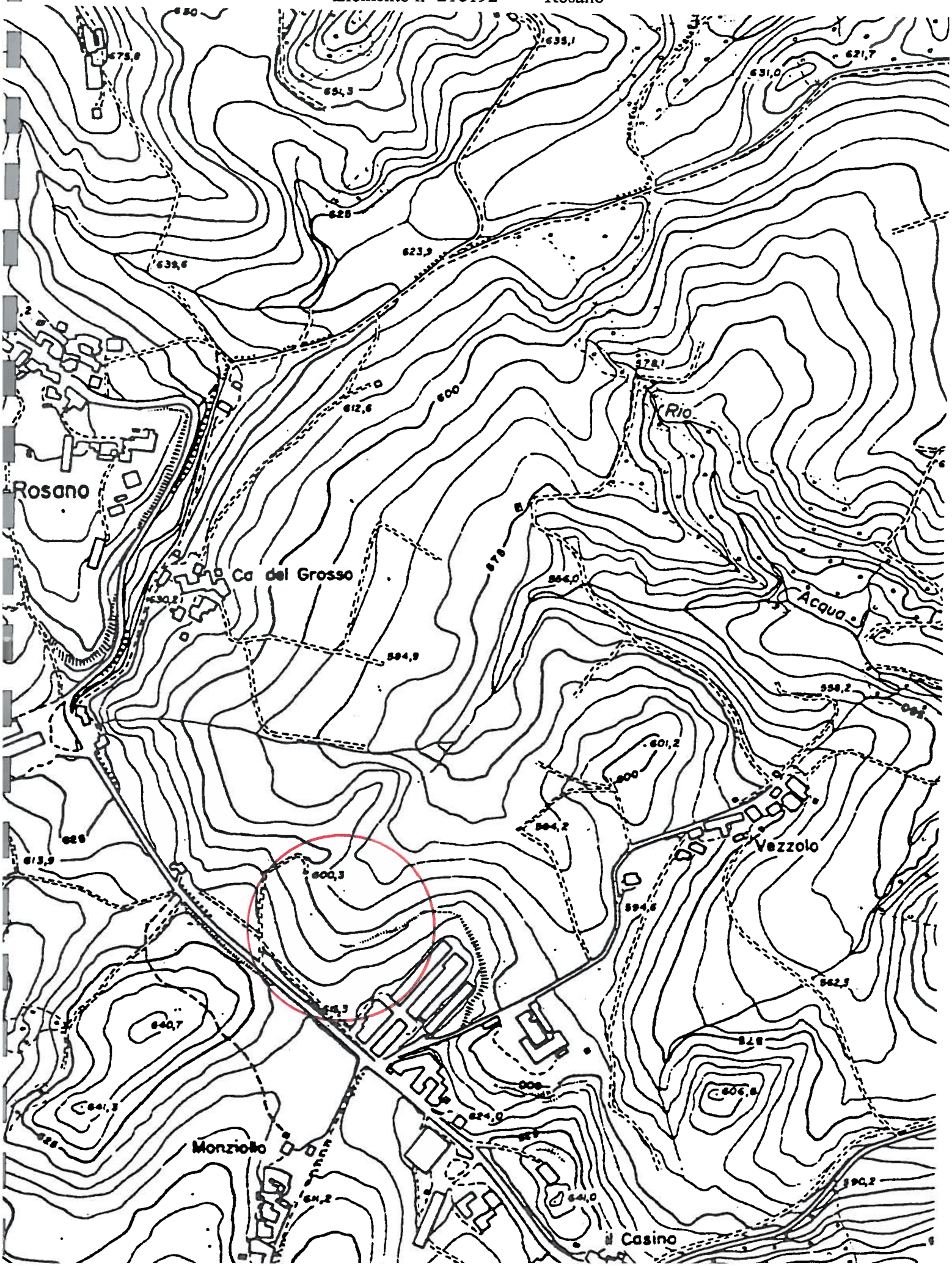
La temperatura media mensile annua è di 10 °C, con valori medi massimi di 24,7 °C , per il mese di agosto, e minimi di -2 °C, per il mese di gennaio, e quindi un'escursione media di 26,7 °C.

CLASSIFICAZIONE SISMICA

Con la pubblicazione del D.M. del 23/7/1983 dell'aggiornamento delle località sismiche, la zona in esame è stata inserita nelle nuove aree a sismicità di secondo grado con S = 9; di conseguenza gli interventi edilizi devono rispettare le disposizioni delle leggi n° 1684 del 25/11/1962 e n° 64 del 2/2/1974 oltre al D.M. 16/01/1996 e successive modifiche che normano le tecniche costruttive in zone dichiarate sismiche.

STRALCIO DALLA C.T.R. IN SCALA 1 : 5000

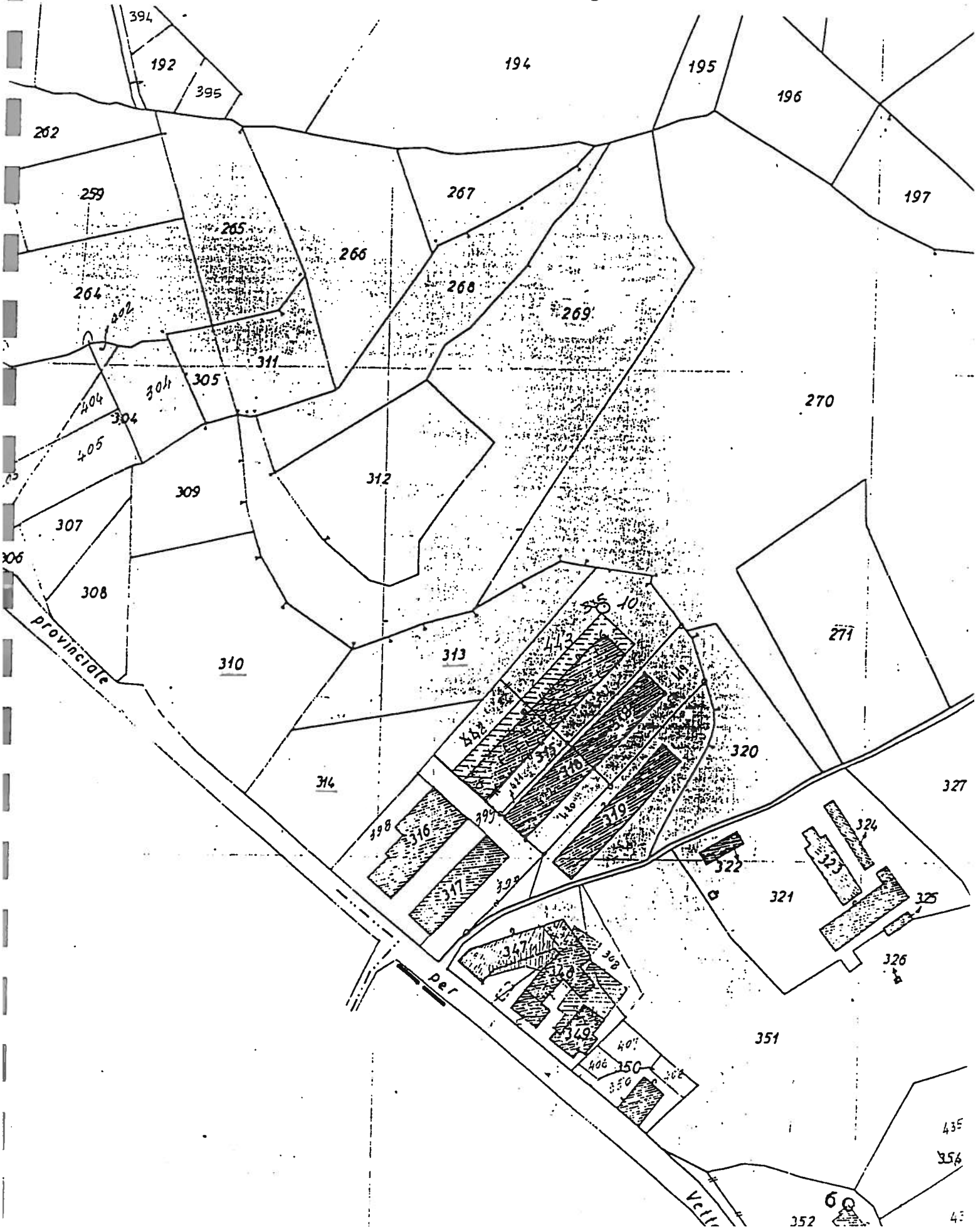
Elemento n° 218192 - Rosano



ESTRATTO CATASTALE COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI (RE)

(scala 1 : 2.000)

mappali n° 310-313-314 - foglio n° 24



CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE

I terreni che si rinvengono nel territorio de' "il Casino" appartengono alla Formazione delle "Arenarie di Bismantova".

Le "Arenarie di Bismantova" costituiscono nella zona il termine litostratigrafico più elevato della Serie dei Complessi Emiliani.

Inizialmente la Formazione venne distinta in tre litofacies, successivamente il Prof. E.Roveri vi ha cartografato cinque diverse unità litostratigrafiche, delle quali tre eteropiche, nella parte inferiore (calcareniti della Pietra di Bismantova; arenarie marnose di Pantano; arenarie e marne di Vetto); le altre due unità assumono invece un significato chiaramente stratigrafico con le "marne di Cigarello" sovrastanti alle prime tre, ed a loro volta sottostanti alle "arenarie di Marola".

Il terreno su cui sorge la località "il Casino" appartiene alle "marne di Cigarello" che sono in perfetta continuità di sedimentazione con le altre litofacies.

Mentre le prime sono caratterizzate da frequenti eteropie di facies, questo orizzonte è regolare ed omogeneo; solo verticalmente varia il tenore dei suoi componenti litologici.

Per la maggior parte sono marne che in basso contengono intercalati strati di arenarie. Salendo, le arenarie si riducono via via come potenza e come frequenza, per passare a marne argillose e ad argille leggermente marnose.

Le "marne di Cigarello" sono fossilifere: frequente e diffusa è la malacofauna a Gasteropodi, Scafopodi e Coralli aermatipici - sono databili al Langhiano-Serravalliano.

Nella carta geologica regionale viene evidenziato che a SO della Strada Statale le "marne di Cigarello" confinano con i terreni del Membro delle Arenarie di Vetto, torbiditi arenaceo-pelitiche a componente calcarea. A Sud di Burano e Vognano, le "marne di Cigarello" vengono invece a contatto con i terreni del "membro di Pantano". E' questa una fitta alternanza di arenarie medio fini, arenarie marnose e peliti sabbiose a stratificazione maldistinguibile.

CARTA GEOLOGICA

(scala 1 : 5.000)

LEGENDA

a_1 Frane in evoluzione

a_4 Depositi eluviali e colluviali

Formazione di Bismantova (ABL)

ABL_1 Membro delle arenarie di Vetto

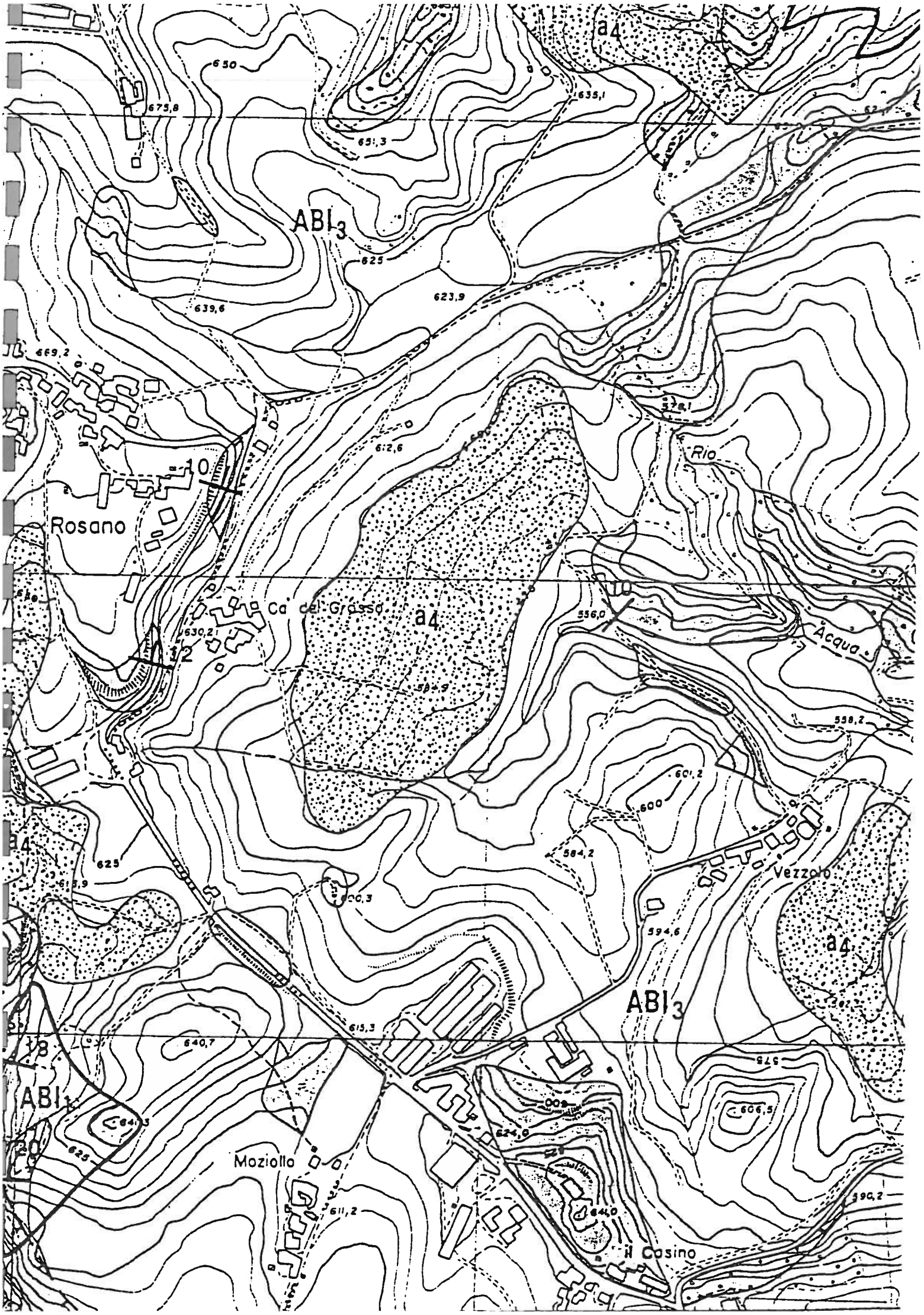
ABL_3 Membro delle marne di Cigarello

SEGNI CONVENZIONALI

Limite stratigrafico, presunto o incerto

Terrazzo morfologico

Assetto degli strati


a4
ABI3
Rosano
Ca del Grasso
a4
Rio
Acqua
Vezzolo
a4
ABI3
Moziollo
il Casino
ABI
675,8
651,3
635,1
639,6
623,9
669,2
612,6
578,1
556,0
530,2
558,2
601,2
600
584,2
600,3
594,6
615,3
640,7
606,5
624,0
611,2
644,0
590,2

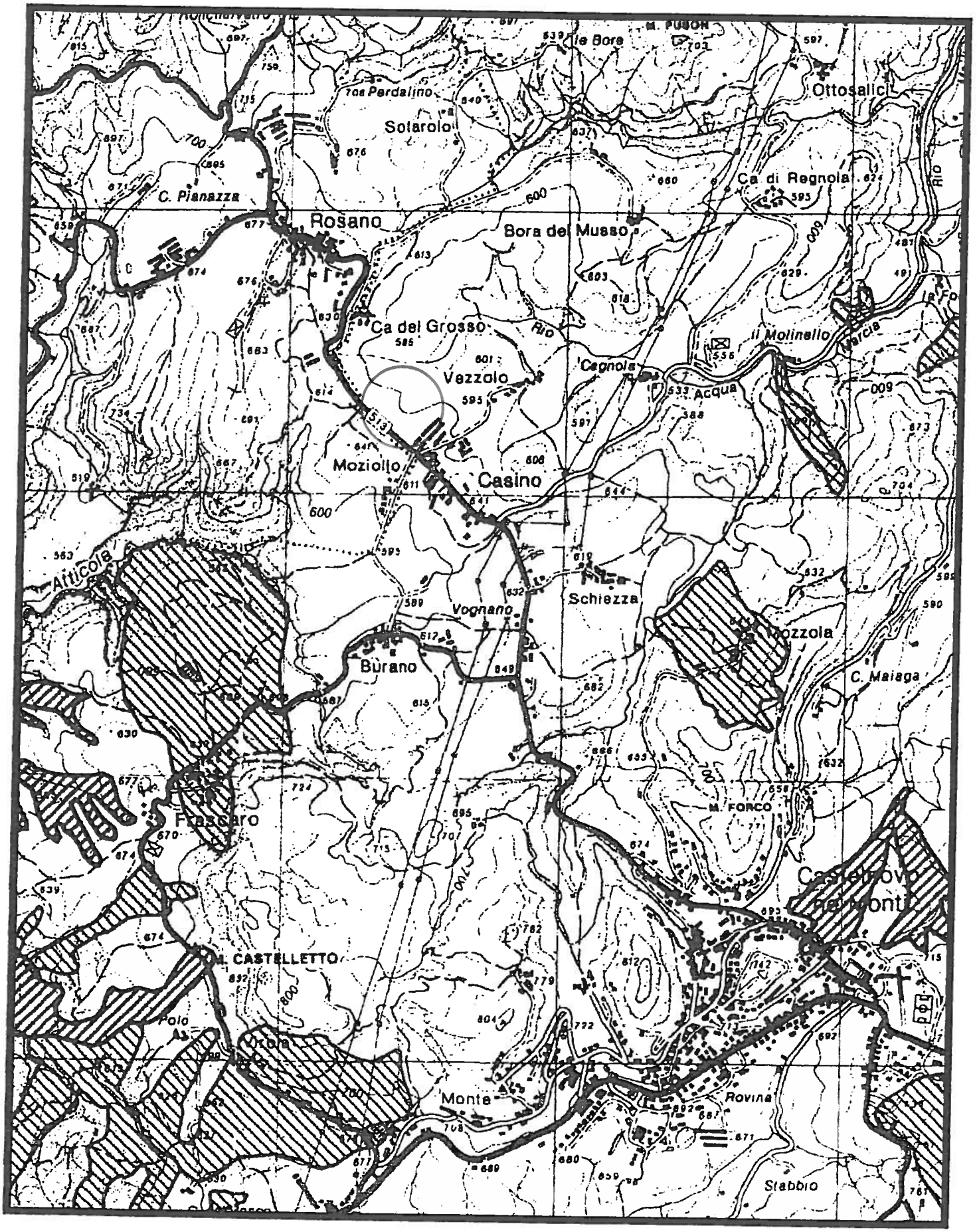
Le indagini effettuate, in particolare i sondaggi di tomografia sismica realizzati longitudinalmente al lotto, hanno accertato che con la profondità aumenta notevolmente il grado di addensamento della roccia.

STABILITÀ DEL VERSANTE

Il terreno che sale verso SO in direzione della strada provinciale per Vetto presenta un assetto sufficientemente stabile. Lungo il pendio non sono infatti in atto movimenti di origine gravitativa che possano creare turbativa alla stabilità complessiva del versante. Occorre sottolineare come l'andamento favorevole della stratificazione, a reggipoggio rispetto al naturale andamento del pendio, con immersione verso NNE ed inclinazione di 10°/20°, contribuisca a rendere stabile il pendio anche nei tratti più acclivi. Buona può pertanto essere considerata la stabilità dei terreni siti a ridosso del crinale su cui corre la strada provinciale e quella dei piccoli dossi che si dipartono da quello principale. Altresì sufficiente può essere considerata la stabilità dei terreni siti all'interno dell'avvallamento. La minore stabilità di questa superficie è unicamente ascrivibile alla coltre eluvio-colluviale che ricopre la formazione in posto. La presenza di peliti all'interno dell'avvallamento è ben evidenziata dalle indagini penetrometriche; è altrettanto vero che già a modesta profondità, non più di 2.5÷3 m dal p.c, è presente roccia, seppur alterata, sufficientemente compatta. In tal senso, gli stendimenti di tomografia sismica, realizzati longitudinalmente all'area, hanno evidenziato che con la profondità aumenta progressivamente il grado di addensamento della roccia stessa e, se vogliamo, la sua costituzione. È vero che nelle zone perimetrali, a SE e a NO, la roccia inalterata è presente a profondità relativamente contenuta, non più di 5 m dal p.c, però è altrettanto vero che anche nella zona centrale dell'avvallamento, all'altezza del fosso, non vi sono spessori, mediamente 10 m, differenti rispetto alle zone che si ricollegano con la sommità dei dossi. Lo spessore costante del deposito colluviale che precede la roccia è inoltre una sufficiente garanzia per la stabilità del

PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

(PAI)



Frane attive

Frane quiescenti

pendio, ulteriormente suffragata dalla velocità sufficientemente elevata dello strato intermedio, anche superiore a 2000 m/sec, tipico delle rocce argilloso marnose e marnose. In sintonia con le caratteristiche stratigrafiche del "Cigarello" le velocità elevate della roccia più profonda, mediamente oltre 4000 m/sec, ci dicono che alle marne si intercalano strati di arenaria.

METODOLOGIA D'INDAGINE

Al fine di acquisire dati significativi sulle caratteristiche del primo sottosuolo si è proceduto all'esecuzione di due prove penetrometriche dinamiche e a due sondaggi di tomografia sismica (cf. ubicazione nelle tavole in allegato a grafici e tabelle).

Le *penetrometrie dinamiche* sono state realizzate utilizzando un penetrometro dinamico pesante in versione carrellata prodotto dalla Ditta Deep Drill di S. Agostino di Ferrara (cf. caratteristiche tecniche nella tavola in allegato alle indagini).

Nei tabulati di calcolo allegati, oltre al numero di colpi (N) necessari per l'avanzamento di 20 cm della punta, sono stati riportati i valori, calcolati mediante elaborazione automatica dei dati, delle resistenze penetrometriche dinamiche alla punta (Rpd), espresse in Kg/cmq.

In una seconda tavola, gli stessi dati vengono inoltre visualizzati da specifici diagrammi.

Viene inoltre fornita un'elaborazione statistica dei dati e riportate indicazioni concernenti i principali parametri geotecnici (densità relativa = Dr, angolo di attrito interno efficace = ϕ', modulo di deformazione non drenato = E', peso di volume saturo = Ysat e secco = Y, per i materiali di natura granulare; coesione non drenata = Cu, peso di volume saturo = Ysat, contenuto in acqua = W ed indice dei vuoti = e, per quelli di natura coesiva).

Le elaborazioni sopra citate, fornite in allegato ed effettuate mediante un programma di calcolo automatico, fanno riferimento a esperienze e ricerche condotte in vari Paesi da diversi autori.

I *sondaggi di tomografia sismica*, sono stati invece effettuati, a cura del Dott. Geol. Stefano Righetti di Reggio nell'Emilia, utilizzando un sismografo Pasi 16SG12. Nella fattispecie, è stato impiegato il metodo della tomografia sismica a rifrazione che consiste nel creare delle onde sismiche che si propagano nel primo sottosuolo con una velocità che dipende dalle caratteristiche di elasticità dei terreni. L'elaborazione dei dati è stata compiuta mediante il programma Winsism 8. Nelle tavole in allegato vengono riportate:

- la tabella dei dati con indicate le distanze tra i ricevitori (geofoni), lo spessore degli strati e la profondità della roccia;
- il grafico che si ottiene indicando in ascisse le distanze in superficie dal punto di esplosione ed in ordinate i tempi dei percorsi corrispondenti, più semplicemente chiamato grafico delle "dromocrone";
- i profili che visualizzano gli strati e riportano le velocità di propagazione, in m/sec, delle onde sismiche.

DETERMINAZIONE DELLA PRESSIONE MASSIMA AMMISSIBILE SUL TERRENO

Le presenti valutazioni vengono effettuate a titolo preliminare al fine di quantificare, all'altezza dell'avvallamento, la capacità portante del terreno alla base della coltre pelitica, alla profondità quindi di circa 3 m dalla quota dell'attuale piano campagna. In base ai dati acquisiti con le prove dirette di resistenza, si ritiene infatti in ogni caso opportuno che le fondazioni vengano impostate direttamente su roccia. È altrettanto vero che all'altezza delle zone perimetrali a SE e a NO, per un minor spessore di detrito, si potranno impostare le fondazioni a profondità più contenute, 1÷2 m dal p.c.

Fatta questa necessaria premessa, viste le caratteristiche geomeccaniche del terreno acquisite con le indagini, in funzione di una resistenza penetrometrica, alla profondità di 3 m dal piano campagna, di 18 Kg/cm², può essere così quantificata la resistenza al taglio in situ del materiale:

$$Cu = 18/20 = 0.9 \text{ Kg/cm}^2 = 9 \text{ t/m}^2$$

Attribuendo al terreno un angolo di attrito interno di 20° si può ottenere il seguente valore della coesione:

$$c = 9 - (1.7 \times 1 + 1.85 \times 2) \times 0.364 = 7.03 \text{ t/m}^2 = 0.703 \text{ Kg/cm}^2$$

Il carico di rottura del terreno può essere invece valutato, in condizioni non drenate, in:

$$Pult. = 5.7 \times 9 + (1.7 \times 1 + 1.85 \times 2) = 56.7 \text{ t/m}^2 = 5.67 \text{ Kg/cm}^2$$

mentre la pressione limite di esercizio, ottenuta applicando il coefficiente di sicurezza richiesto dalla normativa, diviene:

$$Pamm. = 5.67/3 = 1.89 \text{ Kg/cm}^2$$

che a titolo precauzionale verrà assunta in 1.8 Kg/cm².

La verifica alle prime plasticizzazioni delle fondazioni (carico limite critico di Fröhlich), calcolata in condizioni non drenate, risulta:

$$Pc = 3.14 \times 9 = 28.26 \text{ t/m}^2 = 2.826 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Pc.u. = 2.826/1.1 = 2.57 \text{ Kg/cm}^2$$

Pertanto, supposto di dimensionare le fondazioni in modo da soddisfare l'uguaglianza Qa = Pamm. = 1.8 Kg/cm², si ottiene che il coefficiente di sicurezza:

$$Sc = 2.57/1.8 = 1.427 > 1$$ e quindi accettabile.

RIEPILOGO E CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'area oggetto del presente studio è sita a NO de' "Il Casino", a valle della Strada Statale n° 513 che da Castenovo ne' Monti conduce a Vetto. La roccia di substrato, ricoperta da una coltre di materiale colluviale di spessore crescente in direzione del centro dell'avvallamento, appartiene alle "marne di Cigarello", membro della Formazione di Bismantova. La stabilità, vuoi per il favorevole assetto della stratificazione della roccia di substrato, a reggipoggio rispetto al naturale andamento del pendio, vuoi per le pendenze in genere contenute dei terreni, è complessivamente sufficiente. In tal senso, occorre sottolineare come i sondaggi di tomografia sismica realizzati longitudinalmente al lotto abbiano accertato roccia via via più compatta ed addensata con l'aumentare della profondità. Le indagini hanno altresì escluso l'esistenza di movimenti di tipo gravitativo e nel contempo accertato che è possibile posizionare le fondazioni direttamente su roccia. Per evitare che le fondazioni ricadano su terreni con modeste caratteristiche geomeccaniche si dovrà pertanto approfondire gli scavi sino a che non venga raggiunta direttamente la roccia in posto. In tal senso, all'altezza dell'avvallamento, *nell'ipotesi di impostare le fondazioni a 3 m dal p.c.,la capacità portante del terreno può essere quantificata in 1.8 Kg/cm²*. A maggior ragione, a profondità più contenute (1÷2 m dal p.c.), può essere assunto lo stesso valore di resistenza nelle zone perimetrali a SE e a NO.

Nel corso delle indagini non è stata accertata presenza d'acqua; solo al passaggio con il substrato, soprattutto dove vi è un maggior spessore di "colluvium", se ne può ipotizzare la presenza, anche occasionale, durante le stagioni primaverili ed autunnali. In ogni caso, al fine di non incrementare l'ammollimento del terreno alla base delle future fondazioni, è necessario che

tutte le acque di superficie e di scarico vengano raccolte ed allontanate utilizzando tubazioni e raccordi a perfetta tenuta.

Nel rispetto di quanto in precedenza esposto, in ottemperanza quindi con quanto previsto dalle disposizioni delle leggi vigenti nazionali e regionali (D.M. LL.PP. 11/3/1988, Circ.LL.PP. n° 30483 del 24/9/1988, L.R. n° 47 del 07/12/1978, Circ.Reg. n° 1288 dell'11/2/1983), che prescrivono un'attenta verifica dell'idoneità delle strutture in funzione delle caratteristiche del terreno e quindi la realizzazione, per ogni singolo intervento, di studi specifici, si concede parere geologico favorevole di fattibilità edilizia.

Scandiano, Novembre 2002



DIAGRAMMI E TABELLE INDAGINI

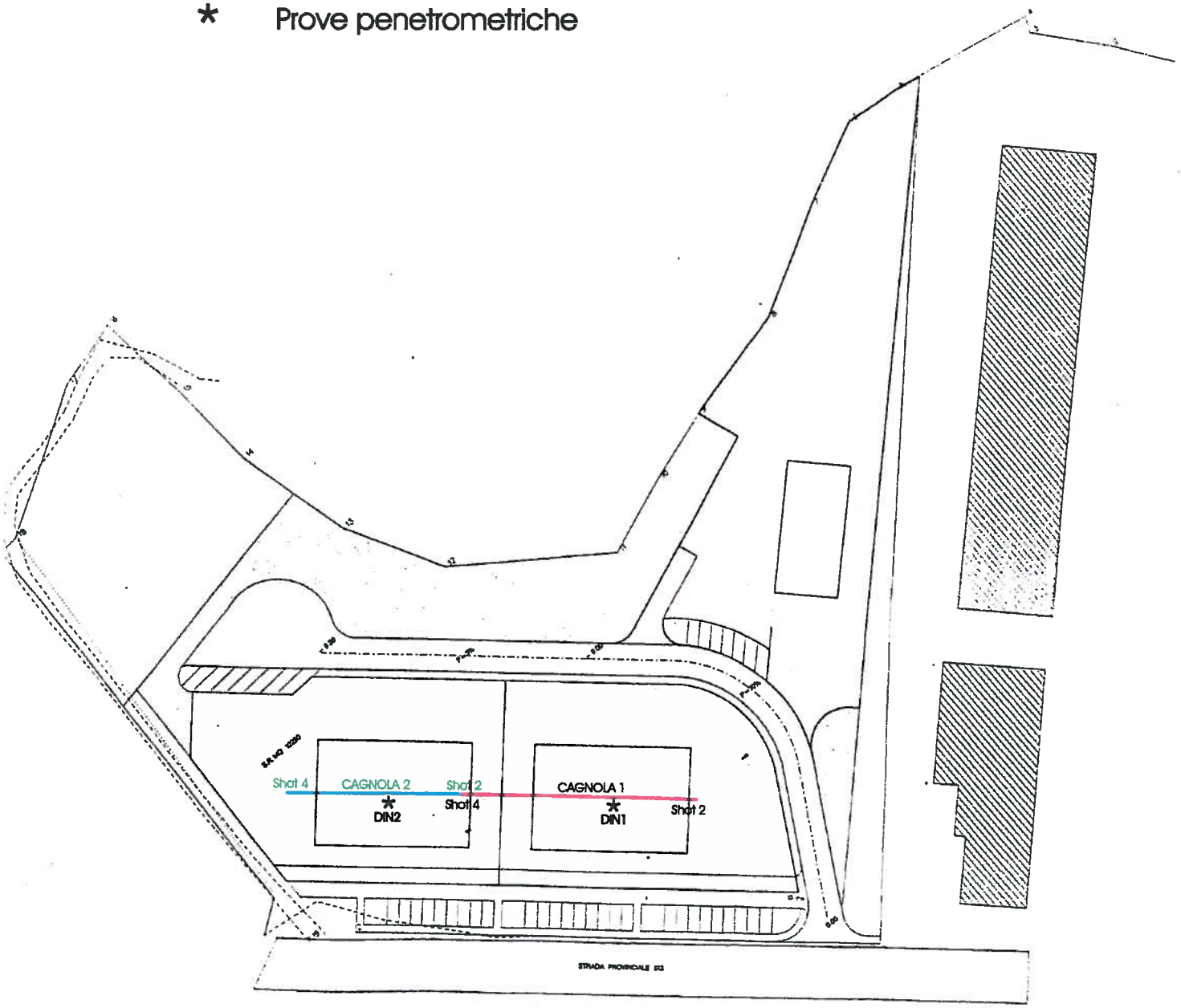
A) **PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE**
(realizzate con penetrometro dinamico pesante DPH in versione carrellata)

B) **TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE**
(effettuata con sismografo PASI 16SG12)

UBICAZIONE INDAGINI

Tomografia sismica a rifrazione

* Prove penetrometriche



PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE

TABELLE VALORI DI RESISTENZA
DIAGRAMMI NUMERO COLPI PUNTA - Rpd
ELABORAZIONE STATISTICA
Nspt – PARAMETRI GEOTECNICI

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

PENETROMETRO DINAMICO IN USO : **DPH (Heavy)**

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super Heavy)	$M \geq 60$

CARATTERISTICHE TECNICHE : DPH (Heavy)

PESO MASSA BATTENTE	M	= 50,00 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	H	= 0,50 m
PESO SISTEMA BATTUTA	Ms	= 50,00 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	D	= 43,70 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	A	= 15,00 cm²
ANGOLO APERTURA PUNTA	α	= 90 °
LUNGHEZZA DELLE ASTE	La	= 0,90 m
PESO ASTE PER METRO	Ma	= 5,50 kg
PROF. GIUNZIONE 1ª ASTA	P1	= 0,90 m
AVANZAMENTO PUNTA	δ	= 0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	N	= N(20) $\Rightarrow$ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO / FANGHI	NO	
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	Q	= (MH)/(Aδ) = 8,33 kg/cm² (prova SPT : Qspt = 7.83 kg/cm²)
COEFF.TEORICO DI ENERGIA	βt	= Q/Qspt = 1,064 (teoricamente : Nspt = βt N)

Valutazione resistenza dinamica alla punta Rpd [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE) :

$$\mathbf{Rpd = M^2 H / [A\ e\ (M+P)] = M^2 H N / [A\ \delta\ (M+P)]}$$

Rpd = resistenza dinamica punta [area A]
e = infissione per colpo = δ / N
M = peso massa battente (altezza caduta H)
P = peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm² = 0.098067 MPa 1 MPa = 1 MN/m² = 10.197 kg/cm² 1 bar = 1.0197 kg/cm² = 0.1 MPa 1 kN = 0.001 MN = 101.97 kg

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 1

- committente : Sig.ra Giovannelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :
- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta	Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	1	4,0	1	2,00 - 2,20	4	14,5	3
0,20 - 0,40	3	11,9	1	2,20 - 2,40	5	18,1	3
0,40 - 0,60	4	15,9	1	2,40 - 2,60	5	18,1	3
0,60 - 0,80	4	15,9	1	2,60 - 2,80	11	39,9	3
0,80 - 1,00	4	15,9	1	2,80 - 3,00	12	41,7	4
1,00 - 1,20	5	19,0	2	3,00 - 3,20	17	59,1	4
1,20 - 1,40	5	19,0	2	3,20 - 3,40	20	69,6	4
1,40 - 1,60	4	15,2	2	3,40 - 3,60	30	104,3	4
1,60 - 1,80	2	7,6	2	3,60 - 3,80	40	133,6	5
1,80 - 2,00	3	10,9	3				

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH (Heavy)**
- M (massa battente)= **50,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **15,00** cm² - D(diam. punta)= **43,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

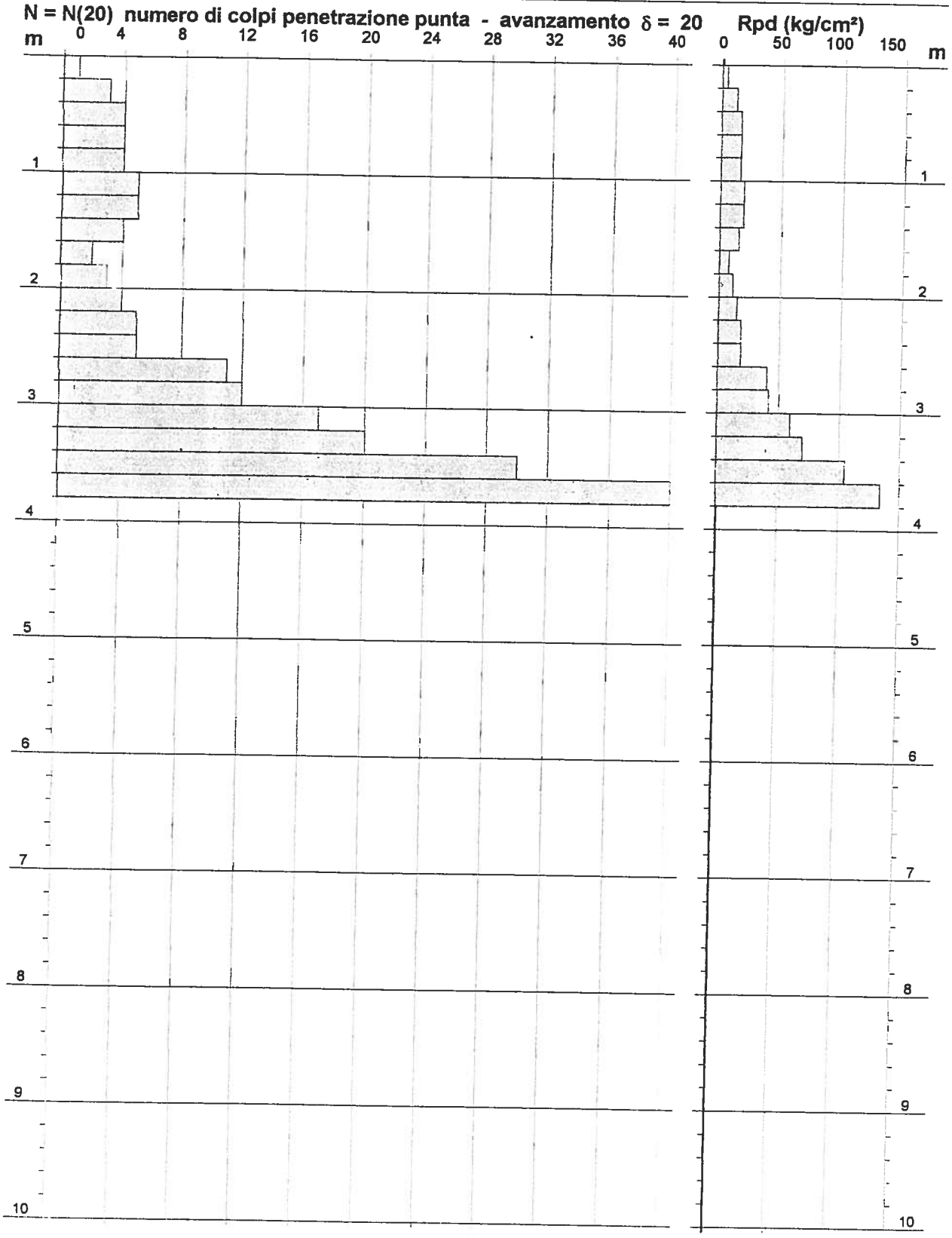
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 1

Scala 1: 50

- committente : Sig.ra Giovannelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :

- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 1

- committente : Sig.ra Giovannelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :
- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	1,00	N	3,2	1	4	2,1	—	—	—	3	1,06	3
			Rpd	12,7	4	16	8,3	—	—	—	12		
2	1,00	1,60	N	4,7	4	5	4,3	—	—	—	5	1,06	5
			Rpd	17,7	15	19	16,4	—	—	—	19		
3	1,60	2,20	N	3,0	2	4	2,5	—	—	—	3	1,06	3
			Rpd	11,0	8	15	9,3	—	—	—	11		
4	2,20	2,60	N	5,0	5	5	5,0	—	—	—	5	1,06	5
			Rpd	18,1	18	18	18,1	—	—	—	18		
5	2,60	3,00	N	11,5	11	12	11,3	—	—	—	12	1,06	13
			Rpd	40,8	40	42	40,4	—	—	—	43		
6	3,00	3,80	N	26,8	17	40	21,9	—	—	—	27	1,06	29
			Rpd	91,7	59	134	75,4	—	—	—	92		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,06) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 1

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	1.00	Terreno Vegetale	3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
2	1.00	1.60	Argilla Limosa	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
3	1.60	2.20	Limo debolmente Argilloso	3	11.3	27.2	214	1.86	1.38	0.19	1.78	44	1.194
4	2.20	2.60	Limo Argilloso	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
5	2.60	3.00	Argilla Marnosa	13	39.5	30.9	292	1.95	1.53	0.81	1.93	30	0.818
6	3.00	3.80	Marna Argillosa e Marna	29	63.5	35.7	415	2.05	1.68	1.81	2.13	19	0.506

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
TABELLE VALORI DI RESISTENZA

DIN 2

- committente : Sig.ra Giovanelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :

- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

Prof.(m)	N(colpi p)	Rpd(kg/cm²)	asta
0,00 - 0,20	2	7,9	1
0,20 - 0,40	2	7,9	1
0,40 - 0,60	2	7,9	1
0,60 - 0,80	1	4,0	1
0,80 - 1,00	1	4,0	1
1,00 - 1,20	2	7,6	2
1,20 - 1,40	2	7,6	2
1,40 - 1,60	4	15,2	2
1,60 - 1,80	6	22,7	2
1,80 - 2,00	4	14,5	3
2,00 - 2,20	2	7,3	3
2,20 - 2,40	2	7,3	3
2,40 - 2,60	8	29,0	3
2,60 - 2,80	30	108,8	3
2,80 - 3,00	40	139,1	4

- PENETROMETRO DINAMICO tipo : **DPH (Heavy)**
- M (massa battente)= **50,00** kg - H (altezza caduta)= **0,50** m - A (area punta)= **15,00** cm² - D(diam. punta)= **43,70 mm**
- Numero Colpi Punta N = N(**20**) [δ = 20 cm] - Uso rivestimento / fanghi iniezione : **NO**

DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

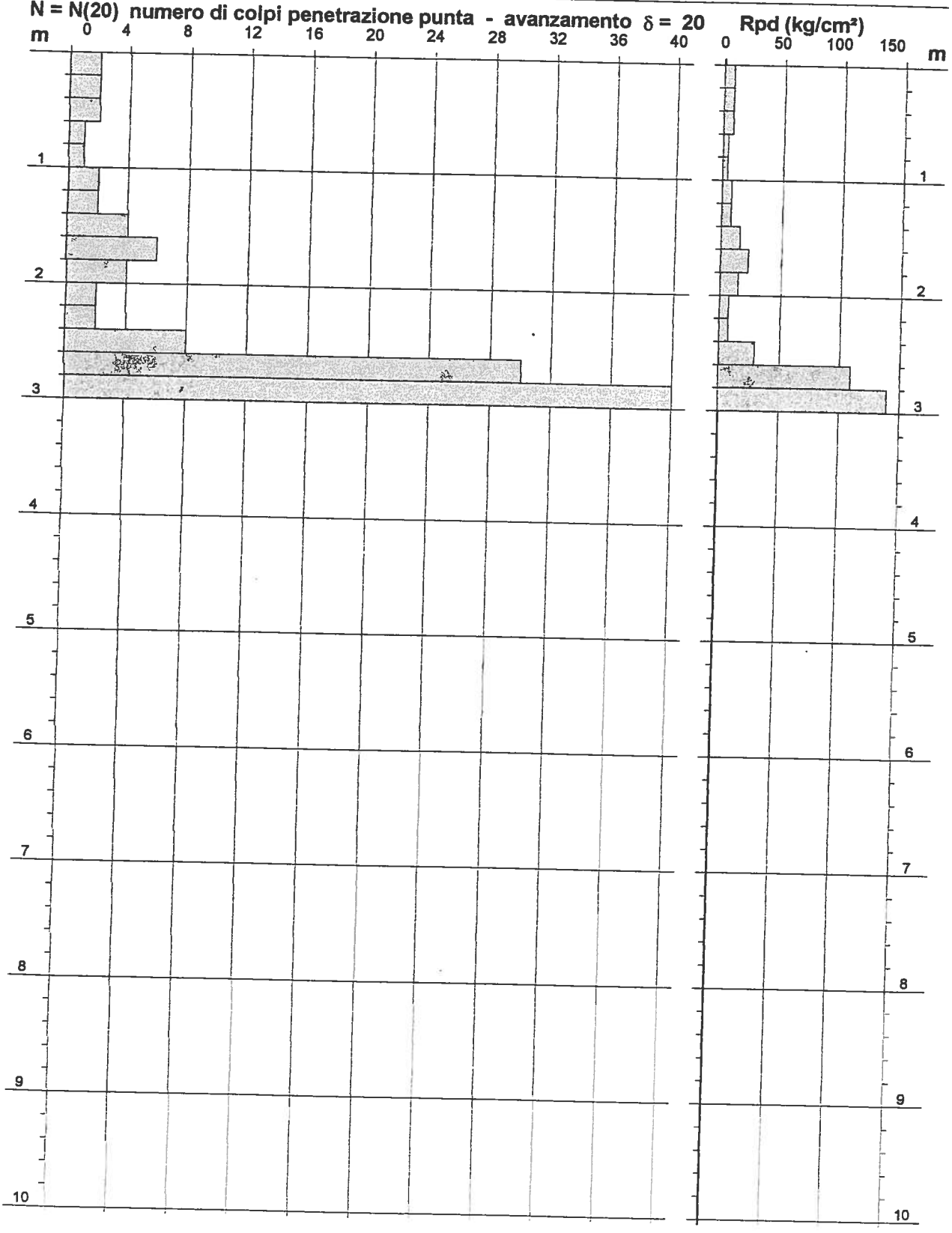
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA - Rpd

DIN 2

Scala 1: 50

- committente : Sig.ra Giovanelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :

- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1



DOTT. GEOL. ARRIGO GIUSTI
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA DEI CESARI, 18
TEL. (0522) 984819

Riferimento: 49-2002

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA ELABORAZIONE STATISTICA

DIN 2

- committente : Sig.ra Giovanelli Stefania
- lavoro : Studio di fattibilità
- località : Area Artigianale Casino - Cast. ne' Monti (RE)
- note :
- data : 12/11/2002
- quota inizio : p.c.
- prof. falda : Falda non rilevata
- pagina : 1

n°	Profondità (m)		PARAMETRO	ELABORAZIONE STATISTICA							VCA	β	Nspt
				M	min	Max	½(M+min)	s	M-s	M+s			
1	0,00	0,60	N	2,0	2	2	2,0	—	—	—	2	1,06	2
			Rpd	7,9	8	8	7,9	—	—	—	8		
2	0,60	1,40	N	1,5	1	2	1,3	—	—	—	2	1,06	2
			Rpd	5,8	4	8	4,9	—	—	—	8		
3	1,40	2,00	N	4,7	4	6	4,3	—	—	—	5	1,06	5
			Rpd	17,5	15	23	16,0	—	—	—	19		
4	2,00	2,40	N	2,0	2	2	2,0	—	—	—	2	1,06	2
			Rpd	7,3	7	7	7,3	—	—	—	7		
5	2,40	2,60	N	8,0	8	8	8,0	—	—	—	8	1,06	9
			Rpd	29,0	29	29	29,0	—	—	—	29		
6	2,60	3,00	N	35,0	30	40	32,5	—	—	—	35	1,06	37
			Rpd	124,0	109	139	116,4	—	—	—	124		

M: valore medio min: valore minimo Max: valore massimo s: scarto quadratico medio
N: numero Colpi Punta prova penetrometrica dinamica (avanzamento δ = 20 cm) Rpd: resistenza dinamica alla punta (kg/cm²)
β: Coefficiente correlazione con prova SPT (valore teorico βt = 1,06) Nspt: numero colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

Nspt - PARAMETRI GEOTECNICI

DIN 2

n°	Prof.(m)		LITOLOGIA	Nspt	NATURA GRANULARE					NATURA COESIVA			
					DR	ø'	E'	Ysat	Yd	Cu	Ysat	W	e
1	0.00	0.60	Terreno Vegetale	2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
2	0.60	1.40	Limo debolmente Argilloso	2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
3	1.40	2.00	Limo Argilloso	5	18.3	28.0	230	1.88	1.41	0.31	1.83	39	1.061
4	2.00	2.40	Limo	2	7.5	26.8	207	1.85	1.36	0.13	1.75	47	1.267
5	2.40	2.60	Argilla Limosa	9	31.7	29.6	261	1.92	1.48	0.56	1.89	34	0.918
6	2.60	3.00	Marna Argillosa e Marna	37	72.0	37.8	477	2.09	1.74	2.31	2.23	14	0.387

Nspt: numero di colpi prova SPT (avanzamento δ = 30 cm)

DR % = densità relativa ø' (°) = angolo di attrito efficace E' (kg/cm²) = modulo di deformazione drenato W% = contenuto d'acqua
e (-) = indice dei vuoti Cu (kg/cm²) = coesione non drenata Ysat, Yd (t/m³) = peso di volume saturo e secco (rispettivamente) del terreno

TOMOGRAFIA SISMICA A RIFRAZIONE



SISMOGRAFO: PASI 16SG12

Tomografia sismica: CAGNOLA 1

ABC depth computation

Receiver number

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12

Receiver elevation

1.7	1.5	1.2	0.8	0.6	0.3	0	0.3	0.5	0.6	0.8	0.8

Receiver distances

2	6	10	14	18	22	26	30	34	38	42	46

Layer 1 thickness

7.78	7.73	7.64	7.5	7.32	7.09	7.28	7.73	8.24	8.71	9.19	9.75

Layer 2 thickness

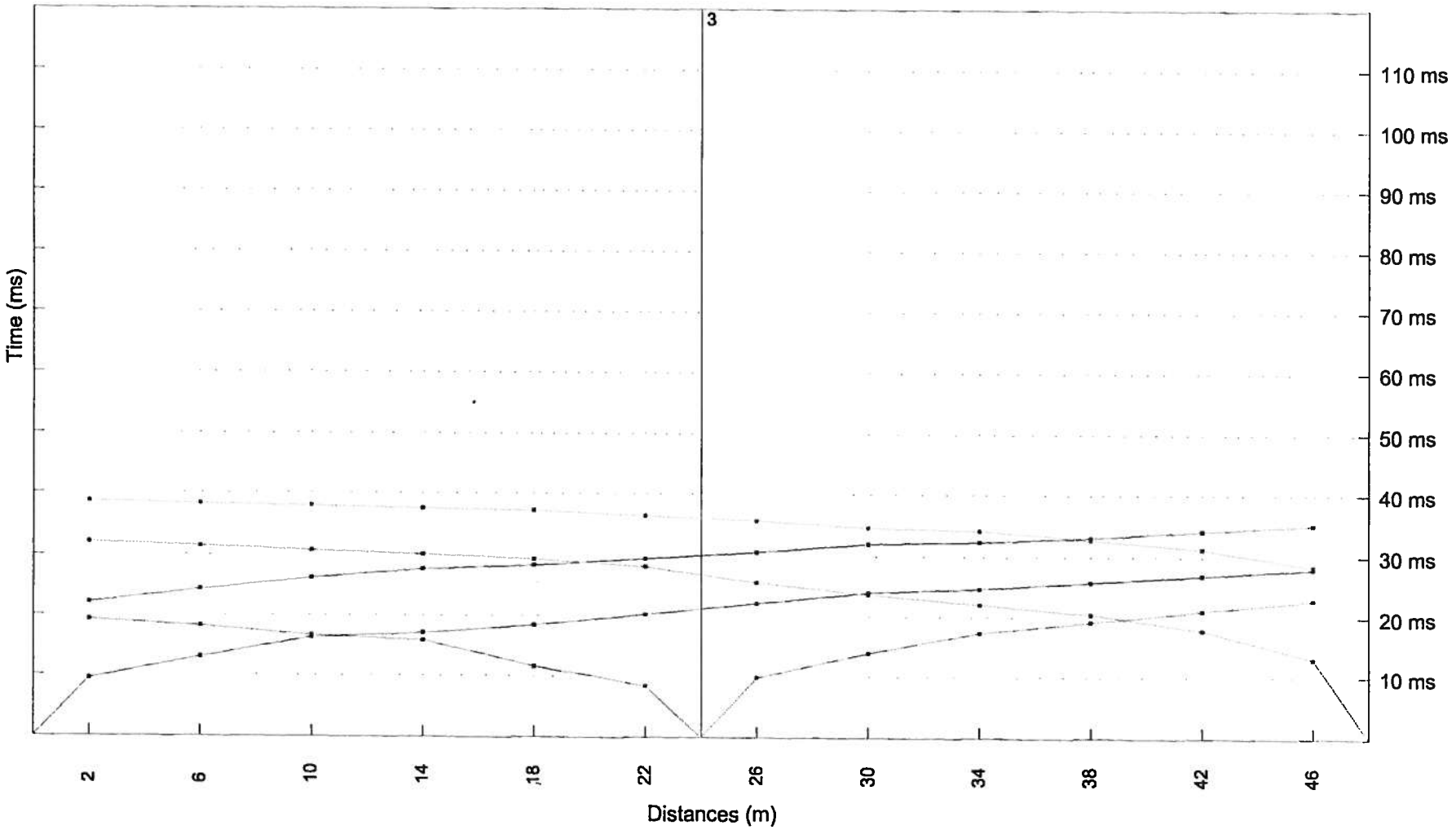
4.119999	5.67	6.56	6.8	6.079999	5.21	5.52	5.97	5.860001	5.19	4.81	2.55

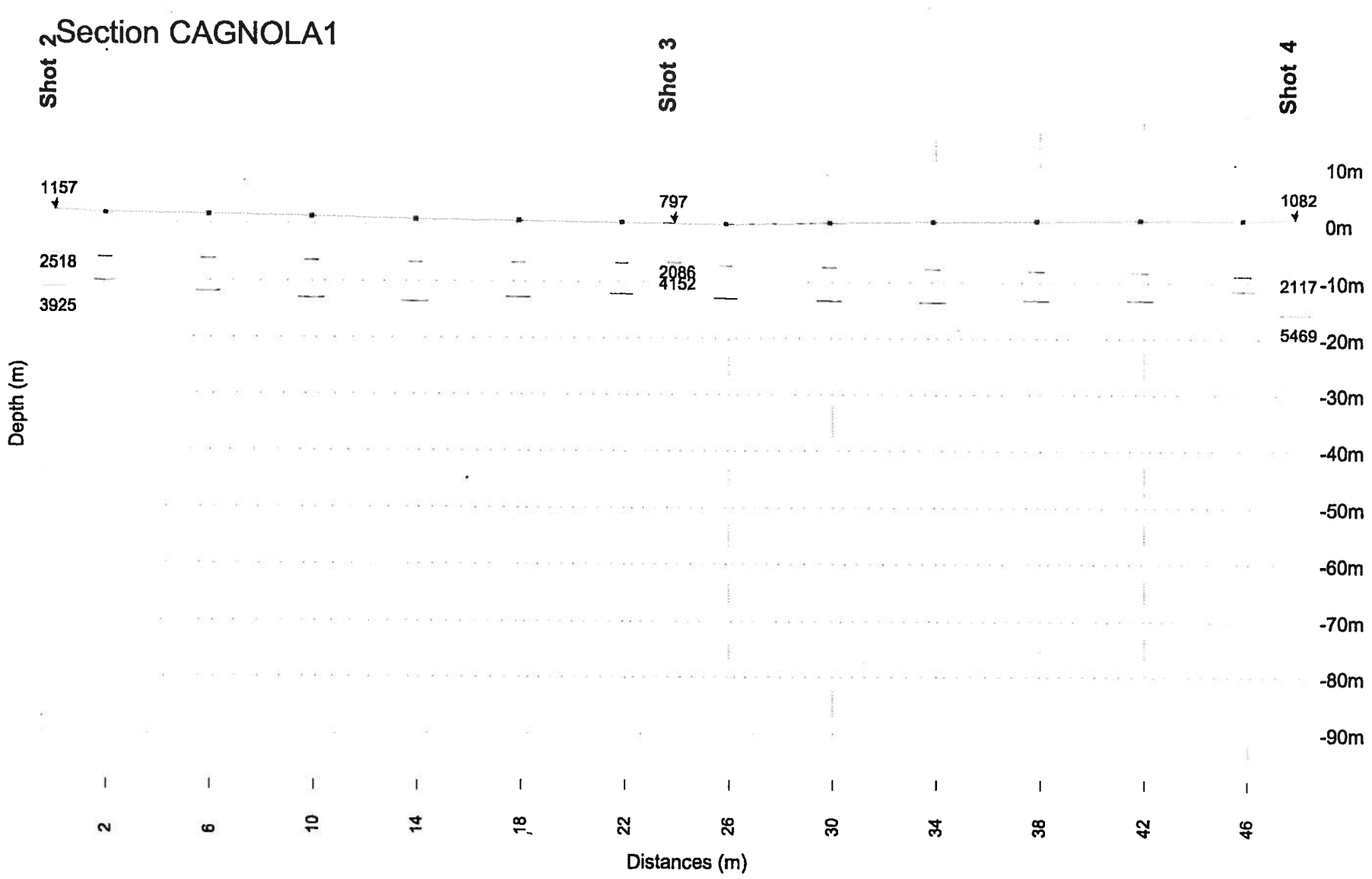
Bed Rock depth

11.9	13.4	14.2	14.3	13.4	12.3	12.8	13.7	14.1	13.9	14	12.3

Elaborazione: Dott. Geol. Stefano Righetti

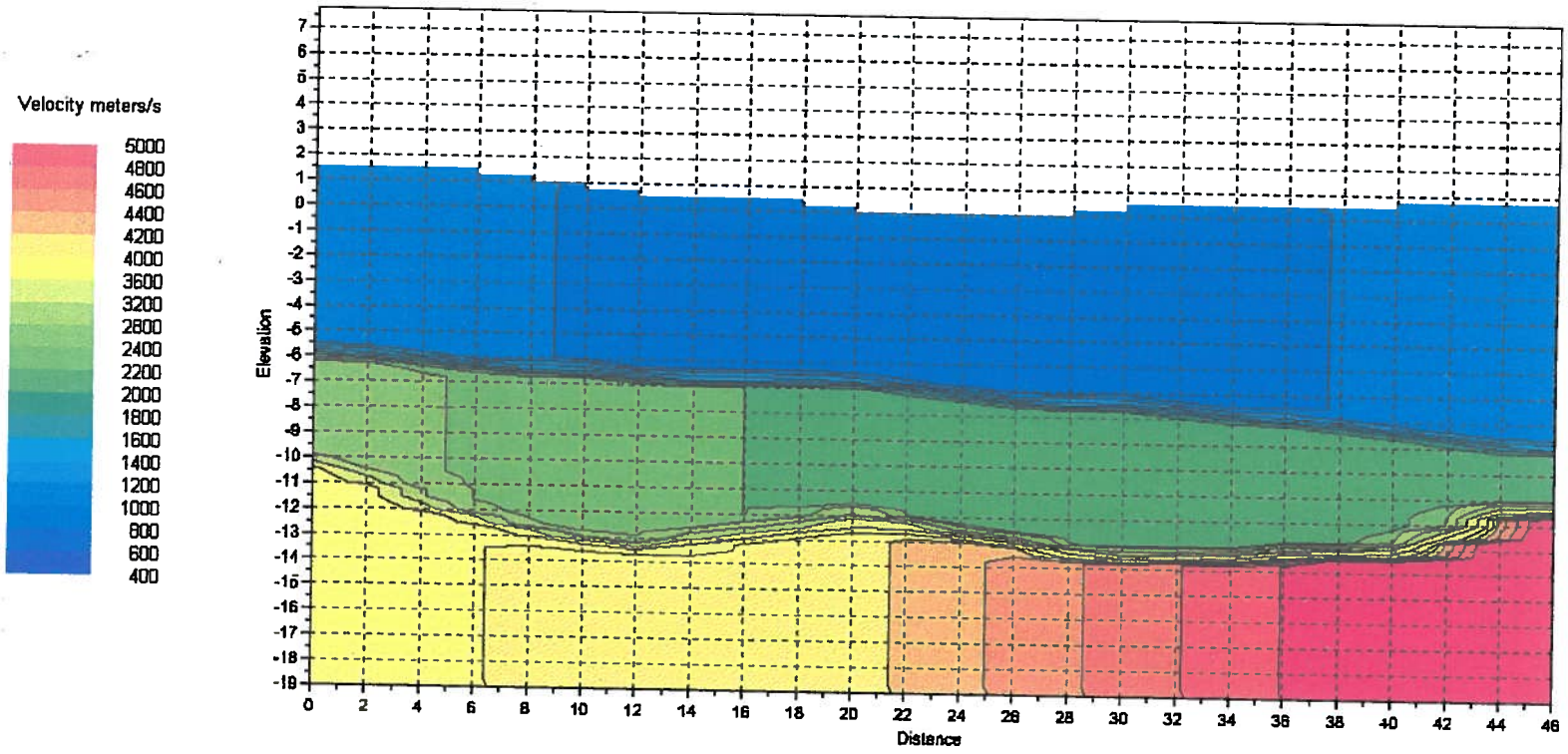
Section CAGNOLA1




Section CAGNOLA1
Shot 2
Shot 3
Shot 4
1157
797
1082
2518
3925
2086
4152
2117
5469
10m
0m
-10m
-20m
-30m
-40m
-50m
-60m
-70m
-80m
-90m
Depth (m)
2
6
10
14
18
22
26
30
34
38
42
46
Distances (m)

Cagnola1 (1188x771x16M bmp)

Tomografia sismica: CAGNOLA 1
ABC method depth computation



Elaborazione: Dott. Geol. Stefano Righetti 11-16-2002

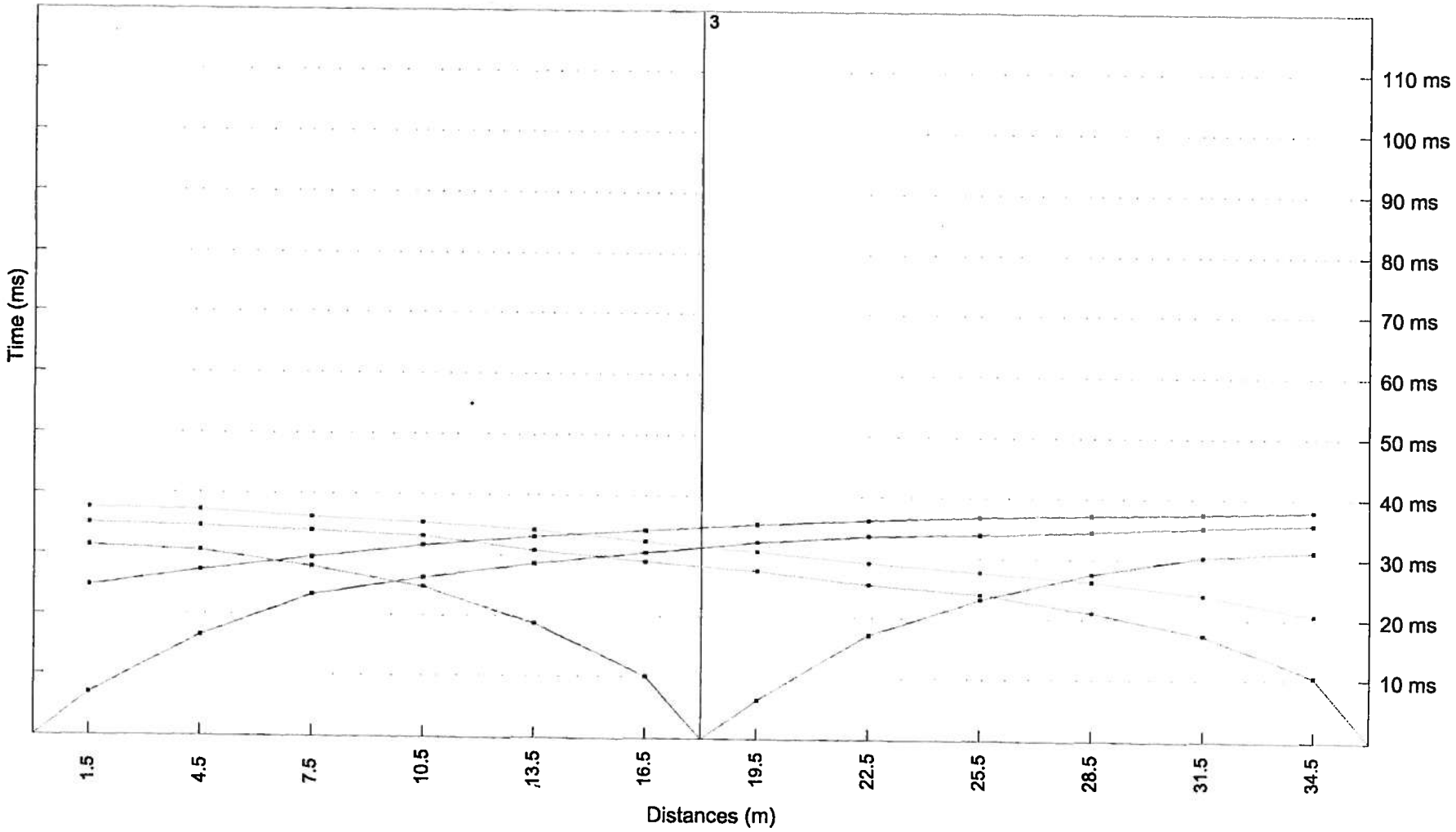
Tomografia sismica: CAGNOLA 2

ABC depth computation

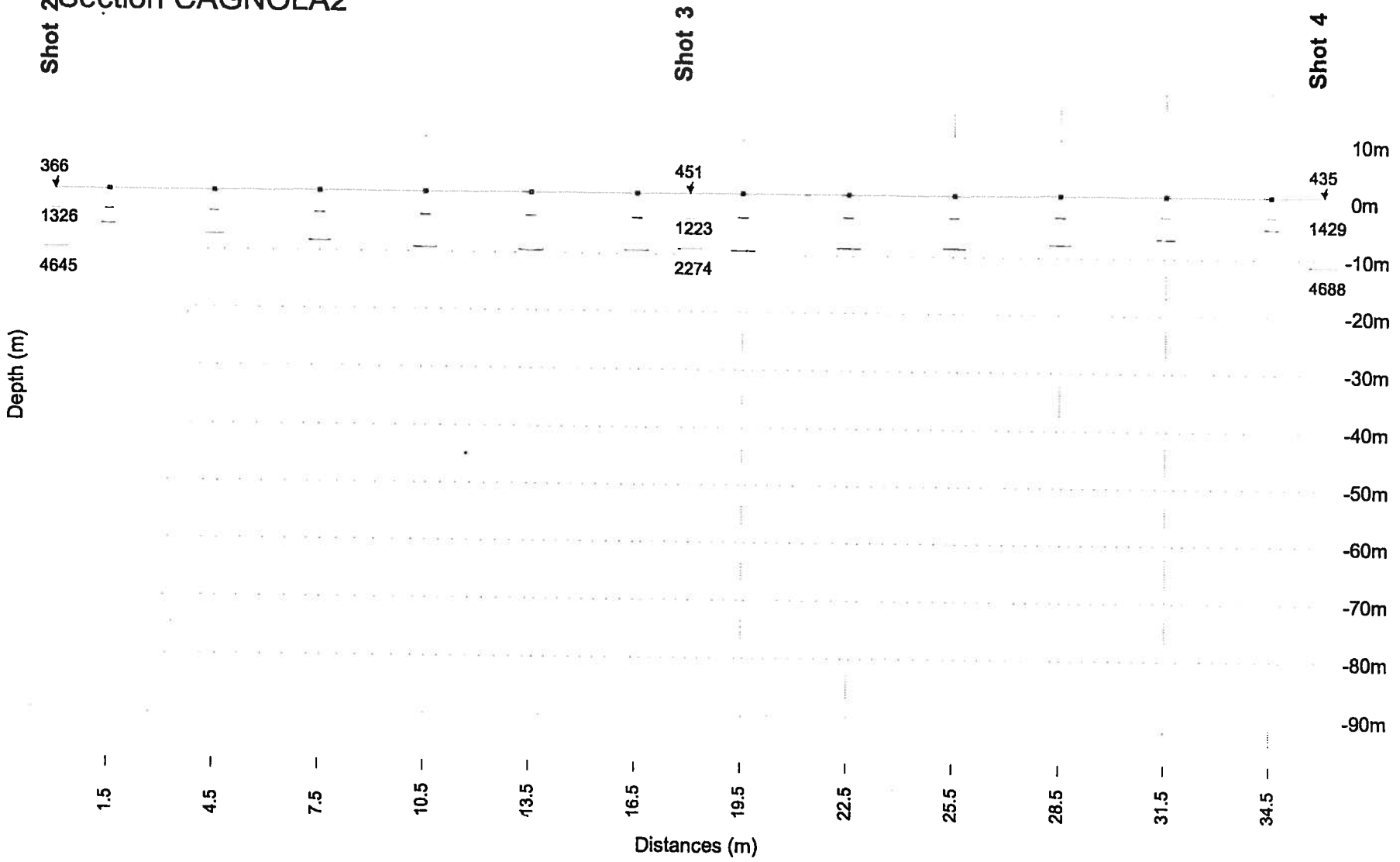
Receiver number											
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Receiver elevation											
0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8
Receiver distances											
1.5	4.5	7.5	10.5	13.5	16.5	19.5	22.5	25.5	28.5	31.5	34.5
Layer 1 thickness											
3.5	3.66	3.84	4	4.18	4.37	4.29	4.12	3.97	3.81	3.65	3.51
Layer 2 thickness											
2.6	4.04	4.76	5.6	5.82	5.43	5.51	5.18	5.130001	4.69	3.75	2.09
Bed Rock depth											
6.1	7.7	8.6	9.6	10	9.8	9.8	9.3	9.1	8.5	7.4	5.6

Elaborazione: Dott. Geol. Stefano Righetti

Section CAGNOLA2

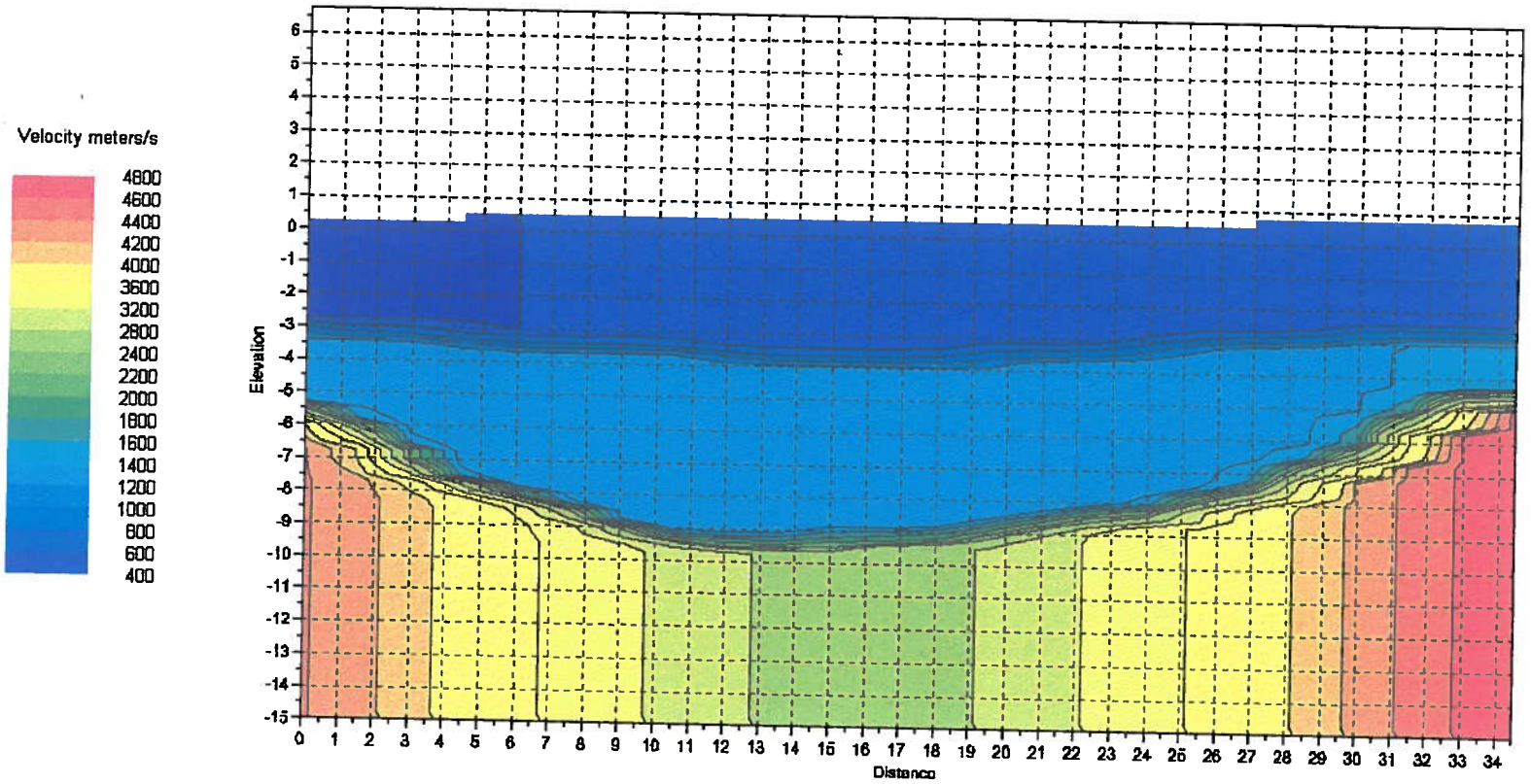


Section CAGNOLA2



Cagnola2 (1188x771x16M bmp)

Tomografia sismica: CAGNOLA 2
ABC method depth computation



Elaborazione: Dott. Geol. Stefano Righetti 11-16-2002

AP3f

n° 90

DOTT. GEOL. GIUSTI ARRIGO
42019 SCANDIANO (R.E.) - VIA CESARI, 18
TEL. (0522) 984819 – (348) 9109596

COMUNE DI CASTELNOVO MONTI
24. LUG. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT ..... CLAS..... FASC....

COMUNE DI CASTELNOVO NE' MONTI
(Provincia di Reggio nell'Emilia)

AREA ARTIGIANALE LOCALITÀ CASINO
STUDIO DI FATTIBILITÀ



COMMITTENTE : SIG.RA GIOVANELLI STEFANIA

INTEGRAZIONE DELLA RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA AI SENSI DELLA DELIBERA DI GIUNTA REGIONALE N° 1677 DEL 24/10/2005 IN ATTUAZIONE DEL D.M. 14/09/2005 E DELL'ORDINANZA PCM N° 3274

1 INT

CONSULENZE NEL CAMPO GEOLOGICO GEOTECNICO ED ESTRATTIVO

Con l'entrata in vigore, a decorrere dal 23/10/2005, delle "Norme tecniche per le costruzioni", di cui al Decreto Ministeriale 14/09/2005, ha avuto attuazione l'Ordinanza PCM n° 3274 che regola la "nuova normativa antisismica".

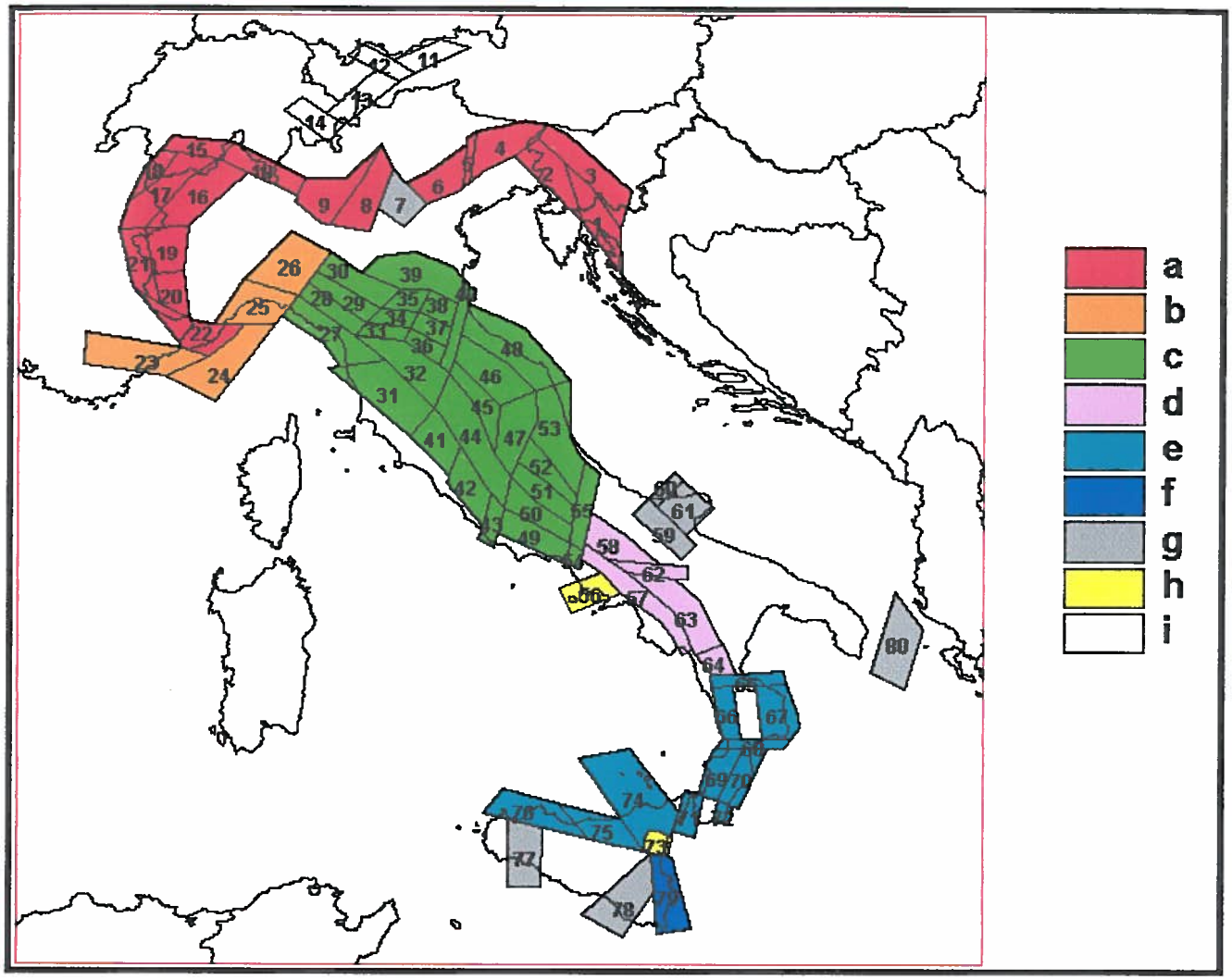
Ricadendo il comune di Cast. Ne' Monti (RE), secondo la recente classificazione, in "zona 2" a media sismicità, in assenza di specifiche direttive regionali, occorre pertanto integrare lo studio geologico di fattibilità secondo le indicazioni della Circolare Regionale 1288/1983.

Suddetta circolare, a cui si è già fatto riferimento, unitamente al ben noto D.M. LL.PP. 11/3/1988, nella stesura dello studio prodotto nel novembre 2002, al punto D3 fa nello specifico riferimento ai Comuni che ricadono in Zona Sismica.

Per caratterizzare la sismicità dell'area si è fatto riferimento, oltre che alla normativa vigente, ai dati disponibili in letteratura ed in particolare ai lavori svolti dal GNDT del CNR (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti).

Si è presa in considerazione la zonazione sismogenetica del territorio italiano ZS4 (progetto di P. Scandone e M. Stucchi – marzo 1999 – cf. tav. seg.) che considera 80 sorgenti omogenee dal punto di vista strutturale e sismogenetico.

Secondo questa suddivisione l'area oggetto di studio ricade nell'area 30, al passaggio verso sud con l'area 29, appartenente alla fascia padano-adriatica in compressione legata allo sprofondamento passivo della litosfera adriatica sotto il sistema di catena nell'Arco Appenninico Settentrionale secondo cui i meccanismi di rottura attesi sono di tipo thrust e strike-slip con assi di subduzione da SW a NE.



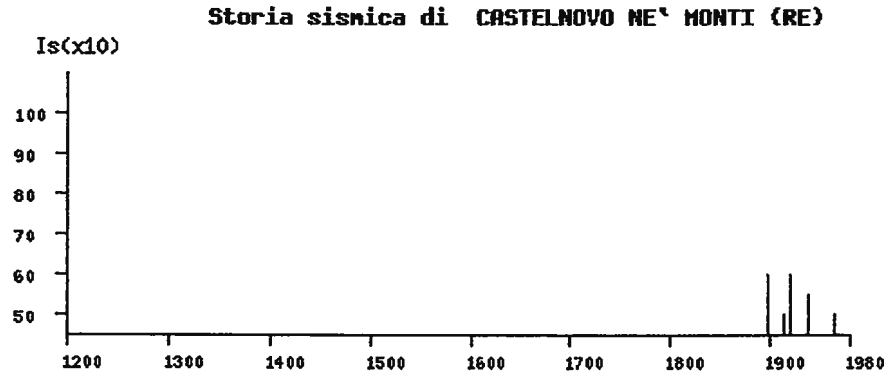
Attraverso elaborazioni probabilistiche il GNDT ha prodotto, per un tempo di ritorno di 475 anni (equivalente alla probabilità di superamento nell'arco temporale di 50 anni – vita media di un edificio), la zonazione del territorio italiano, come riportato in figura. Per la zona le accelerazioni orizzontali di picco attese sono state considerate, in accordo con quanto proposto dal GNDT, pari a PGA = 0.25g (Peak Ground Acceleration).

L'intensità massima risentita nella zona, come risulta dai dati del catalogo del Servizio Sismico Nazionale, non ha superato in epoca storica il valore del VIII grado MCS (cf. tabelle qui di seguito allegate).

Osservazioni sismiche (12) disponibili per
CASTELNOVO NE` MONTI (RE) [44.435, 10.4]

Data						Effetti	in occasione del terremoto di:		
Ye	Mo	Da	Ho	Mi		Is (MCS)	Area epicentrale	Ix	Ms
1898	03	04				60	CALESTANO	70	47
1920	09	07	05	55		60	GARFAGNANA	100	65
1939	10	15	14	05		55	GARFAGNANA	70	49
1914	10	27	09	22		50	GARFAGNANA	70	58
1965	11	09	15	35		50	ALTA V. SECCHIA	50	48
1972	10	25	21	56		40	PASSO CISA	50	47
1971	07	15	01	33		35	PARMENSE	80	54
1885	02	26	20	48		F	SCANDIANO	60	44
1904	11	17	05	02		30	PISTOIESE	70	50
1936	10	18	03	10		30	BOSCO CANSIGLIO	90	58
1899	06	26	23	18		NF	PISTOIESE	75	50
1980	11	23	18	34		NF	IRPINIA-LUCANIA	100	69

Intendendo con I_s l'intensità al sito moltiplicata per 10 (ricordando che valori tipo 65, 75 stanno per 6/7, 7/8 indicando incertezza fra i due valori interi non valori intermedi di intensità).



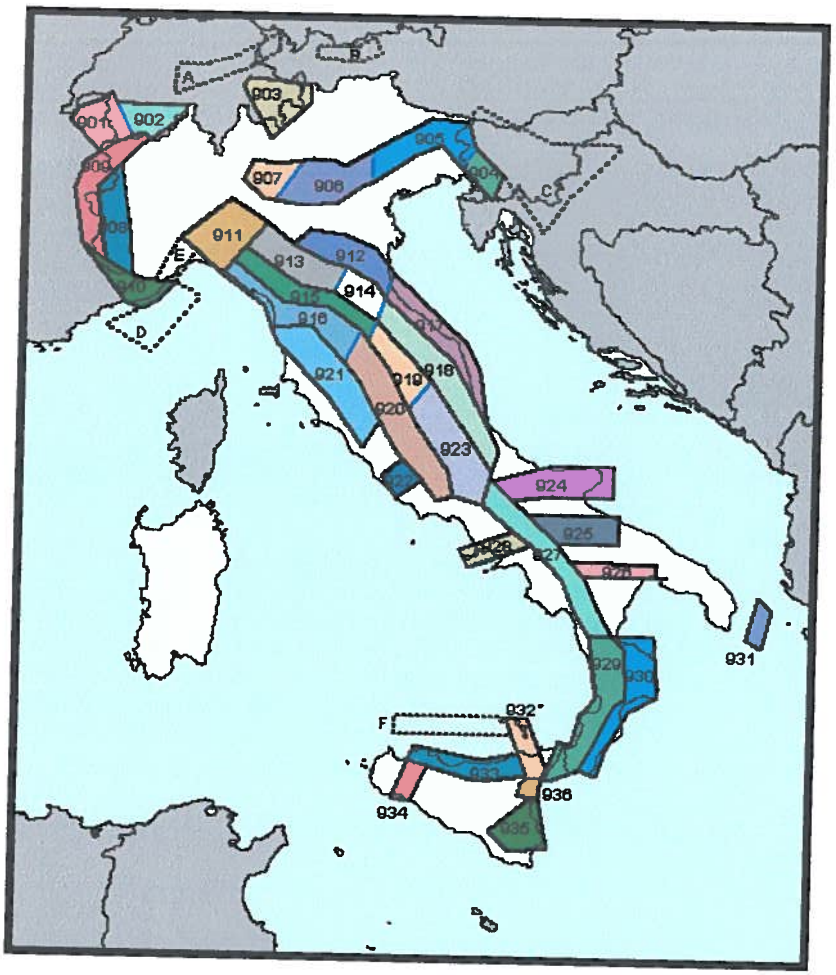
La sovrastante rappresentazione evidenzia, molto semplicemente, gli eventi della precedente tabella nel rapporto tra anni (in ascisse) ed intensità sismica (in ordinate).

L'Ordinanza P.C.M. n° 3274 del 20 marzo 2003, di recente adozione, ha aggiornato la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione, alle diverse località del territorio nazionale, di un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento di accelerazione al suolo.

Il territorio del comune di Castelnovo ne' Monti, secondo la nuova zonazione sismogenetica ZS9 (progetto a cura di C. Meletti e G. Valensise del marzo 2004) è incluso nella zona 913, al passaggio, verso sud, con la zona 915 (cf. tavola nella pagina seguente). In base a questa nuova zonazione, il territorio di Castelnovo ne' Monti è stato riconfermato in zona Z2 a media sismicità, classificazione che gli era stata già attribuita con il D.M. del 23/7/1983.

Con l'aggiornamento delle località sismiche, la zona in esame è stata quindi riconfermata nelle aree a sismicità di secondo grado con S = 9, di conseguenza, gli interventi edilizi devono rispettare le disposizioni delle leggi n° 1684 del 25/11/1962 e n° 64 del 2/2/1974 oltre al D.M. 19/06/1984 e successive modifiche, che normano le tecniche costruttive in zone dichiarate sismiche.

In fase transitoria di applicazione della normativa sismica, come espressamente specificato al punto 2.4 della circolare n° 1677/2005 (prot. GEO/05/87449) emanata in data 24710/2005 dalla Giunta della Regione Emilia Romagna, ai fini della determinazione delle azioni sismiche, può essere assegnato, a zone come questa di media sismicità, un valore (a_g/g), di ancoraggio dello spettro di risposta elastico, pari a 0.25.



Zonazione sismogenetica ZS9

L'Ordinanza propone inoltre l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A – B – C – D – E) tipologie di suoli (più altre due speciali: S1 e S2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

In tal senso, specifiche indagini effettuate in Castelnovo ne' Monti su terreni della stessa natura consentono di assimilare il territorio su cui ricade l'abitato alla *categoria C di azione sismica* "Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argilla di media consistenza", caratterizzati da valori V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s, ($15 < N_{SPT} < 50.70$ $c_u < 250$ kPa).

Al territorio di Castelnovo ne' Monti, con l'Ordinanza PCM n° 3274 classificato sismico di categoria II (media sismicità), deve essere attribuito un grado di sismicità pari a S = 9, dal quale ne

deriva un coefficiente di intensità sismica C = 0.07. Come coefficiente sismico di fondazione, già prescritto dalla vecchia normativa sismica (D.M. 16/01/1996), si potrà adottare il valore di $\varepsilon = 1$. Non siamo infatti in presenza di quelle condizioni litostratigrafiche particolari caratterizzate da depositi alluvionali di spessore variabile da 5 a 20 m, soprastanti terreni coesivi o litoidi con caratteristiche meccaniche significativamente superiori per cui la normativa prevede di assumere $\varepsilon = 1.3$.

Occorre altresì sottolineare che sempre in conformità con quanto specificato al punto D3 del D.M. LL.PP. 11/3/1988, in assenza, nei primi metri, di livelli di spessore significativo di sabbie limose e sabbie sature d'acqua, sono da escludere, in concomitanza con eventi di tipo sismico, fenomeni di liquefazione del terreno.

Per un corretto dimensionamento del nuovo intervento edilizio in progetto si dovrà pertanto procedere ad un'attenta verifica dell'interazione terreno-struttura in conformità con quanto prescritto dalle leggi vigenti, nazionali e regionali, in particolare dei già citati D.M. LL.PP. 11/3/1988 e Circ.Reg. n° 1288 dell'11/2/1983, nonché ai sensi del D.M. 14/09/2005 "Norme tecniche per le costruzioni" e dell'Ordinanza PCM n° 3274.

Scandiano, Luglio 2006

ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
ARRIGO
GIUSTI
n. 190
REGIONE EMILIA ROMAGNA

2° POC n. 36

Scheda 36 ambito AP4

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3 - 42035 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
25. MAG 2011
PROTOCOLLO N°
CAT. CLAS. FASC.

RELAZIONE

Geologica - Sismica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnuovo né Monti
Località:	Gombio
Oggetto:	Ampliamento di edificio
Committente:	Fracassi Giuseppe e Piroli Francesca
Data:	Aprile 2011

Contenuti della relazione geologica

Quadro normativo.
il DM 14-01-2008 e la successiva Circolare Applicativa del febbraio 2009 si riferiscono in massima parte al livello di progettazione strutturale od esecutivo; pertanto per quanto riguarda la **relazione geologica** i contenuti devono uniformarsi anche a quanto richiesto dalle Normative Locali (Leggi e Norme Urbanistiche ed Edilizie Leggi e Norme in materia di Vincolo Idrogeologico, Pianificazione di Bacino ecc.).

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

geologia generale dell'area, descrizione dei terreni e formazioni rocciose presenti e dell'assetto stratigrafico generale.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

descrizione della geomorfologia dell'area, uso del suolo, analisi delle eventuali forme di dissesto, descrizione delle linee di drenaggio delle acque superficiali.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dei terreni, permeabilità, profondità della falda e tipologia, modalità di scorrimento delle acque sotterranee.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

descrizione dei rilevamenti geologico tecnici, geomeccanici ecc. di superficie e delle indagini geologiche effettuate per la caratterizzazione del sottosuolo, con particolare riferimento ai parametri geotecnici ottenuti dalle singole indagini.

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

dati geotecnici DEL TERRENO.

6. VERIFICHE DI STABILITA'.

in condizioni originarie e di progetto.

7. INDICAZIONI SULLE OPERE DI REGIMAZIONE DELLE ACQUE SUPERFICIALI E SOTTERRANEE.

8. PARAMETRI SISMICI DEL SITO - VS_{30}.

Indicazione della zona sismogenetica, indicazione della classificazione sismica regionale, indicazione delle risultanze di eventuali studi di microzonazione sismica o di pericolosità sismica contenuti negli strumenti urbanistici, valutazione dell'azione sismica e relativi parametri, indicazione degli effetti di sito (risposta sismica locale) e dei relativi coeff. Di amplificazione sismica e verifica delle pericolosità (liquefazione dei terreni ecc.). determinazione della categoria di sottosuolo misura della Vs30 con metodi geofisici.

ELABORATI GRAFICI.

ubicazione dell'intervento, ubicazione delle prove, cartografia CTR – PTCP ecc..

1. INQUADRAMENTO TOPOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale C.T.R. scala 1: 5000 elemento n° 218063	Carta geologica Scala 1: 10.000 Elemento n° 218060

L'area è situata su di un crinale isolato a sud ovest rispetto all'abitato di Gombio, ad una quota di circa 440 m.s.l.m. le pendenze locali sono medio-alte in merito ai terreni rocciosi di questa zona.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico - Carta del Dissesto (in allegato) per l'area interessata non evidenzia vincoli.

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.

Coperture: Sono costituite da Limi debolmente argillosi di origine eluviale e colluviale e da riporti, lo spessore è mediamente di 2,5 metri.

Substrato: il substrato dell'area è in parziale affioramento in lato nord est ed è formato dalla Formazione di Bismantova, Membro arenaceo-marnoso - Torbiditi arenacee di colore grigio chiaro, si presentano in strati e banchi di potenza pluridecimetrica.

3. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO.

La zona consente un ottimo deflusso delle acque meteoriche raccolte in sponda destra dal rio di fondovalle.

I sondaggi effettuati non hanno evidenziato la presenza di acqua, in accordo con un substrato essenzialmente impermeabile e con uno spessore minimo delle coperture.

4. DESCRIZIONE DELLE INDAGINI GEOLOGICHE.

Si sono eseguite una prova penetrometrica dinamica pesante e una indagine di sismica a rifrazione, ubicate come in allegato, si riportano di seguito i risultati.

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: SCPT (Standard Cone Penetration Test)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	**72,5 Kg**
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	6 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1,5 m
Peso aste a metro	7 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,30 m
Numero colpi per punta	N(30)
Coeff. Correlazione	1,15
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	60 °

5. VALORI CARATTERISTICI DEL TERRENO.

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm²)
Strato 1	7,02	0,60	Schmertmann 1975	0,69
Strato 2	60,16	0,80	Schmertmann 1975	6,03

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm²)
Strato 1	7,02	0,60	Robertson (1983)	14,04
Strato 2	60,16	0,80	Robertson (1983)	120,32

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm²)
Strato 1	7,02	0,60	Buisman-Sanglerat	87,75
Strato 2	60,16	0,80	Buisman-Sanglerat	601,60

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm²)
Strato 1	7,02	0,60	Apollonia	70,20
Strato 2	60,16	0,80	Apollonia	601,60

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	7,02	0,60	Classificaz. A.G.I. (1977)	MODERAT. CONSISTENTE
Strato 2	60,16	0,80	Classificaz. A.G.I. (1977)	ESTREM. CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m³)
Strato 1	7,02	0,60	Meyerhof ed altri	1,86
Strato 2	60,16	0,80	Meyerhof ed altri	2,50

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m³)
Strato 1	7,02	0,60	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	1,90
Strato 2	60,16	0,80	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	2,50

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	7,02	0,60	7,02	Meyerhof 1957	64
Strato 2	60,16	0,80	60,16	Meyerhof 1957	100

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	7,02	0,60	7,02	Mitchell & Katti (1981)	<30
Strato 2	60,16	0,80	60,16	Mitchell & Katti (1981)	>38

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	7,02	0,60	7,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	60,16	0,80	60,16	(A.G.I.)	0,23

Modulo di deformazione a taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	G (Kg/cm²)
Strato 1	7,02	0,60	7,02	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	411,17
Strato 2	60,16	0,80	60,16	Robertson e Campanella (1983) e Imai & Tonouchi (1982)	1527,80

Modulo di reazione Ko

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Ko
Strato 1	7,02	0,60	7,02	Navfac 1971-1982	1,45
Strato 2	60,16	0,80	60,16	Navfac 1971-1982	9,95

Indagine geofisica.

È stato eseguito un profilo sismico a rifrazione, trasversalmente al lotto di terreno in esame – La battuta di andata è in lato est mentre quella di ritorno è in lato ovest.

L'indagine è stata effettuata tramite sismografo 12 canali gestito da computer, avente le seguenti caratteristiche:

Acquisitore DBS 270 WTO.

N° 12 canali a registrazione separata.

N° campionamenti per canale da 1000 a 3000 Hz.

Durata di campionamento da 5 millisec. a 10.000 millisec. in variazione continua.

Trattamento segnale 16 bit
Registrazione separata dei canali su computer .



Vantaggi e limitazioni della prospezione sismica.

L'indagine sismica a rifrazione consente di determinare la stratigrafia del sottosuolo, la potenza e la geometria degli strati, le caratteristiche geomeccaniche dei terreni tramite la correlazione fra i tempi di arrivo e distanza sorgente sismica - geofoni.
L'analisi delle distribuzioni delle velocità Vp nel sottosuolo (velocità onde prime di compressione) per gli strati esistenti, consente di costruire la sezione geofisica riportata in allegato, e di associare i parametri geomeccanici ai terreni individuati, mediante relazioni che correlano la risposta elastica e la risposta meccanica dei medesimi. Inoltre la velocità di propagazione Vp dipende dalle caratteristiche meccaniche del terreno attraversato, in particolare dai moduli elastici di Young, Poisson, di incompressibilità, di rigidità ed infine dalla densità dei terreni.

Per lo stesso tipo di roccia la velocità diminuisce all'aumentare del grado di alterazione, di fessurazione, di porosità, di fratturazione ed aumenta in genere con la profondità, nei terreni sciolti la velocità è più elevata sotto il livello freatico e nei terreni alluvionali saturi.

La sismica a rifrazione fornisce modelli litostratigrafici la cui precisione è strettamente dipendente dalle seguenti condizioni;

1. stratigrafia semplice costituita da pochi rifrattori, caratterizzati da velocità costanti e differenziate da strato a strato;
2. inclinazione degli strati non eccessive, questo limite può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
3. assenza di strati intermedi a velocità minori degli strati soprastanti, questa situazione è rilevata da disturbi e/o discontinuità nelle dromocrome - può essere superato dalla recente elaborazione GRM (Metodo Reciproco Generalizzato);
4. strati "ciechi" ovvero strati intermedi aventi uno spessore ridottissimo.

Risultato sondaggio sismico.

La sezione sismica in allegato, riporta la presenza di tre orizzonti sismici, il primo è evidenziato da una velocità di 326,6 m/sec ed è costituito da terreno sciolto superficiale, il secondo orizzonte sismico (sottostante al primo) è evidenziato da un incremento della velocità, che passa a 1656,0 m/sec. ed è riferibile al primo substrato con una discreta fratturazione.

Il terzo orizzonte, messo in evidenza da una velocità di 3904,7 m/sec è riferibile ad un substrato arenaceo (Formazione di Bismantova) estremamente compatto in banchi di potenza metrica. Si veda sezione in allegato.

6. VERIFICHE DI STABILITA'

Stabilità generale del versante.

Il pendio che degrada verso sud est, è morfologicamente caratterizzato da pendenze medie, il substrato arenaceo-marnoso è affiorante a tratti su questo lato e dà garanzia sulla stabilità generale del versante.

Stabilità specifica dell'area.

Il mappale esaminato non è interessato da situazioni di instabilità né in atto né latenti. Si è eseguita una verifica di stabilità del versante in lato ampliamento (sud) ipotizzando una superficie di scorrimento al contatto terreni di copertura – substrato (metodo di Sarma) i risultati sono esposti di seguito.

Metodo di SARMA (1973)

Il metodo di **Sarma** è un semplice, ma accurato metodo per l'analisi di stabilità dei pendii, che permette di determinare l'accelerazione sismica orizzontale richiesta affinché l'ammasso di terreno, delimitato dalla superficie di scivolamento e dal profilo topografico, raggiunga lo stato di equilibrio limite (accelerazione critica *Kc*) e, nello stesso tempo, consente di ricavare l'usuale fattore di sicurezza ottenuto come per gli altri metodi più comuni della geotecnica.

RELAZIONE DI CALCOLO

Analisi di stabilità dei pendii eseguita con SARMA

Numero di strati del terreno	2.0
Numero di conci	10.0
Acc. sismica orizzontale	0.25
Numero di carichi distribuiti	1.0
Numero di carichi concentrati	1.0
Nr. di muri inseriti	0.0
Nr. di file di pali	0.0
Nr. di tiranti	0.0

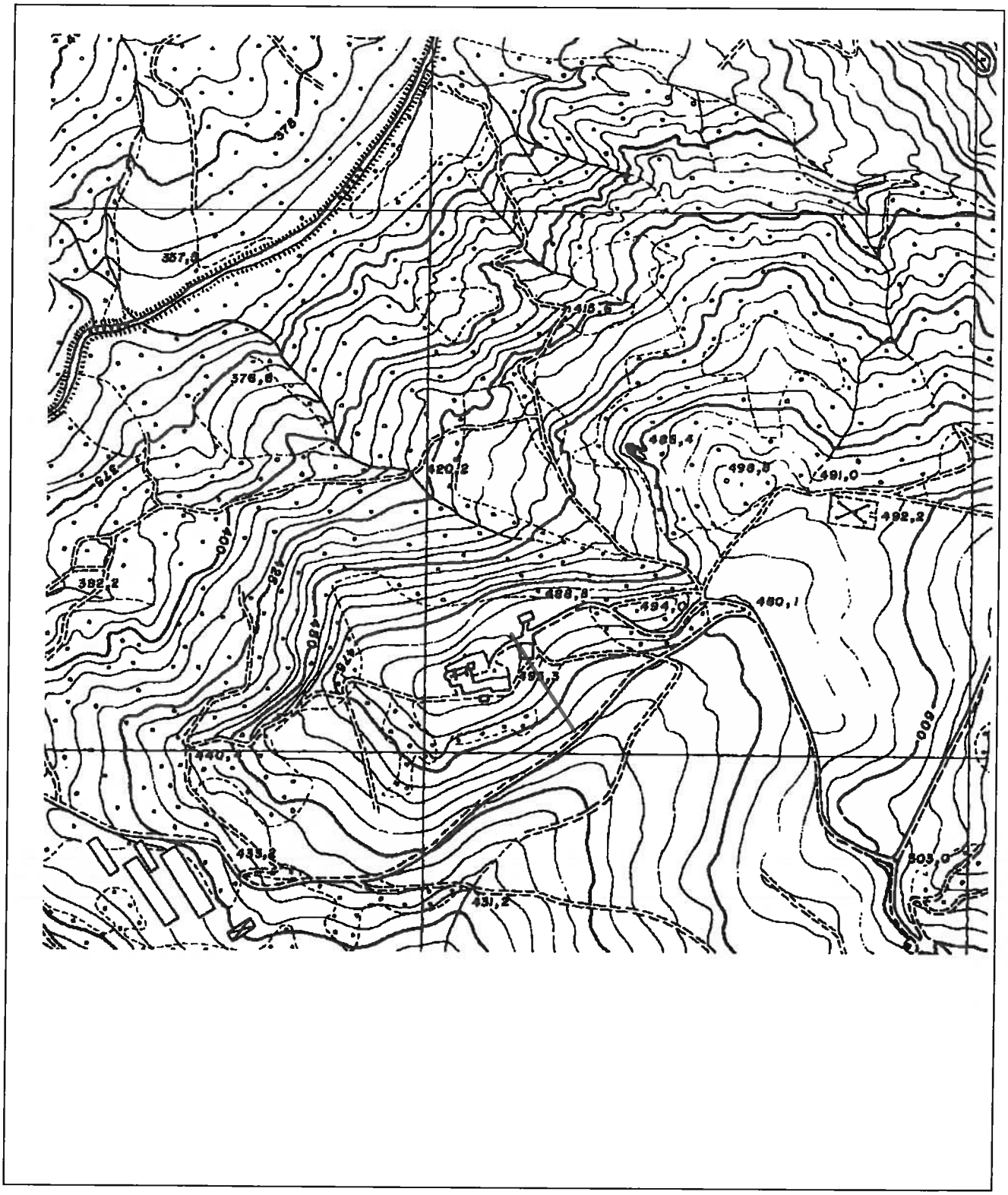
Superficie di forma generica al contatto del substrato

Vertici pendio

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	23.72
2	9.97	27.71
3	29.89	32.26
4	43.93	37.0
5	57.78	39.66
6	67.08	42.32
7	79.03	46.3
8	95.72	48.96
9	110.9	52.18

Ubicazione profilo verifica stabilità

Scala 1:5000



Vertici strato 1

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	21.51
2	4.09	25.05
3	20.59	27.71
4	31.22	30.36
5	42.6	33.59
6	53.79	35.68
7	63.85	37.57
8	77.7	42.32
9	92.31	44.97
10	110.9	49.08

Vertici strato 2

N	X (m)	y (m)
1	-11.85	18.98
2	2.0	22.4
3	18.7	24.29
4	30.65	26.95
5	43.93	30.36
6	55.88	32.26
7	69.16	35.68
8	80.36	38.33
9	93.64	42.32
10	110.9	45.65

Vertici superficie di scorrimento

N	X (m)	y (m)
1	-10.26	24.11
2	-7.11	20.31
3	2.19	22.4
4	18.89	24.29
5	30.84	26.95
6	44.12	30.36
7	56.64	32.26
8	67.26	34.92
9	78.65	38.33
10	89.27	40.99
11	100.47	43.64
12	107.87	44.97
13	109.57	51.97

Caratteristiche geotecniche

Strato	c (Kg/m2)	Fi (°)	Gamma (Kg/m3)	Gamma Saturo (Kg/m3)	K (Kg/cm3)	Litologia
1	0.02	28	1800	1950	1,45	coperture
2	0.0	40	2250	2250	9	arenarie

Fattore di sicurezza calcolato

Fattore di sicurezza	1.39

Calcolo carico limite - Formula Brich-Hansen (EC 7 - EC 8)

Il carico limite di progetto in condizioni non drenate si calcola come:

$$R/A' = (2 + \pi)\, c_u\, s_c\, i_c + q$$

Dove:

A' = B' L' :area della fondazione efficace di progetto, intesa, in caso di carico eccentrico, come l'area ridotta al cui centro viene applicata la risultante del carico.
c_u coesione non drenata.
q: pressione litostatica totale sul piano di posa.
s_c:fattore di forma
$s_c = 1 + 0{,}2\,(B'/L')$:per fondazioni rettangolari
$s_c = 1{,}2$:per fondazioni quadrate o circolari.
Ic = fattore correttivo per l'inclinazione del carico dovuta ad un carico H.

$$i_c = 0{,}5\left(1 + \sqrt{1 - H/A' c_u}\right)$$

Per le condizioni drenate il carico limite di progetto è calcolato come segue.

$$R/A' = c' N_c s_c i_c + q' N_q s_q i_q + 0{,}5\, \gamma' B' N_\gamma s_\gamma i_\gamma$$

Dove:

$$N_q = e^{\pi \tan\varphi'} \tan^2(45 + \phi'/2)$$
$$N_c = (N_q - 1)\cot\phi'$$
$$N_\gamma = 2(N_q - 1)\tan\phi'$$

Fattori di forma:
per forma rettangolare
per forma quadrata o circolare
per forma rettangolare
per forma quadrata o circolare
per forma rettangolare, quadrata o circolare.

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a L'

$i_q = i_\gamma = 1 - H / (V + A' c' \cot\varphi')$
$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$

Fattori inclinazione risultante dovuta ad un carico orizzontale H parallelo a B'

$$i_q = i_\gamma = 1 - H / (V + A' c' \cot\phi')$$

$$i_c = (i_q N_q - 1) / (N_q - 1)$$

Oltre ai fattori correttivi di cui sopra sono considerati quelli complementari della profondità del piano di posa e dell'inclinazione del piano di posa e del piano campagna (*Hansen*).

Carico limite EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione drenata)

Per fondazioni poggianti sul substrato arenaceo.

Fattore Nq	11,8
Fattore Nc	22,19
Fattore Ng	10,52
Fattore Sc	1,48
Fattore Dc	1,39
Fattore Ic	1,0
Fattore Gc	1,0
Fattore Bc	1,0
Fattore Sq	1,44
Fattore Dq	1,3
Fattore Iq	1,0
Fattore Gq	1,0
Fattore Bq	1,0
Fattore Sg	0,7
Fattore Dg	1,0
Fattore Ig	1,0
Fattore Gg	1,0
Fattore Bg	1,0

Carico limite fondazione [Rd] **12,08 Kg/cm²**

Carico limite EC8 (Brinch - Hansen 1970) (Condizione non drenata)

Fattore Nq	1,0
Fattore Nc	5,14
Fattore Ng	0,0
Fattore Sc	1,2
Fattore Dc	1,39
Fattore Ic	1,0

Carico limite fondazione [Rd] **11,30 Kg/cm²**

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Senza correzione geometrica

k = 4,56 Kg/cm³

CEDIMENTI ELASTICI

Coefficiente di influenza I1	0,5
Coefficiente di influenza I2	0,02
Coefficiente di influenza Is	0,45

Cedimento al centro della fondazione = 0,66mm

Cedimento al bordo = 0,31 mm

Categoria suolo di fondazione (VS_{30})

Metodo di calcolo (POISSON) da indagine di sismica a rifrazione eseguita.

$$V_S = V_P \sqrt{\frac{1 - 2\nu}{2 - 2\nu}}$$

strati	Spessori mt	Vp misurata	poisson	Vs
1	0,80	326,00	0,35	156,61
2	5,10	1656,00	0,28	915,39
3	> 30	3900,00	0,25	2251,67

Si noti che il primo strato più superficiale sarà asportato (visto l'esiguo spessore)

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S; **(come in questo caso)**
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Il valore trovato è pari a 674,92 m/s pertanto la classe di appartenenza risulta essere la **categoria B.**

Conclusioni e vincoli.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da una coltre di terreni superficiali di esiguo spessore, pertanto le fondazioni saranno posizionate sul substrato arenaceo-marnoso stabile sottostante.

Per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale, così come per eventuali acque percolanti rilevate durante gli scavi.

A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 14/01/2008 si esprime parere favorevole di fattibilità geologica dell'opera.

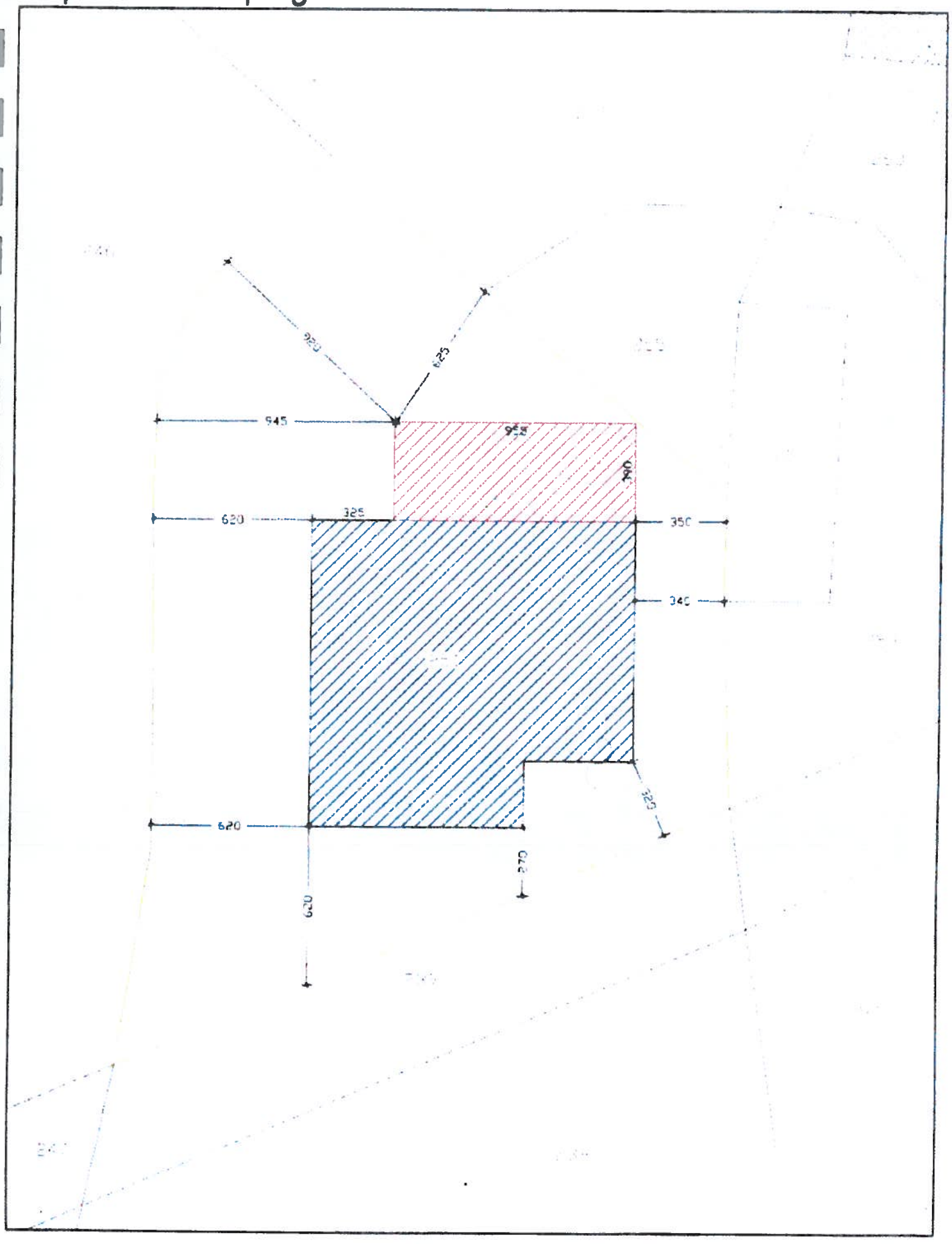
26 aprile 2011

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Via Alcide de Gasperi,3 - 42035 Felina (R. E.)



Ingrandimento di mappa con ampliamento in progetto.

SCALA 1:200.

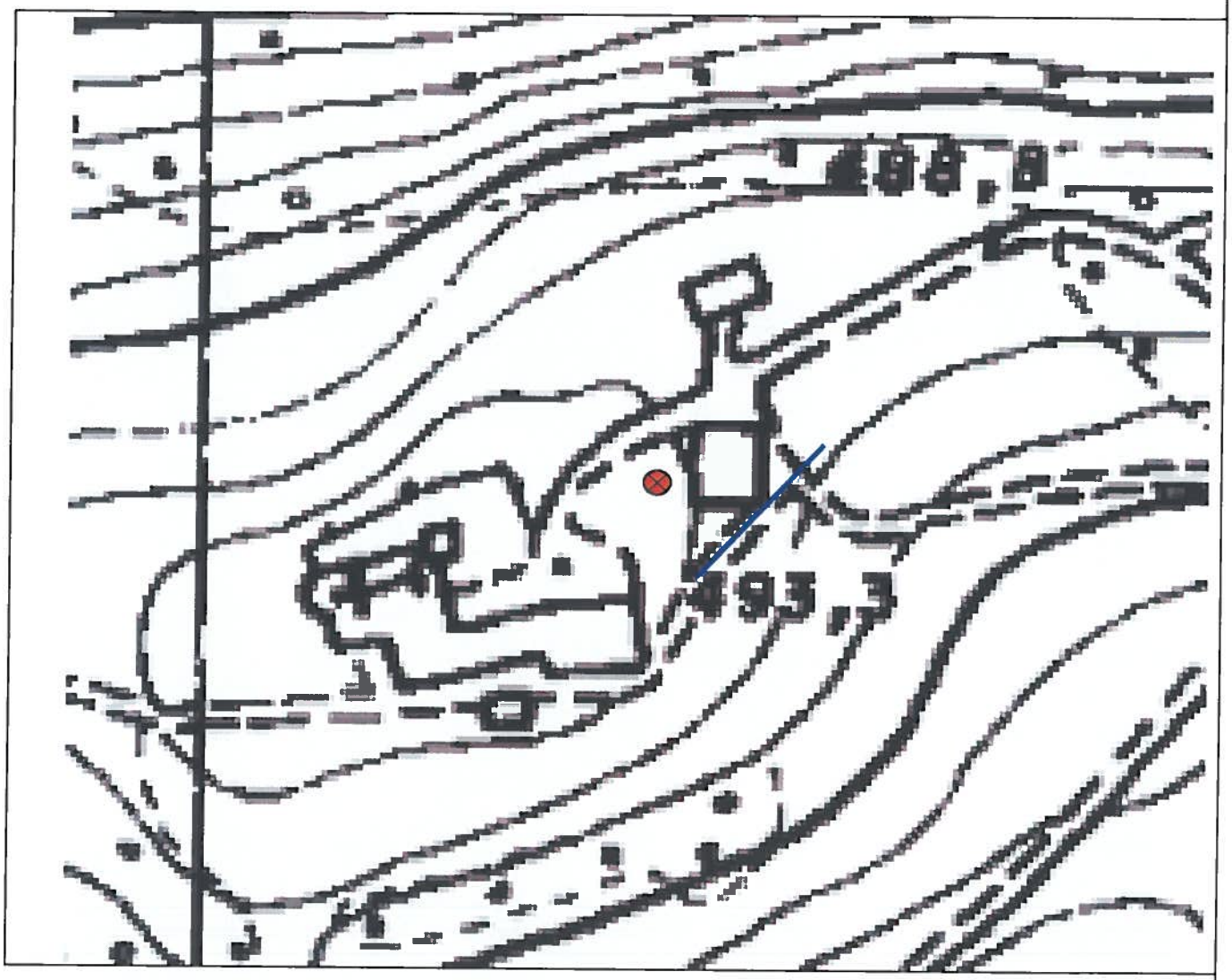


FABBRICATO IN OGGETTO

AMPLIAMENTO IN PROGETTO

Ubicazione sondaggi SCPT e Rifrazione

scpt 1	⊗
rifraz	—

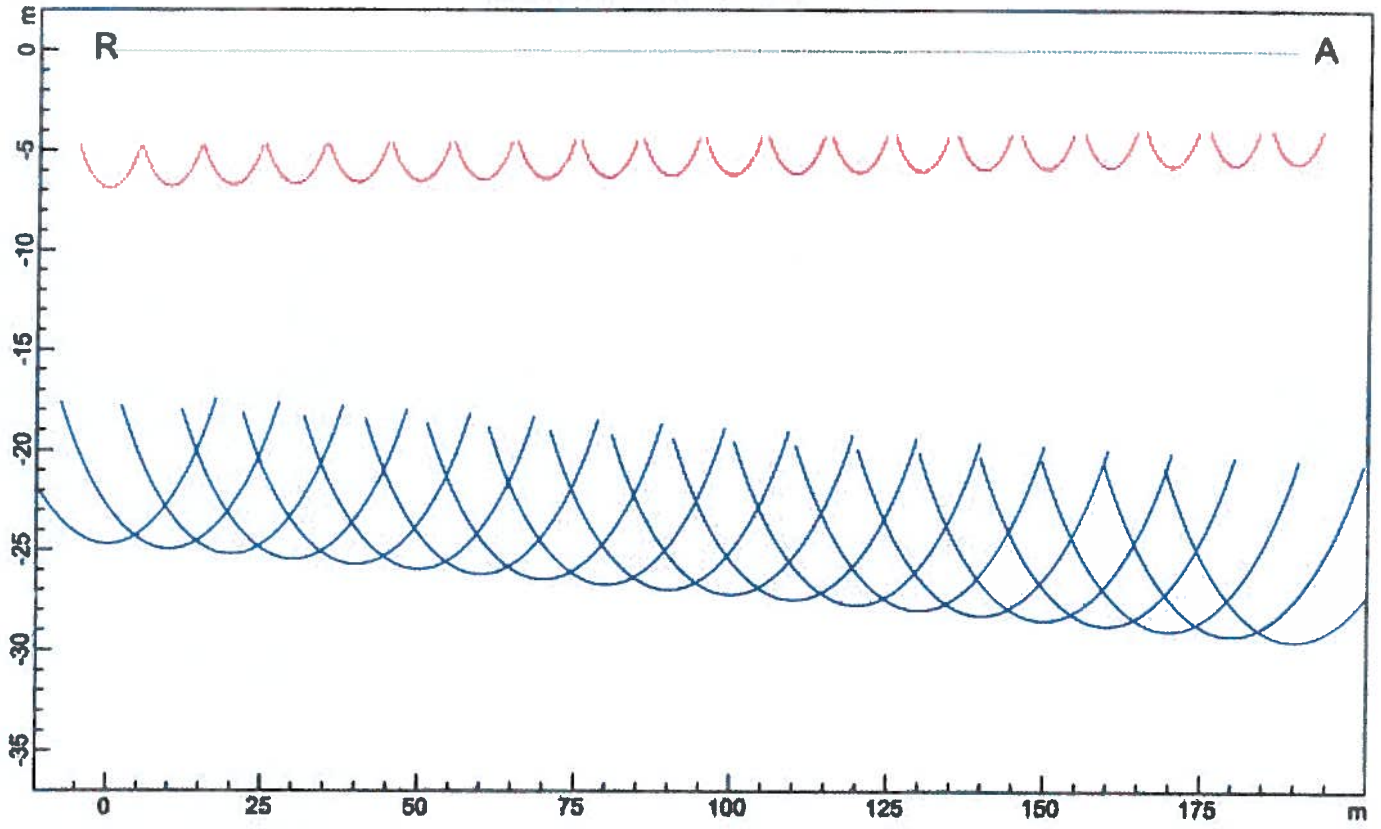


Gombio

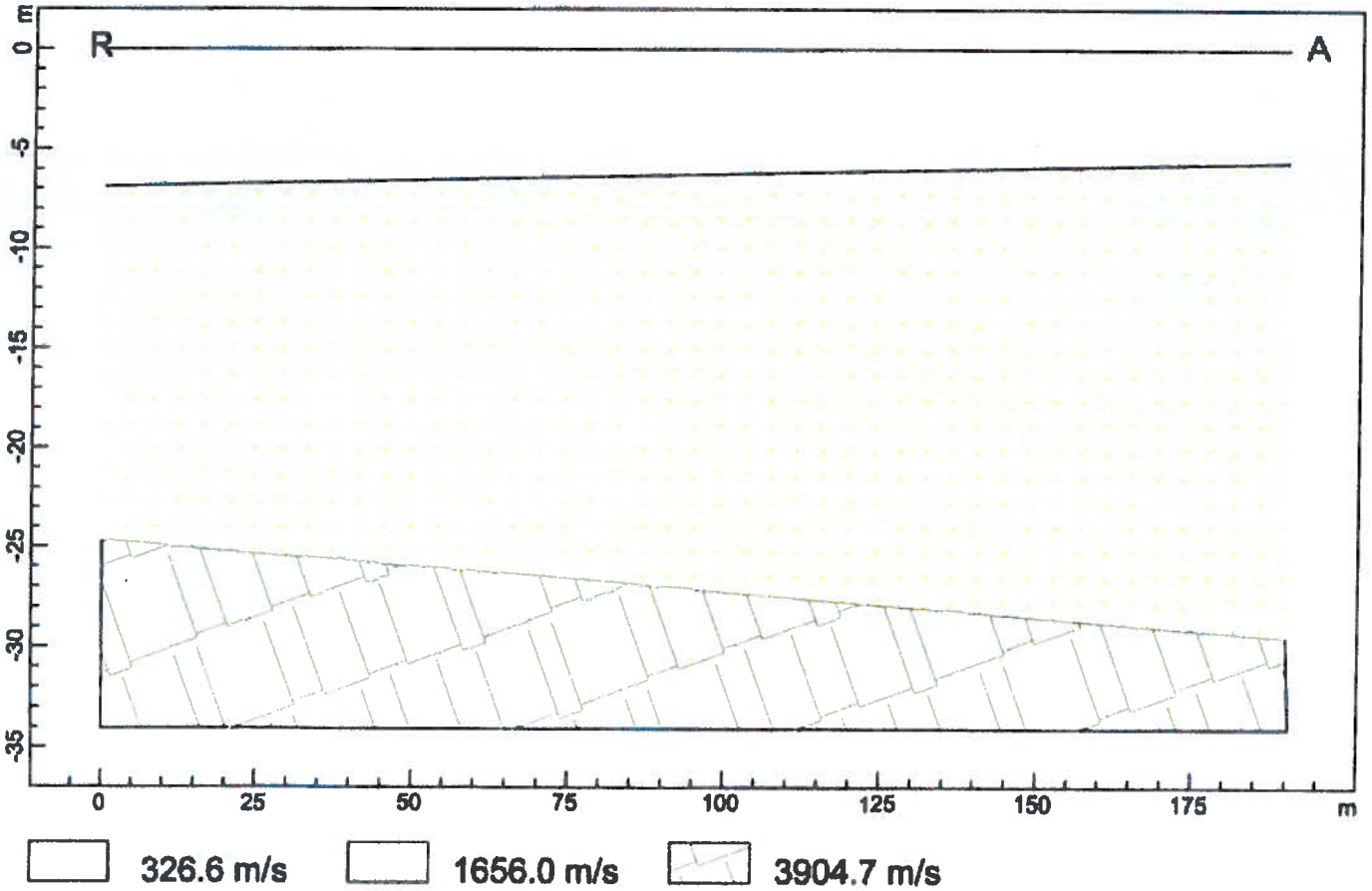
sismica a rifrazione

Fracassi e Piroli

PROFONDITA' RIFRATTORI

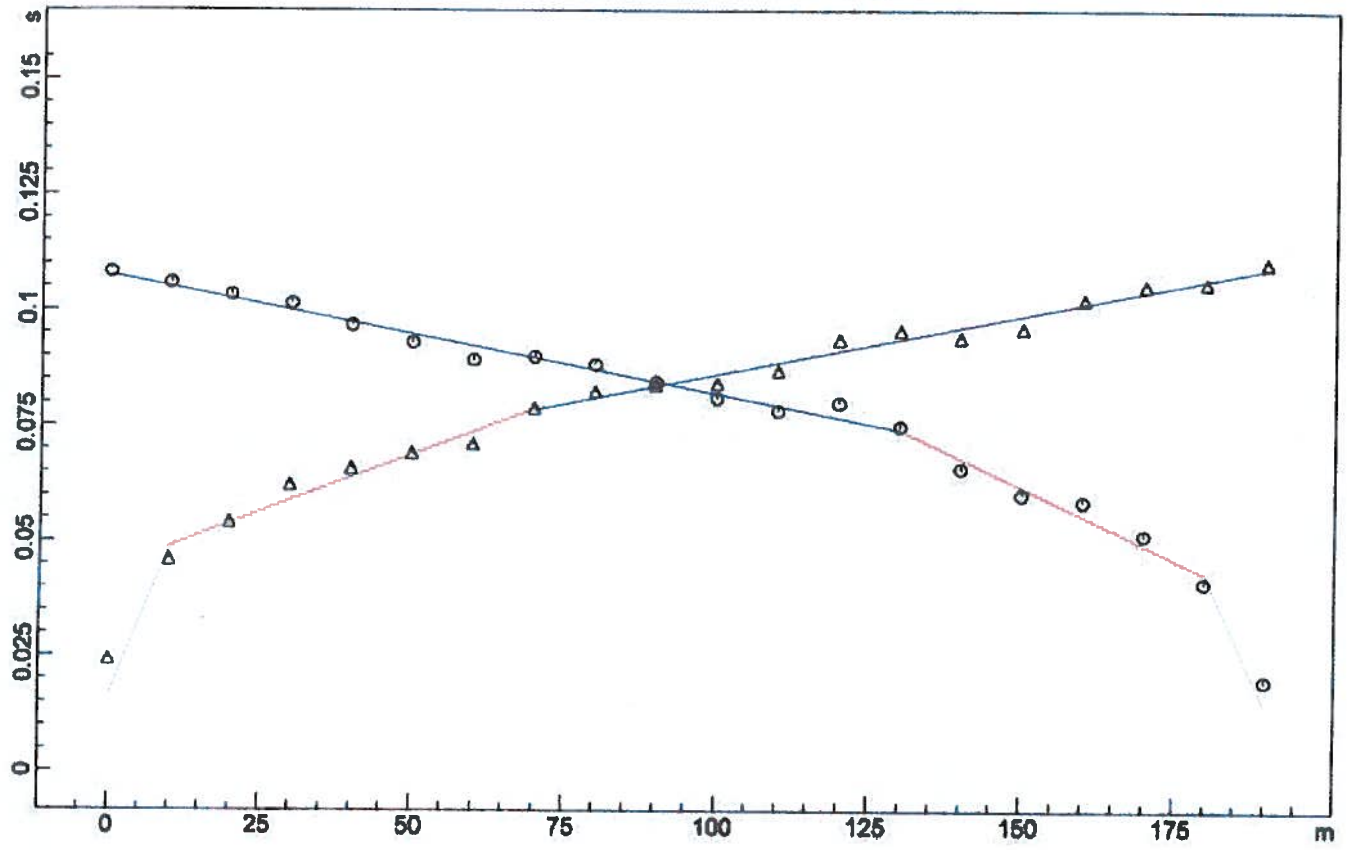


SEZIONE VERTICALE

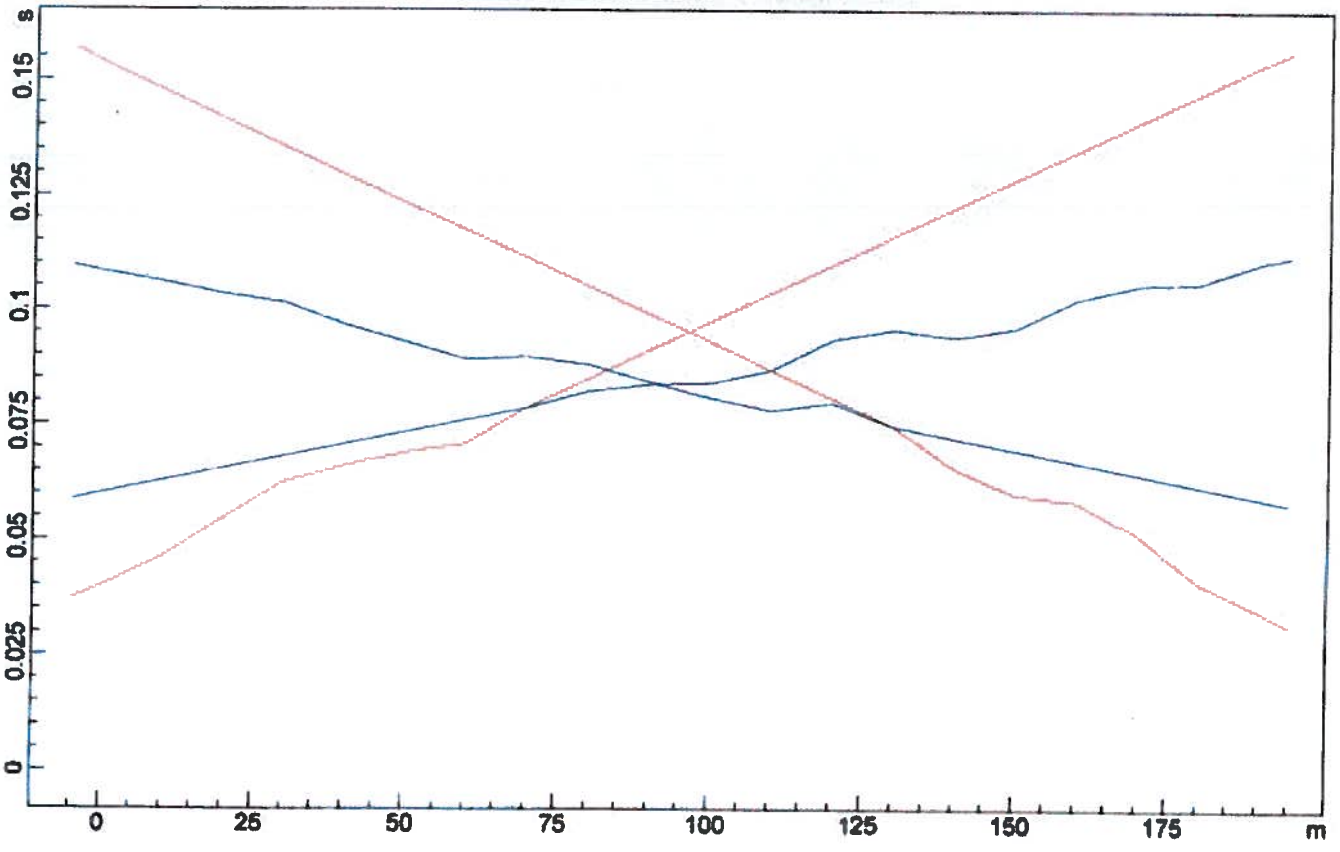


Gombio
sismica a rifrazione
Fracassi e Piroli

DROMOCRONE ORIGINALI

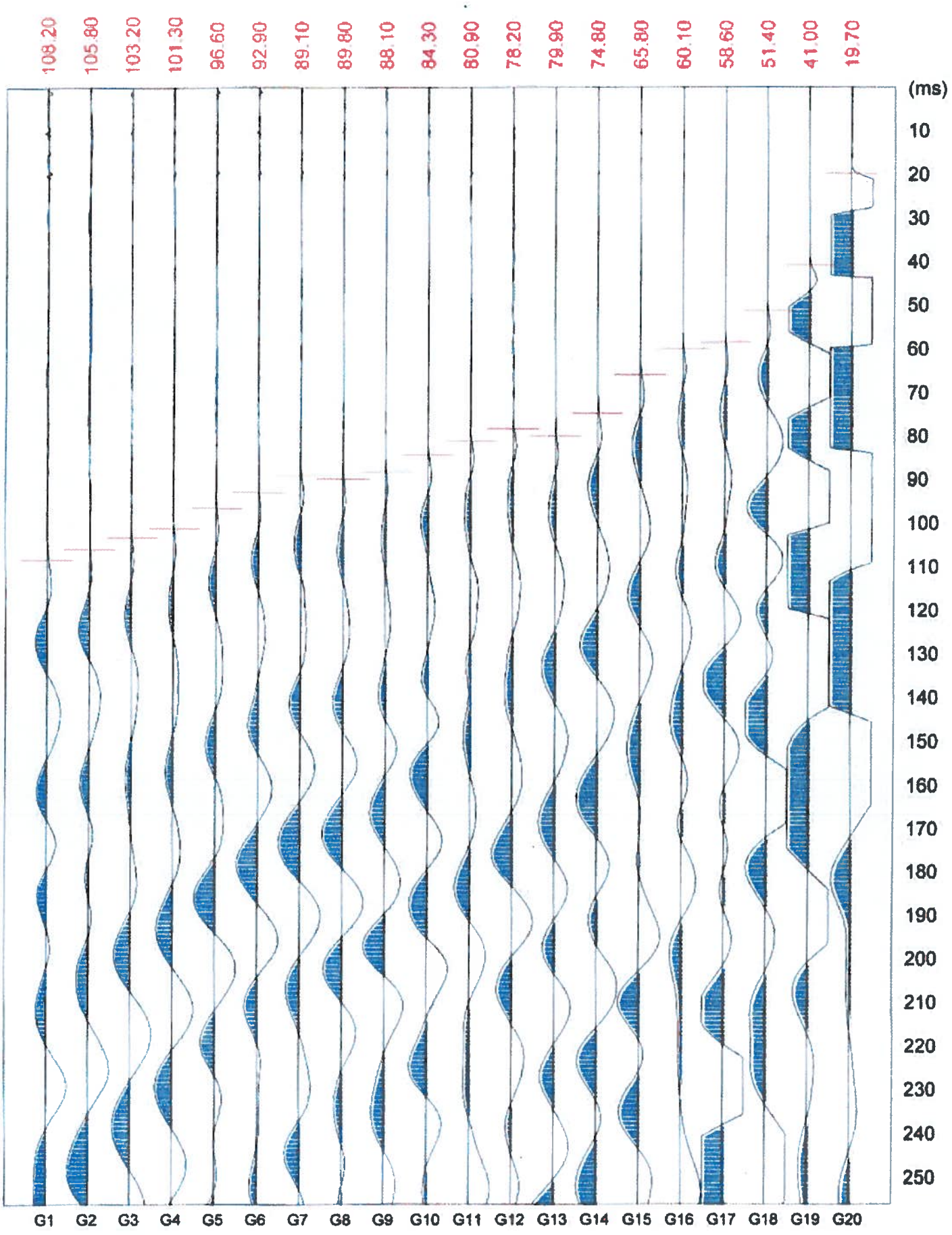


DROMOCRONE TRASLATE



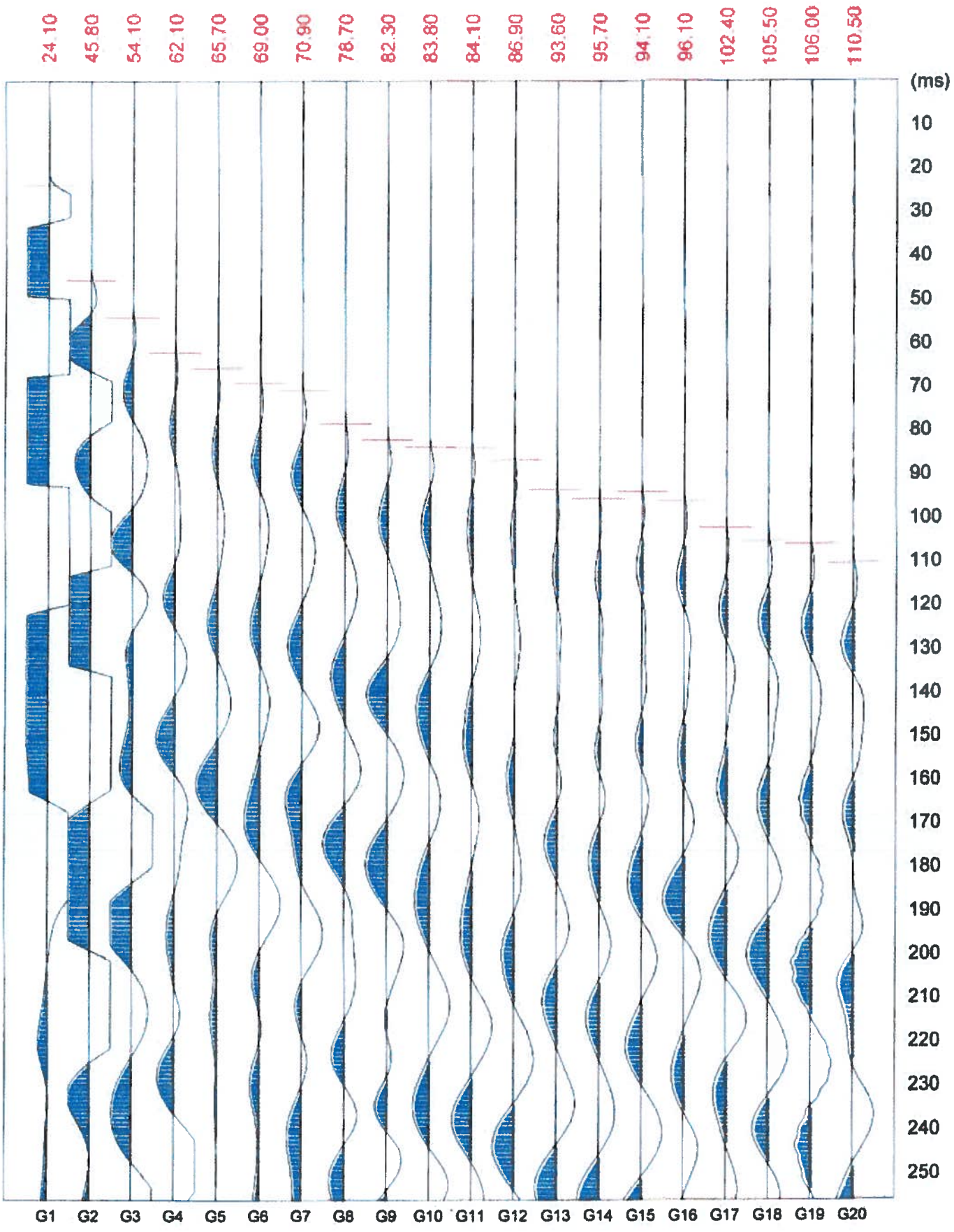
www.geoandsoft.com

Gombio
sismica a rifrazione
Fracassi e Piroli



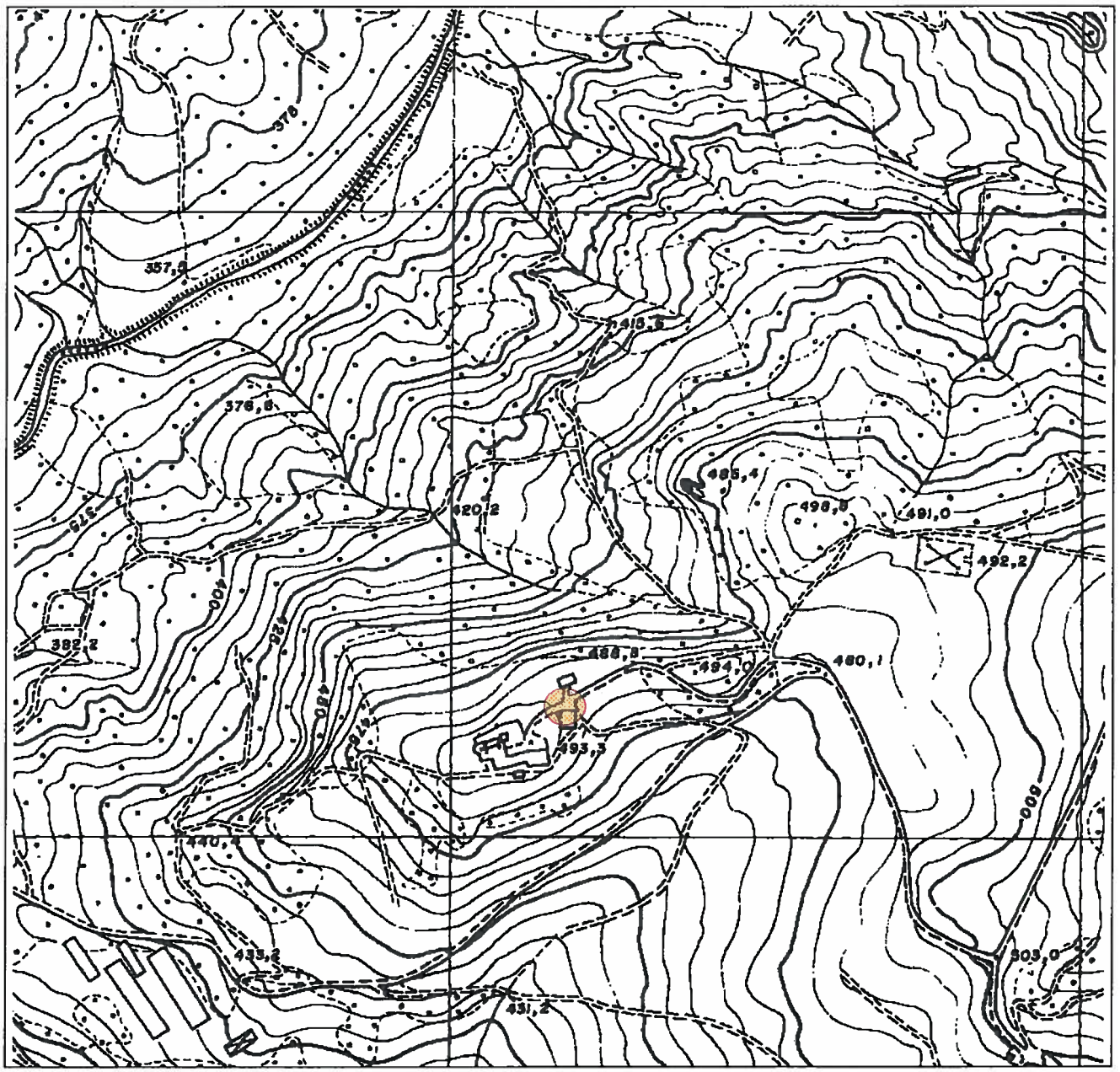
www.geoandsoft.com

Gombio
sismica a rifrazione
Fracassi e Piroli

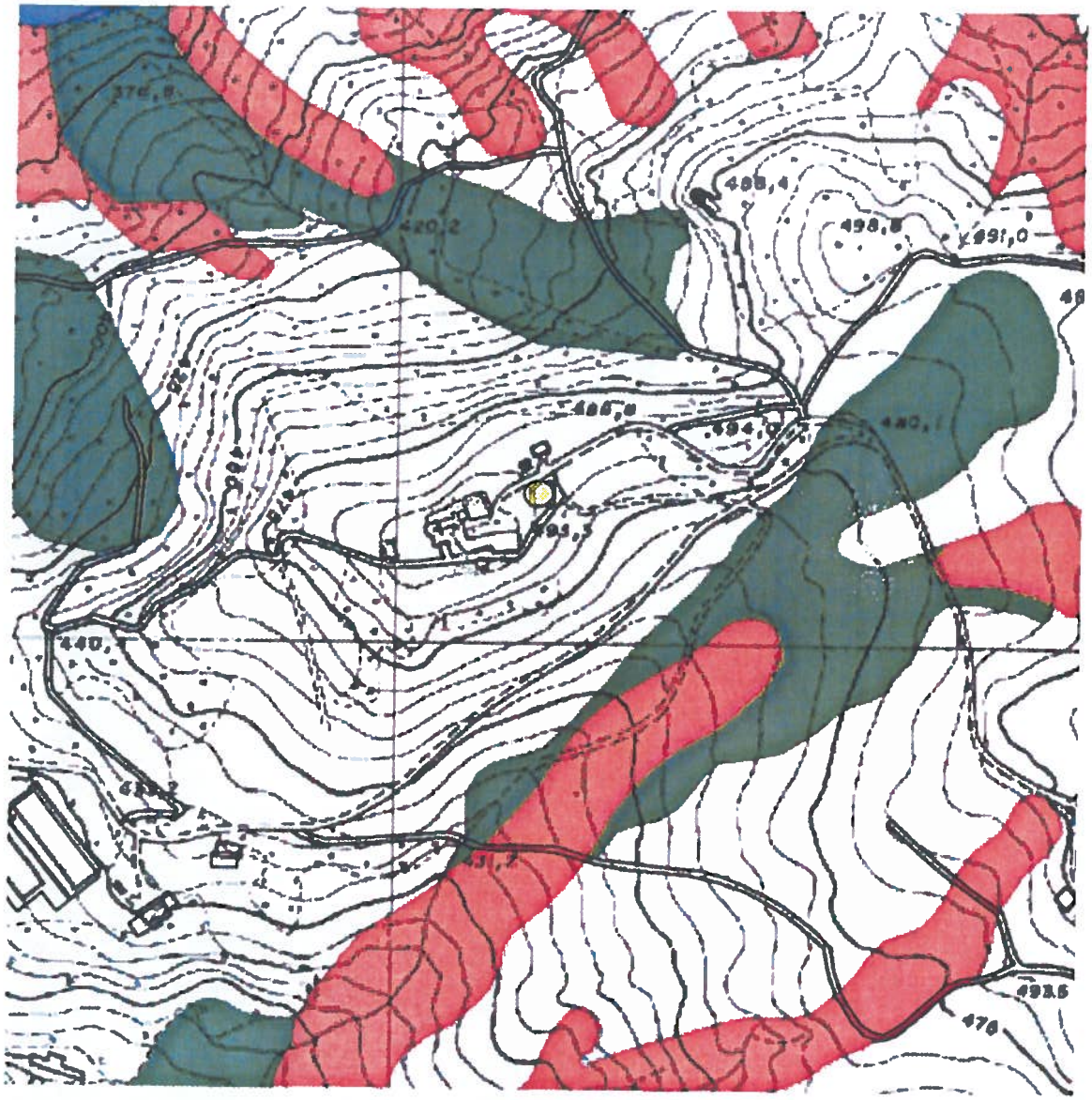


www.geoandsoft.com

Ubicazione intervento su C.T.R. elemento N° 218063 - scala 1:5000 N



Estratto Carta del Dissesto - Scala 1:10000 - ubicazione



legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Scheda 37 ambito BTR

BTR

STUDIO TECNICO DI GEOLOGIA
dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Regionale Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (RE)
tel. - Fax. 0522/ 619267

RELAZIONE

COMUNE DI
CASTELNOVO MONTI
24. LUG. 2006
PROTOCOLLO N° .....
CAT ..... CLAS..... FASC....

Geologica
e
Geotecnica

Riferimento

Provincia:	Reggio Emilia
Comune:	Castelnovo né Monti
Località:	Cà del Grosso
Oggetto:	Demolizione e ristrutturazione di edificio con cambio d'uso
Committente:	Ferrari Marianna
Data:	luglio 2006

Premessa.

Lo scrivente ha eseguito un'indagine geologica per l'area indicata nella cartografia acclusa, allo scopo di valutarne le caratteristiche geologiche, geotecniche, idrologiche e idrogeologiche. La valutazione delle proprietà geologiche e geotecniche dei terreni è stata fatta in base al D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 considerando in particolare i seguenti parametri:

1. - Litologia della zona;
2. - Caratteristiche idrologiche;
3. - Caratteristiche idrogeologiche;
4. - Stabilità dell'area;
5. – Caratteristiche geotecniche del terreno di fondazione.

Metodologie di studio.

Si sono valutati i fattori geologici, idrogeologici e litologici con particolare attenzione agli aspetti riguardanti direttamente o indirettamente la stabilità dell'area interessata ovvero; clinometria del versante, litologia della zona, presenza di frane attive o quiescenti, presenza o meno di faglie e/o discontinuità tettoniche. Inoltre si è proceduto all'esecuzione di tre sondaggi geognostici.

Inquadramento topografico.

L'area è compresa nei seguenti elementi di classificazione topografica:

Carta Tecnica Regionale scala 1: 5000	Elemento n° 218092
Carta Geologica scala 1: 10.000	sezione n° 218090

Allegati al testo.

Carta Tecnica Regionale	scala 1: 5.000
Estratto carta del dissesto	scala 1:10.000
Stratigrafie	

Inquadramento morfologico.

L'area in esame è situata in fregio alla S.P. Vetto – Castelnuovo né Monti, in località Cà del Grosso ed è caratterizzata da un versante disposto in lato est ad una quota di circa 611 m.s.l.m. avente una clinometria di circa 20°.

Caratteri litologici.

Coperture: hanno spessore variabile aumentando verso sud sud-est, sono costituite da depositi di versante - Limo debolmente sabbioso con inclusi clasti eterometrici in prevalenza arenacei.

substrato: è costituito dalla Formazione di Bismantova – Membro delle Arenarie di vetto di colore grigio chiaro in stati di potenza variabile da centimetrica fino a decimetrica, sono in parte affioranti in lato nord. Gli strati sono disposti a monoclinale ed immergono in prevalenza verso nord-est con una inclinazione da 22 a 38°.

Idrologia e idrogeologia.

Premesso che il regime pluviometrico della zona è intermedio fra il continentale ed il marittimo, di norma definito come "*regime sublitoraneo appenninico*" e che il valore medio mensile delle precipitazioni è 95 mm, l'area consente un corretto deflusso superficiale delle acque cadenti e correnti, raccolte dal Rio di fondovalle.

Nella zona in oggetto e secondo le direttive della L. 236/88 si evidenzia l'assenza di emergenze idriche.

Stabilità del versante e dell'area.

In generale il pendio che degrada dai rilievi soprastanti l'abitato di Cà del Grosso, verso il fondovalle, essendo costituito da potenti affioramenti marnosi risulta stabile.

L'area in esame non presenta fenomeni gravitativi né in atto né latenti, la stabilità è assicurata in merito alla litologia del substrato precedentemente descritta, che alla disposizione degli strati a reggipoggio.

Riferimento al P.A.I.

Il Piano Assetto Idrogeologico per l'area interessata, non evidenzia situazioni di vincoli, così è anche per la carta regionale del dissesto, si allega estratto.

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: Ferrari Marianna
Cantiere: ristrutturazione
Località: Cà del Grosso

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63,5 Kg
Altezza di caduta libera	0,75 m
Peso sistema di battuta	8 Kg
Diametro punta conica	50,46 mm
Area di base punta	20 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6,3 Kg/m
Profondità giunzione prima asta	0,80 m
Avanzamento punta	0,20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Coeff. Correlazione	1,504
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA Nr.1

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 12/07/2006
Profondità prova 8,60 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	4	0,851	33,07	38,87	1,65	1,94
0,60	3	0,847	24,69	29,15	1,23	1,46
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	6	0,840	45,30	53,94	2,26	2,70
1,20	6	0,836	45,11	53,94	2,26	2,70
1,40	6	0,833	44,92	53,94	2,25	2,70
1,60	8	0,830	59,66	71,92	2,98	3,60
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	8	0,823	55,08	66,91	2,75	3,35
2,20	10	0,820	68,59	83,63	3,43	4,18
2,40	5	0,817	34,17	41,82	1,71	2,09
2,60	3	0,814	20,43	25,09	1,02	1,25
2,80	4	0,811	27,14	33,45	1,36	1,67
3,00	5	0,809	31,61	39,09	1,58	1,95
3,20	4	0,806	25,21	31,27	1,26	1,56
3,40	4	0,803	25,13	31,27	1,26	1,56
3,60	4	0,801	25,05	31,27	1,25	1,56
3,80	3	0,798	18,73	23,46	0,94	1,17
4,00	3	0,796	17,53	22,02	0,88	1,10
4,20	3	0,794	17,48	22,02	0,87	1,10
4,40	2	0,791	11,62	14,68	0,58	0,73
4,60	2	0,789	11,59	14,68	0,58	0,73
4,80	3	0,787	17,33	22,02	0,87	1,10
5,00	3	0,785	16,29	20,75	0,81	1,04
5,20	3	0,783	16,25	20,75	0,81	1,04
5,40	3	0,781	16,21	20,75	0,81	1,04
5,60	4	0,779	21,56	27,67	1,08	1,38
5,80	2	0,777	10,75	13,83	0,54	0,69
6,00	1	0,775	5,07	6,54	0,25	0,33
6,20	2	0,774	10,12	13,08	0,51	0,65
6,40	3	0,772	15,15	19,62	0,76	0,98
6,60	4	0,770	20,15	26,16	1,01	1,31
6,80	6	0,769	30,17	39,24	1,51	1,96
7,00	7	0,767	33,31	43,42	1,67	2,17
7,20	6	0,766	28,49	37,21	1,42	1,86
7,40	5	0,764	23,70	31,01	1,18	1,55
7,60	6	0,763	28,38	37,21	1,42	1,86
7,80	8	0,761	37,77	49,62	1,89	2,48
8,00	7	0,760	31,37	41,28	1,57	2,06
8,20	6	0,759	26,84	35,38	1,34	1,77
8,40	7	0,757	31,26	41,28	1,56	2,06
8,60	30	0,656	116,06	176,92	5,80	8,85

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6,87	8,40	6,87	Skempton 1986	25,65
Strato 2	45,12	8,60	45,12	Skempton 1986	76,41

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6,87	8,40	6,87	De Mello	26,05
Strato 2	45,12	8,60	45,12	De Mello	33,08

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6,87	8,40	6,87	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	45,12	8,60	45,12	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	6,87	8,40	6,87	Meyerhof ed altri	1,62
Strato 2	45,12	8,60	45,12	Meyerhof ed altri	2,22

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	6,87	8,40	6,87	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,90
Strato 2	45,12	8,60	45,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6,87	8,40	6,87	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	45,12	8,60	45,12	(A.G.I.)	0,26

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6,87	8,40	6,87	Ohta & Goto (1978) Limi	125,951
Strato 2	45,12	8,60	45,12	Ohta & Goto (1978)	199,85

PROVA Nr.2

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 12/07/2006
Profondità prova 5,40 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	4	0,847	32,92	38,87	1,65	1,94
0,80	6	0,843	49,17	58,31	2,46	2,92
1,00	7	0,840	52,84	62,93	2,64	3,15
1,20	8	0,836	60,14	71,92	3,01	3,60
1,40	7	0,833	52,41	62,93	2,62	3,15
1,60	6	0,830	44,75	53,94	2,24	2,70
1,80	5	0,826	37,14	44,95	1,86	2,25
2,00	4	0,823	27,54	33,45	1,38	1,67
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	4	0,817	27,34	33,45	1,37	1,67
2,60	3	0,814	20,43	25,09	1,02	1,25
2,80	3	0,811	20,36	25,09	1,02	1,25
3,00	2	0,809	12,65	15,64	0,63	0,78
3,20	2	0,806	12,60	15,64	0,63	0,78
3,40	2	0,803	12,56	15,64	0,63	0,78
3,60	3	0,801	18,78	23,46	0,94	1,17
3,80	2	0,798	12,48	15,64	0,62	0,78
4,00	2	0,796	11,69	14,68	0,58	0,73
4,20	2	0,794	11,65	14,68	0,58	0,73
4,40	2	0,791	11,62	14,68	0,58	0,73
4,60	3	0,789	17,38	22,02	0,87	1,10
4,80	8	0,787	46,22	58,72	2,31	2,94
5,00	17	0,735	86,43	117,59	4,32	5,88
5,20	30	0,683	141,73	207,52	7,09	10,38
5,40	30	0,681	141,33	207,52	7,07	10,38

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.2

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	6,02	4,80	6,02	Skempton 1986	23,5
Strato 2	38,61	5,40	38,61	Skempton 1986	71,24

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	6,02	4,80	6,02	De Mello	25,66
Strato 2	38,61	5,40	38,61	De Mello	32,63

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	6,02	4,80	6,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	38,61	5,40	38,61	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	6,02	4,80	6,02	Meyerhof ed altri	1,58
Strato 2	38,61	5,40	38,61	Meyerhof ed altri	2,20

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	6,02	4,80	6,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,89
Strato 2	38,61	5,40	38,61	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	6,02	4,80	6,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	38,61	5,40	38,61	(A.G.I.)	0,28

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	6,02	4,80	6,02	Ohta & Goto (1978) Limi	110,503
Strato 2	38,61	5,40	38,61	Ohta & Goto (1978)	176,271

PROVA Nr.3

Strumento utilizzato DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
Prova eseguita in data 12/07/2006
Profondità prova 5,20 mt
Falda non rilevata

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0,20	5	0,855	41,53	48,59	2,08	2,43
0,40	6	0,851	49,61	58,31	2,48	2,92
0,60	5	0,847	41,16	48,59	2,06	2,43
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	5	0,840	37,75	44,95	1,89	2,25
1,20	7	0,836	52,63	62,93	2,63	3,15
1,40	11	0,833	82,36	98,89	4,12	4,94
1,60	13	0,780	91,10	116,87	4,56	5,84
1,80	13	0,776	90,73	116,87	4,54	5,84
2,00	11	0,823	75,73	92,00	3,79	4,60
2,20	13	0,770	83,73	108,72	4,19	5,44
2,40	16	0,767	102,65	133,81	5,13	6,69
2,60	18	0,764	115,05	150,54	5,75	7,53
2,80	14	0,761	89,15	117,09	4,46	5,85
3,00	11	0,809	69,55	86,00	3,48	4,30
3,20	10	0,806	63,02	78,18	3,15	3,91
3,40	6	0,803	37,69	46,91	1,88	2,35
3,60	6	0,801	37,57	46,91	1,88	2,35
3,80	7	0,798	43,70	54,73	2,18	2,74
4,00	9	0,796	52,59	66,06	2,63	3,30
4,20	8	0,794	46,61	58,72	2,33	2,94
4,40	7	0,791	40,67	51,38	2,03	2,57
4,60	7	0,789	40,55	51,38	2,03	2,57
4,80	9	0,787	52,00	66,06	2,60	3,30
5,00	30	0,685	142,15	207,52	7,11	10,38
5,20	30	0,683	141,73	207,52	7,09	10,38

STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.3

TERRENI INCOERENTI

Densità relativa

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Densità relativa (%)
Strato 1	8,02	1,20	8,02	Skempton 1986	28,45
Strato 2	19,55	3,20	19,55	Skempton 1986	50,56
Strato 3	11,1	4,80	11,1	Skempton 1986	35,37
Strato 4	45,12	5,20	45,12	Skempton 1986	76,41

Angolo di resistenza al taglio

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Angolo d'attrito (°)
Strato 1	8,02	1,20	8,02	De Mello	26,86
Strato 2	19,55	3,20	19,55	De Mello	30,15
Strato 3	11,1	4,80	11,1	De Mello	27,96
Strato 4	45,12	5,20	45,12	De Mello	33,22

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
Strato 1	8,02	1,20	8,02	Classificazione A.G.I. 1977	POCO ADDENSATO
Strato 2	19,55	3,20	19,55	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 3	11,1	4,80	11,1	Classificazione A.G.I. 1977	MODERATAMENTE ADDENSATO
Strato 4	45,12	5,20	45,12	Classificazione A.G.I. 1977	ADDENSATO

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma (t/m³)
Strato 1	8,02	1,20	8,02	Meyerhof ed altri	1,66
Strato 2	19,55	3,20	19,55	Meyerhof ed altri	1,98
Strato 3	11,1	4,80	11,1	Meyerhof ed altri	1,77
Strato 4	45,12	5,20	45,12	Meyerhof ed altri	2,22

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Gamma Saturo (t/m³)
Strato 1	8,02	1,20	8,02	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,91
Strato 2	19,55	3,20	19,55	Terzaghi-Peck 1948-1967	---
Strato 3	11,1	4,80	11,1	Terzaghi-Peck 1948-1967	1,92
Strato 4	45,12	5,20	45,12	Terzaghi-Peck 1948-1967	---

Modulo di Poisson

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Poisson
Strato 1	8,02	1,20	8,02	(A.G.I.)	0,34
Strato 2	19,55	3,20	19,55	(A.G.I.)	0,32
Strato 3	11,1	4,80	11,1	(A.G.I.)	0,33
Strato 4	45,12	5,20	45,12	(A.G.I.)	0,26

Velocità onde

	Nspt	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Velocità onde m/s
Strato 1	8,02	1,20	8,02	Ohta & Goto (1978) Limi	88,864
Strato 2	19,55	3,20	19,55	Ohta & Goto (1978) Limi	133,222
Strato 3	11,1	4,80	11,1	Ohta & Goto (1978) Limi	135,569
Strato 4	45,12	5,20	45,12	Ohta & Goto (1978)	180,397

Considerazioni sui sondaggi eseguiti.

L'area investigata è geologicamente caratterizzata da:

1. un primo strato costituito da Limi debolmente sabbiosi, hanno uno spessore variabile da 8,40 mt in lato ovest fino a 4,80 mt in lato opposto;
2. un secondo strato sottostante costituito dalla Formazione di Bismantova – membro Arenaceo-marnoso, nell'area investigata il substrato ha una morfologia inclinata verso ovest.

Infine non si è rilevata la presenza di acqua, tuttavia è probabile un'eventuale percolazione a carattere stagionale al contatto con il substrato.

Calcolo capacità portante.

Negli allegati viene riportata il grafico della capacità portante massima ammissibile del terreno ad ogni 30 cm. di quota a partire dal piano campagna, calcolata secondo le elaborazioni proposte da Herminier.

Come si noterà per i terreni di superficie (Limi) tali valori sono scarsi mediamente pari a 0,80 Kg/cm^2, soprattutto per il sondaggio n°1
Mentre per il substrato sottostante abbiamo valori sempre superiori a 1,00 Kg/cm^2 e in progressivo aumento con la profondità.

Di conseguenza si prescrive come piano di fondazione ottimale il substrato arenaceo-marnoso, nonostante la difficoltà derivante dalle quote variabili del medesimo, si veda stratigrafia in allegato.

Per fondazioni poggianti completamente sul substrato, si dovrà adottare una **capacità portante massima ammissibile di 1,80 Kg/cm^2.**

In ogni caso e per nessun motivo si potranno utilizzare entrambe le litologie come terreno di fondazione, a causa degli inevitabili elevati cedimenti differenziali.

V_{S30} e caratterizzazione dei suoli.

L'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20 marzo 2003 aggiorna la normativa sismica in vigore, con l'attribuzione alle diverse località del territorio nazionale un valore di scuotimento sismico di riferimento, espresso in termini di incremento dell'accelerazione al suolo. Inoltre, tale Ordinanza propone l'adozione di un sistema di caratterizzazione geofisica e geotecnica del profilo stratigrafico del suolo, mediante cinque (A - B - C - D - E) tipologie di suoli (più altri due speciali: S_1 e S_2), da individuare in relazione ai parametri di velocità delle onde di taglio mediate sui primi 30 metri di terreno (V_{S30}).

Si può calcolare il valore di V_{S30} in più modi:

1. Con misure dirette di V_S;
2. Con misure indirette di V_S (mediante la V_P di indagini sismiche di superficie, previa conoscenza del Modulo di Poisson per gli strati investigati, al fine di determinare la V_S);
3. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Ohta e Goto (1978) tra N_{SPT} e V_S;
4. Con indagini SPT o comunque prove penetrometriche correlabili alle SPT, mediante la correlazione di Motonori e Yoshida (1988) tra N_{SPT} e V_S.

Calcolo di V_{S30} mediante N_{SPT} (Formula di Ohta e Goto)

$$VS = 54.33 * (N_{SPT})^{0.173} * \alpha * \beta * (Z/0.303)^{0.193}$$

Dove:
α = fattore di età (Olocene = 1.000; Pleistocene = 1.303)
β = fattore geologico (argille = 1.000; sabbie = 1.086)
Z = profondità in mt.
N_{SPT} = numero di colpi
hi = spessore in metri dello strato i-esimo
Vi = velocità dell'onda di taglio i-esima
N = numero di strati.

strato	litotipo	spessore	NSPT	α	β	profondità in mt	Vs m/sec	rapporto spessore velocità	tempi parziali sec.
h1	suolo	8	1	1.303	1.000	8	88	h1/v1	0.090
h2	substrato	22	10	1.303	1.086	22	180	h2/v2	0.122
h3								h3/v3	
h4									
h tot		**30**							t =0.212

V_{S30} =	30/t	141	m/sec

Categorie suolo di fondazione

A >800 m/s *
B >360 m/s
C >180 m/s
D <180 m/s
S_1 <100 m/s
S_2 Terreni liquefacibili o non ascrivibili alle altre categorie
E Contiene alluvioni tra 5 e 20 metri su substrato rigido (V_{s30}>800m/s)

Analisi della permeabilità del terreno.

E' stata eseguita una prova di permeabilità tramite pozzetto circolare, le prove in pozzetto sono adatte soprattutto per terreni granulari e forniscono una valutazione della permeabilità dei terreni superficiali al di sopra del livello di falda. Vengono eseguite in pozzetti cilindrici o a base quadrata con pareti verticali o inclinate. La prova eseguita è stata ripetuta due volte ed è classificata come prova a carico variabile, si effettua misurando la velocità di abbassamento in funzione del tempo.

Le condizioni necessarie perché le prove siano significative sono le seguenti:
· il terreno deve essere saturato preventivamente in modo da stabilire un regime di flusso permanente;
· la profondità del pozzetto deve essere pari a circa 1/7 dell'altezza del fondo dal livello di falda;
· il diametro del pozzetto deve essere almeno 10, 15 volte il diametro massimo dei granuli del terreno;
· il terreno sia omogeneo, isotropo e con coefficiente di permeabilità $k>10^{-6}$ m/s.

Pozzetto circolare

Il coefficiente di permeabilità k viene calcolato con la seguente relazione:

Prove a carico variabile:

$$k = (d/32) \times [(h2 - h1) / (t2 - t1)] / hm;$$

dove:
hm =altezza media dell'acqua nel pozzetto (hm > d/4);
d = diametro del pozzetto ;
t2-t1 = intervallo di tempo;
h2-h1 = variazione di livello dell'acqua nell'intervallo t2-t1 .

Risultato analisi della permeabilità del terreno.

Le due prove sono state ripetute nel tempo di una settimana, entrambi i risultati ottenuti sono concordanti e in base all'equazione utilizzata risulta una permeabilità di k = 10^{-4} cm/s. (buona permeabilità) in accordo a quanto evidenziato dalla litologia di superficie riscontrata. (Limi debolmente sabbiosi).

Prova di percolazione.

Si eseguono per calcolare la lunghezza necessaria per la condotta disperdente per abitante equivalente (a.e.)

In questo caso il risultato ottenuto è di 2,5 mt./a.e.

Si ricorda (**L.R.7/83**) che la distanza fra il fondo trincea ed il massimo livello della falda non deve essere inferiore al metro, è prevista una distanza minima di 30 metri fra la trincea disperdente e qualunque condotta, serbatoi od altra opera destinata al servizio acqua potabile, inoltre lo sviluppo della trincea è variabile in funzione del tipo di terreno interessato:

sabbia sottile o materiale leggero di riporto = 2 mt/a.e
sabbia grossa o pietrisco = 3 mt/a.e.
sabbia sottile con argilla = 5 mt/a.e.
sabbia e argilla = 10 mt/a.e.
argilla = non adatto

È vietato lo scarico sul suolo o in sottosuolo se l'insediamento civile ha una consistenza superiore a 50 vani o a 5,000 m3 ed una capienza ricettiva superiore a 50 posti letto o addetti (**L.R.7/83**).

Pertanto considerato che i sondaggi eseguiti spinti fino a -8 m dal piano campagna (si vedano stratigrafie in allegato) non hanno evidenziato la presenza di falda acquifera, non sussistono quindi problemi inerenti eventuali invasioni da parte della medesima nei confronti della dispersione dei liquami civili o viceversa.

Conclusioni e prescrizioni.

Dalle indagini geognostiche eseguite emerge che l'area di diretto intervento è geologicamente caratterizzata da un potente substrato arenaceo-marnoso, inoltre non si è rilevata la presenza di dissesti o movimenti in atto, ciò è confermato anche dalla analisi della carta Provinciale del dissesto, che non riporta alcun processo di instabilità (frane attive, Frane quiescenti, aree potenzialmente instabili).

Viste le caratteristiche geologiche, geotecniche, stratigrafiche e di stabilità dell'area in esame, si indica come piano di fondazione ottimale il substrato.

Una parte del materiale ottenuto dagli scavi potrà essere utilizzato in sito per la sistemazione dell'area, ponendo attenzione alla sua movimentazione ed al suo costipamento che dovrà avvenire in strati successivi di circa 30 cm., le eccedenze dovranno essere trasportate in apposita discarica autorizzata. Si dispone inoltre l'accantonamento del cotico erboso ed il suo utilizzo nella sistemazione delle scarpate, oltre a ciò l'eventuale adozione di tecniche bioingegneristiche atte ad aumentare la stabilità delle medesime, infine a ripristinare la situazione vegetazionale esistente allo scopo di limitare gli effetti sull'ambiente.

Per quanto concerne le opere di presidio idrogeologico si prescrive che le acque cadenti e correnti vengano adeguatamente raccolte ed allontanate nella rete scolante naturale, così come per eventuali acque percolanti rilevate durante gli scavi.

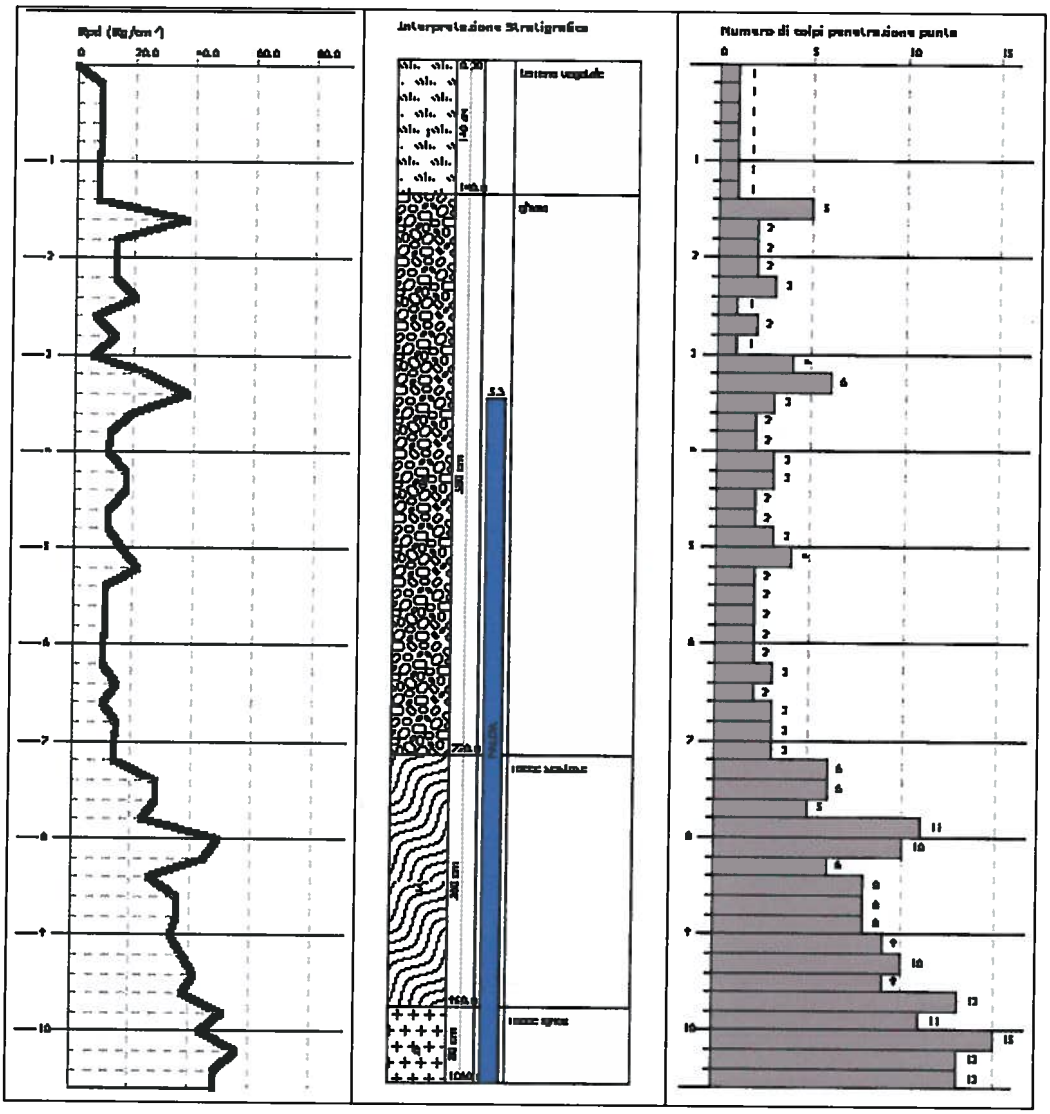
A seguito di quanto in precedenza esposto ed in conformità alle norme dettate dal D.M. 11/03/88 e successivamente dalla Ordinanza P.C.M. n° 3274/2003 si rilascia parere favorevole di fattibilità geologica dell'opera.

12 luglio 2006

dott. Geologo Duilio Pignedoli
Ordine Geologi Emilia Romagna n° 575
Strada Ducale,14 - 42038 Felina (R. E.)

ORDINE DEI GEOLOGI ★ REGIONE EMILIA-ROMAGNA ★
Dott. Geol. DUILIO PIGNEDOLI Nr. 575

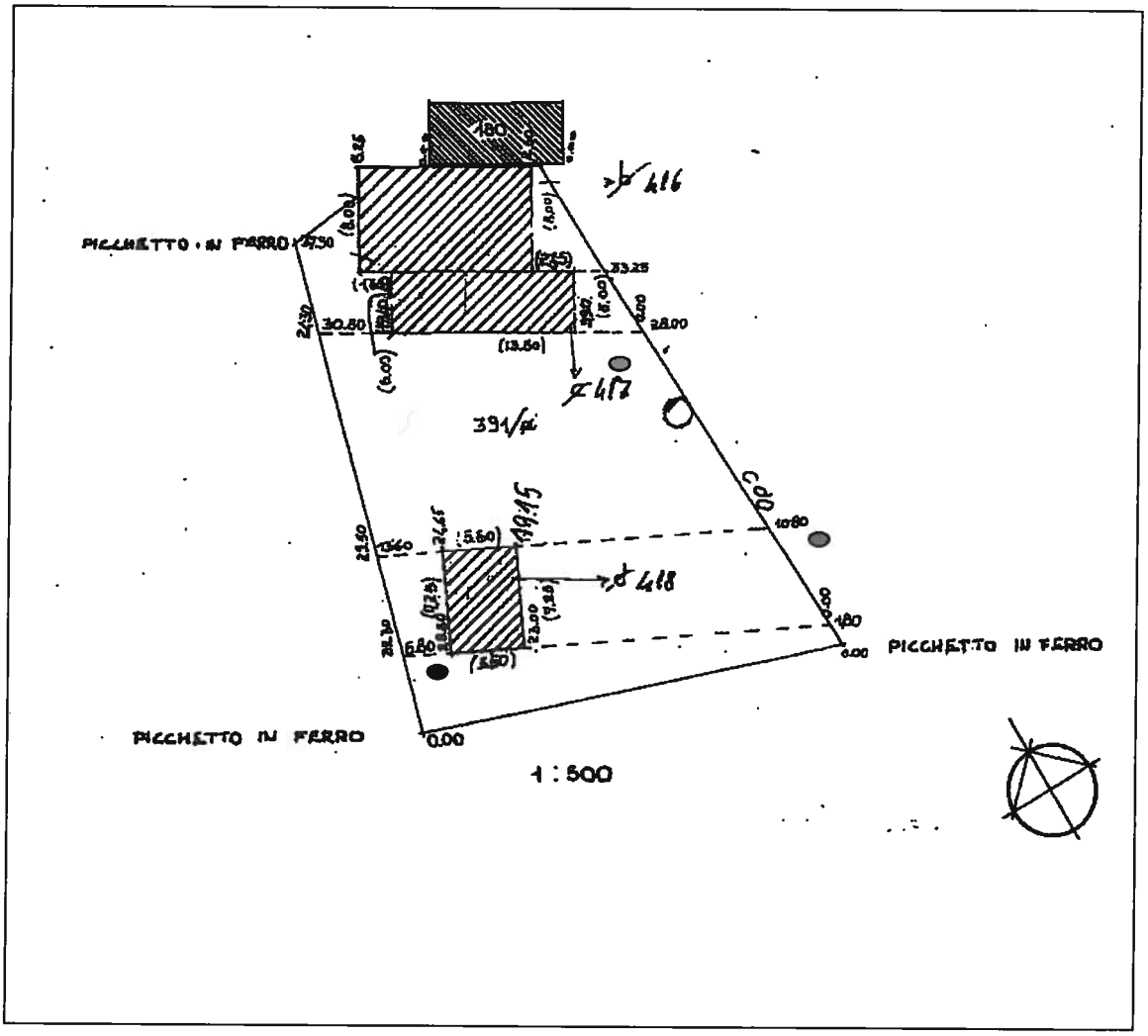
Elaborati sondaggi geognostici

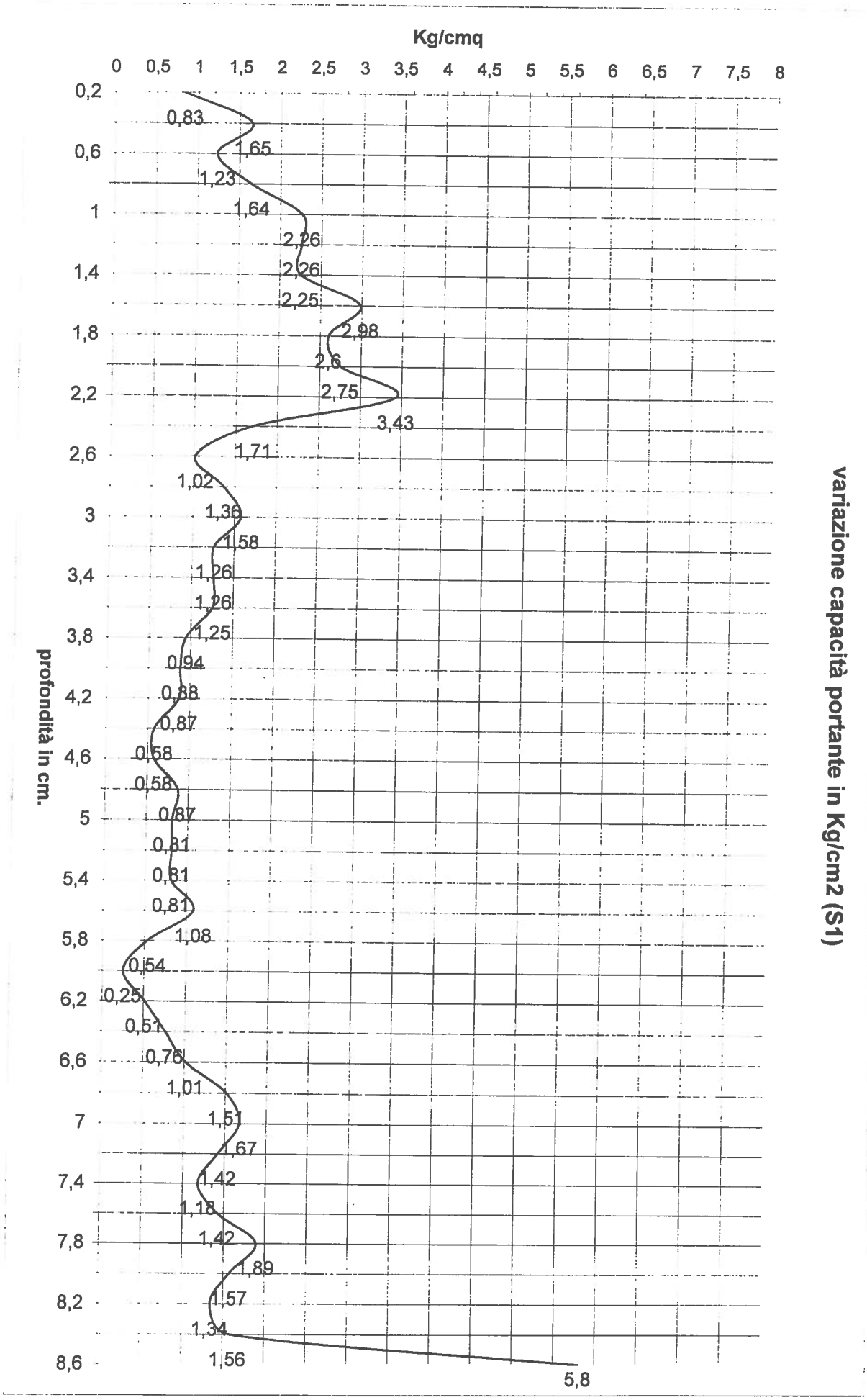


Grafici capacità portante Stratigrafie Resistenza

Ubicazione sondaggi
Scala 1:2000

1	●
2	●
3	●



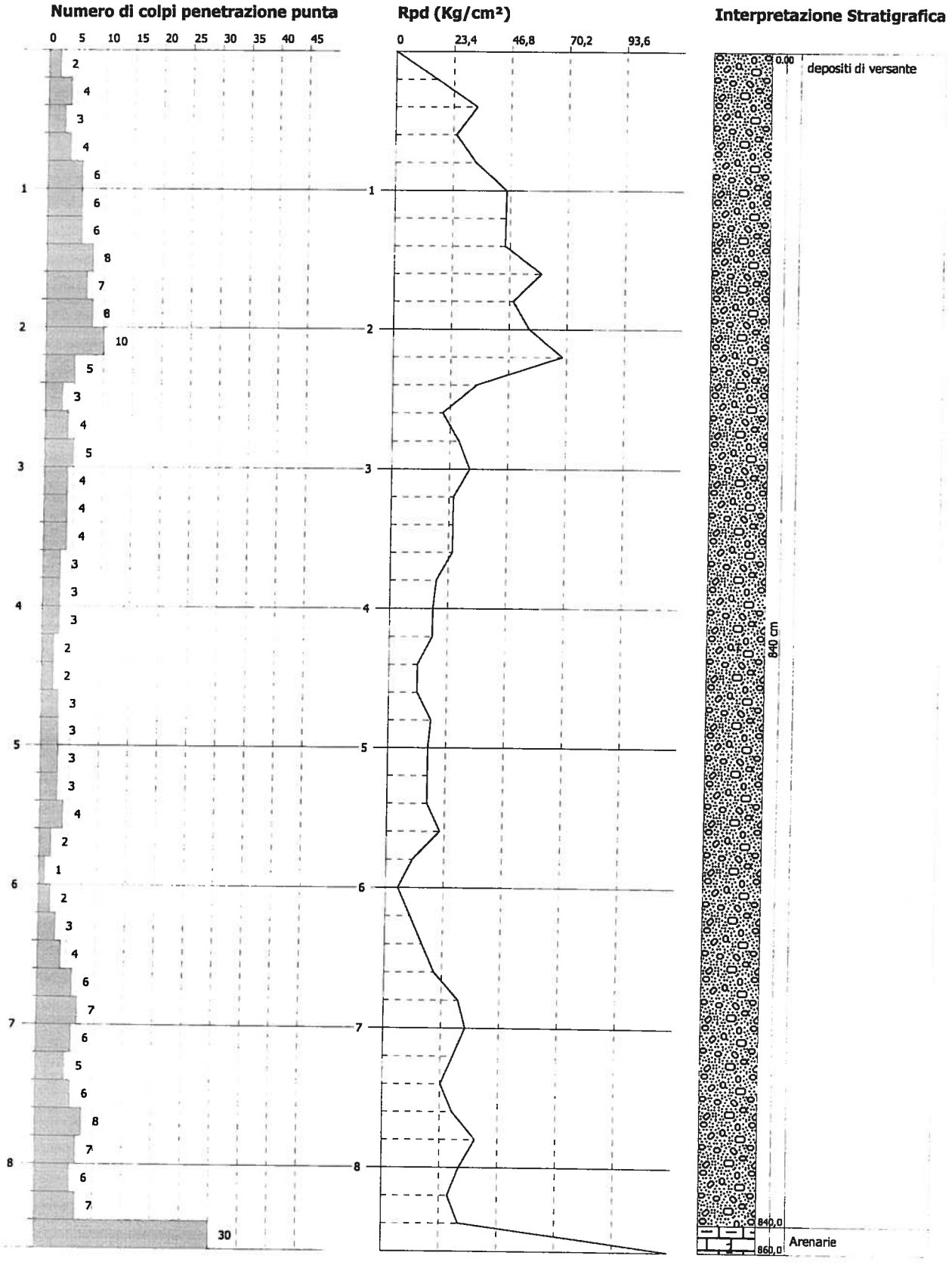

Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
profondità in cm.
0,2 0,6 1 1,4 1,8 2,2 2,6 3 3,4 3,8 4,2 4,6 5 5,4 5,8 6,2 6,6 7 7,4 7,8 8,2 8,6
0,83
1,65
1,23
1,64
2,26
2,26
2,25
2,98
2,6
2,75
3,43
1,71
1,02
1,36
1,58
1,26
1,26
1,25
0,94
0,88
0,87
0,58
0,58
0,87
0,81
0,81
0,81
1,08
0,54
0,25
0,51
0,76
1,01
1,51
1,67
1,42
1,18
1,42
1,89
1,57
1,34
1,56
5,8
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S1)

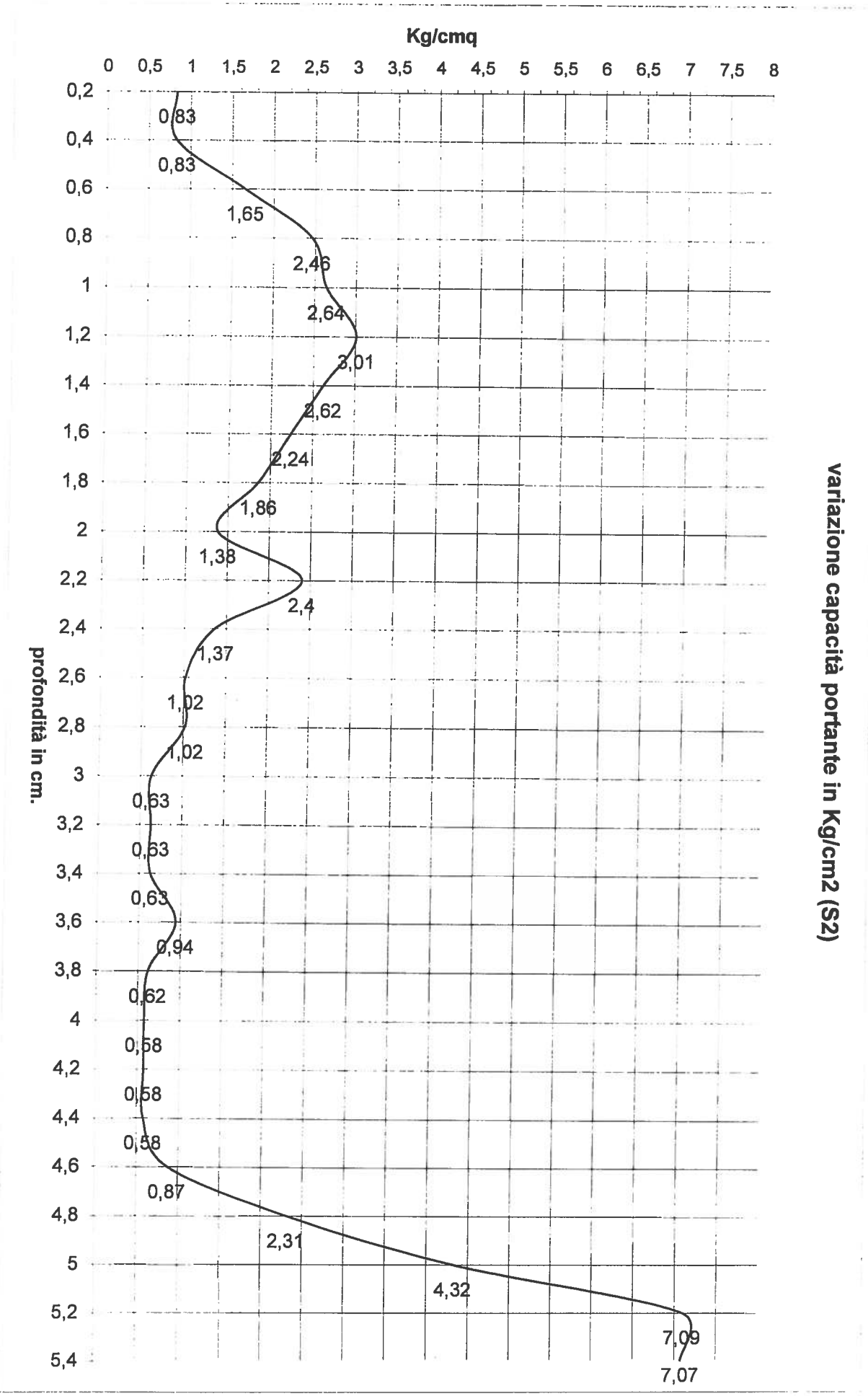
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Ferrari Marianna
Cantiere : ristrutturazione
Località : Cà del Grosso

Data :12/07/2006

Scala 1:41




Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
0,2 0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2 2,2 2,4 2,6 2,8 3 3,2 3,4 3,6 3,8 4 4,2 4,4 4,6 4,8 5 5,2 5,4
0,83
0,83
1,65
2,46
2,64
3,01
2,62
2,24
1,86
1,38
2,4
1,37
1,02
1,02
0,63
0,63
0,63
0,94
0,62
0,58
0,58
0,58
0,87
2,31
4,32
7,09
7,07
profondità in cm.
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S2)

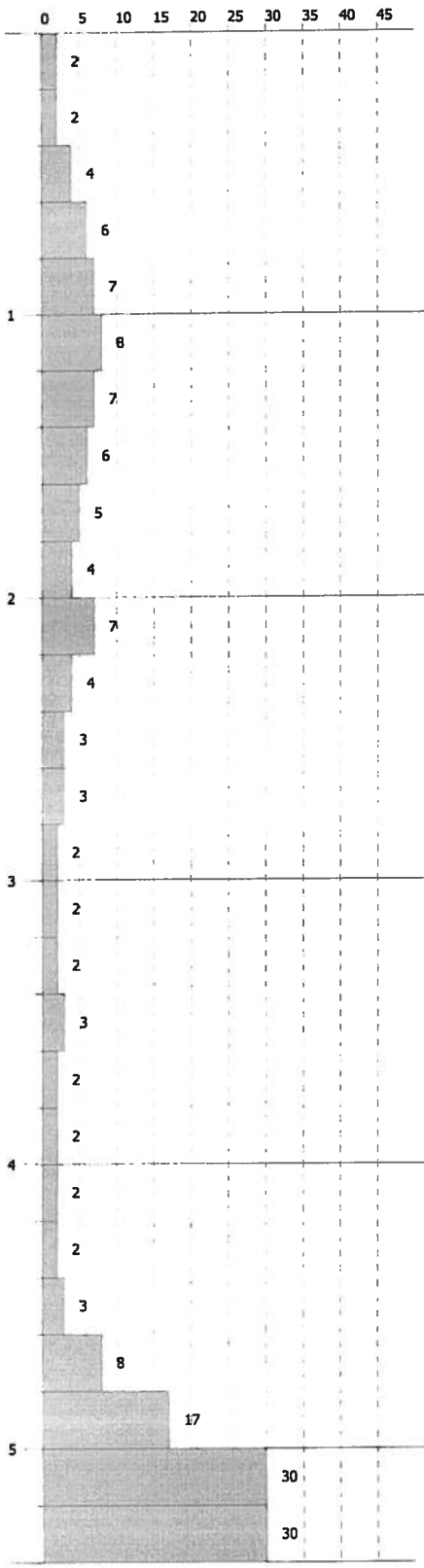
PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.2
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : Ferrari Marianna
Cantiere : ristrutturazione
Località : Cà del Grosso

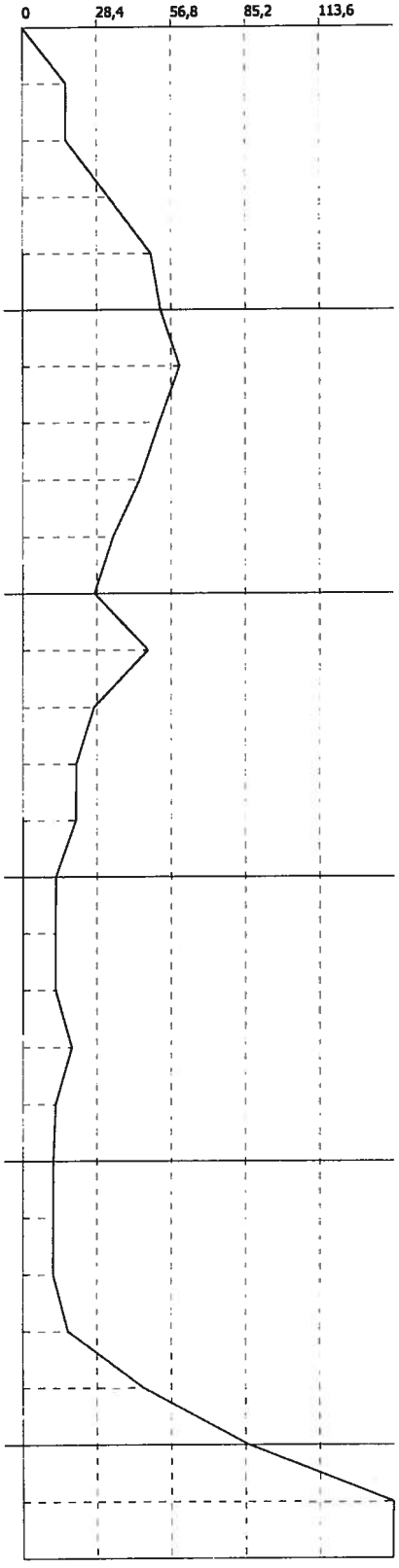
Data :12/07/2006

Scala 1:26

Numero di colpi penetrazione punta

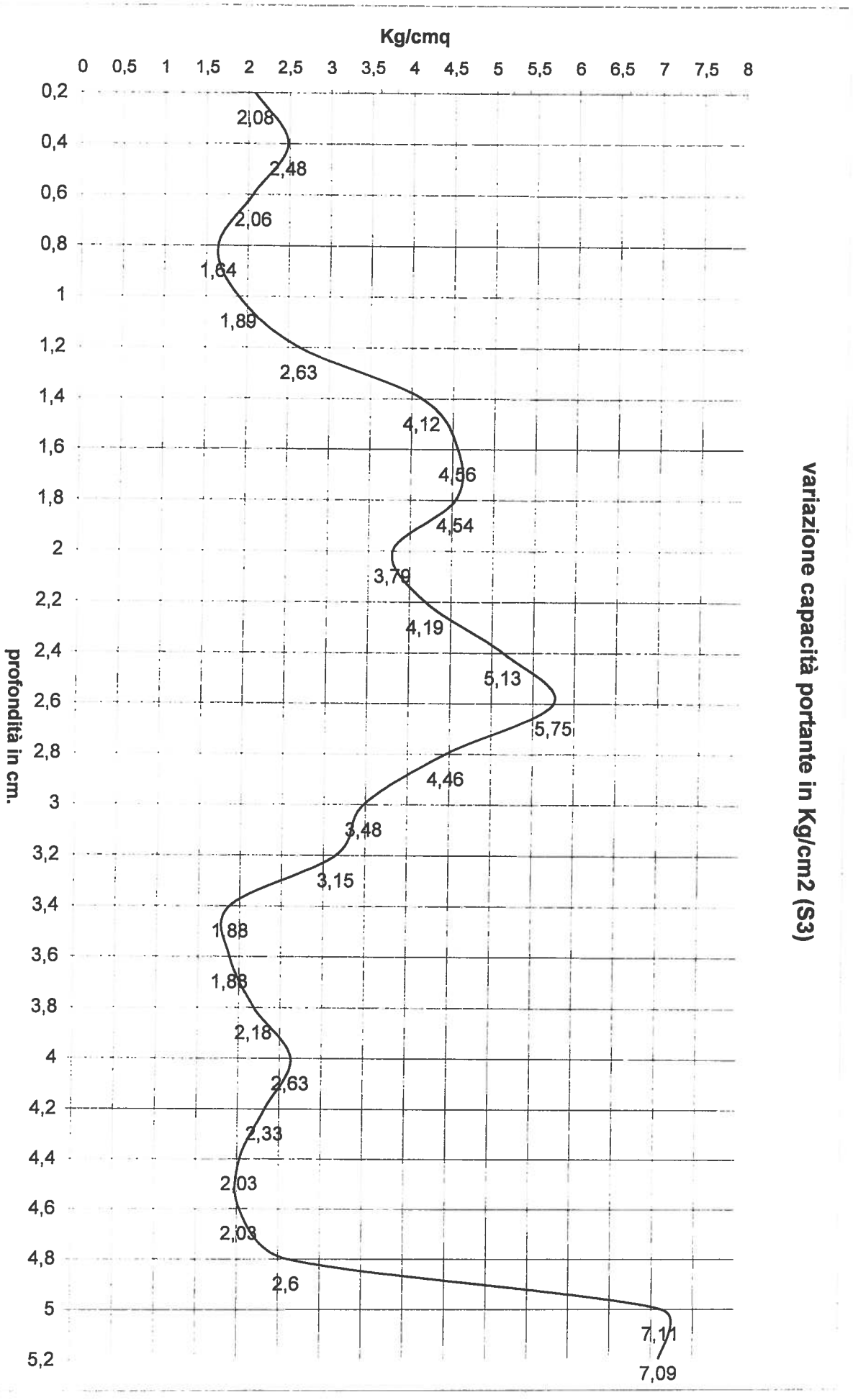


Rpd (Kg/cm²)



Interpretazione Stratigrafica



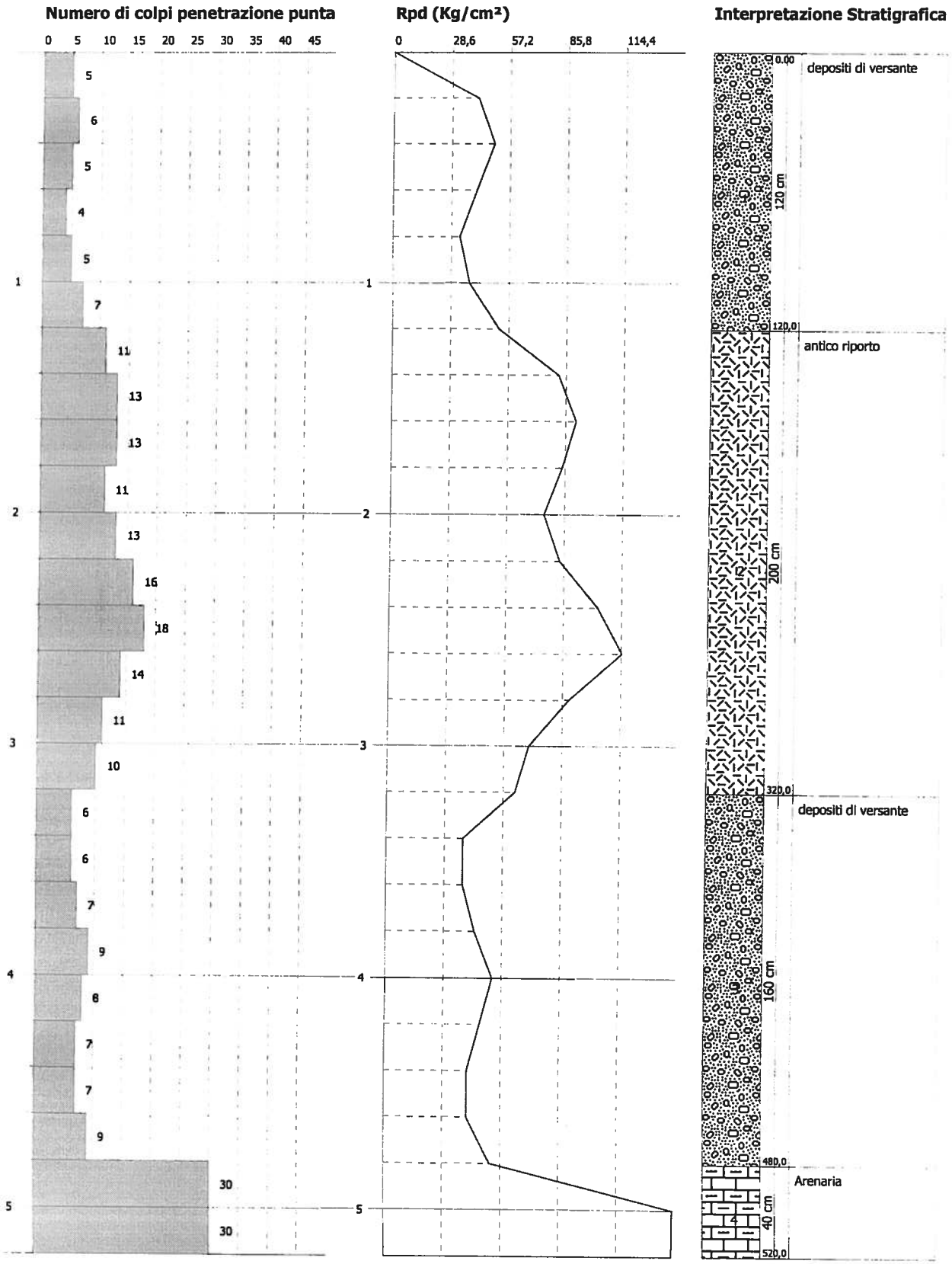

Kg/cmq
0 0,5 1 1,5 2 2,5 3 3,5 4 4,5 5 5,5 6 6,5 7 7,5 8
0,2 0,4 0,6 0,8 1 1,2 1,4 1,6 1,8 2 2,2 2,4 2,6 2,8 3 3,2 3,4 3,6 3,8 4 4,2 4,4 4,6 4,8 5 5,2
2,08
2,48
2,06
1,64
1,89
2,63
4,12
4,56
4,54
3,79
4,19
5,13
5,75
4,46
3,48
3,15
1,88
1,88
2,18
2,63
2,33
2,03
2,03
2,6
7,11
7,09
profondità in cm.
variazione capacità portante in Kg/cm2 (S3)

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.3
Strumento utilizzato... DPSH (Dinamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

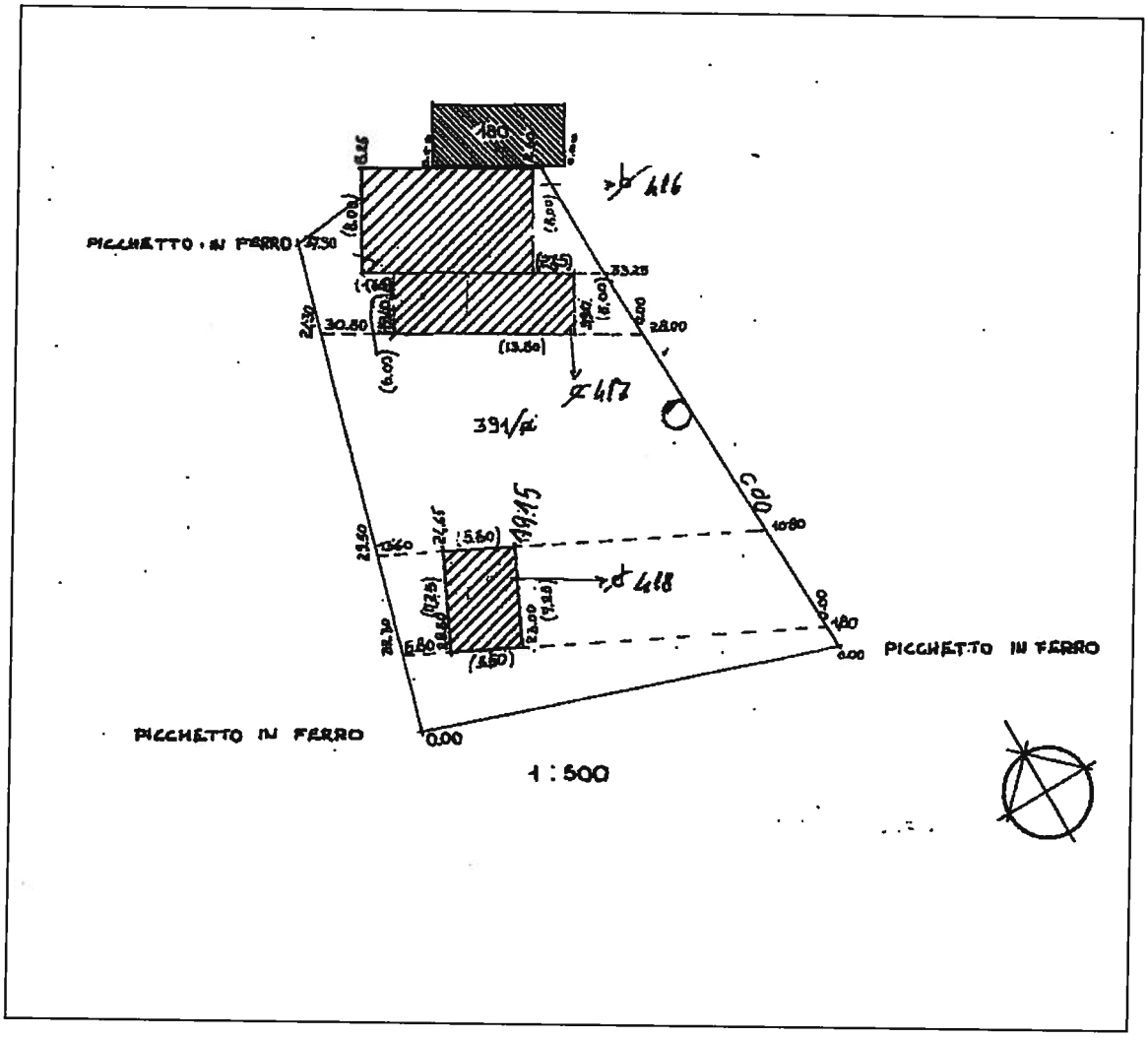
Committente : Ferrari Marianna
Cantiere : ristrutturazione
Località : Cà del Grosso

Data :12/07/2006

Scala 1:25



Estratto Catastale
Scala 1:2000

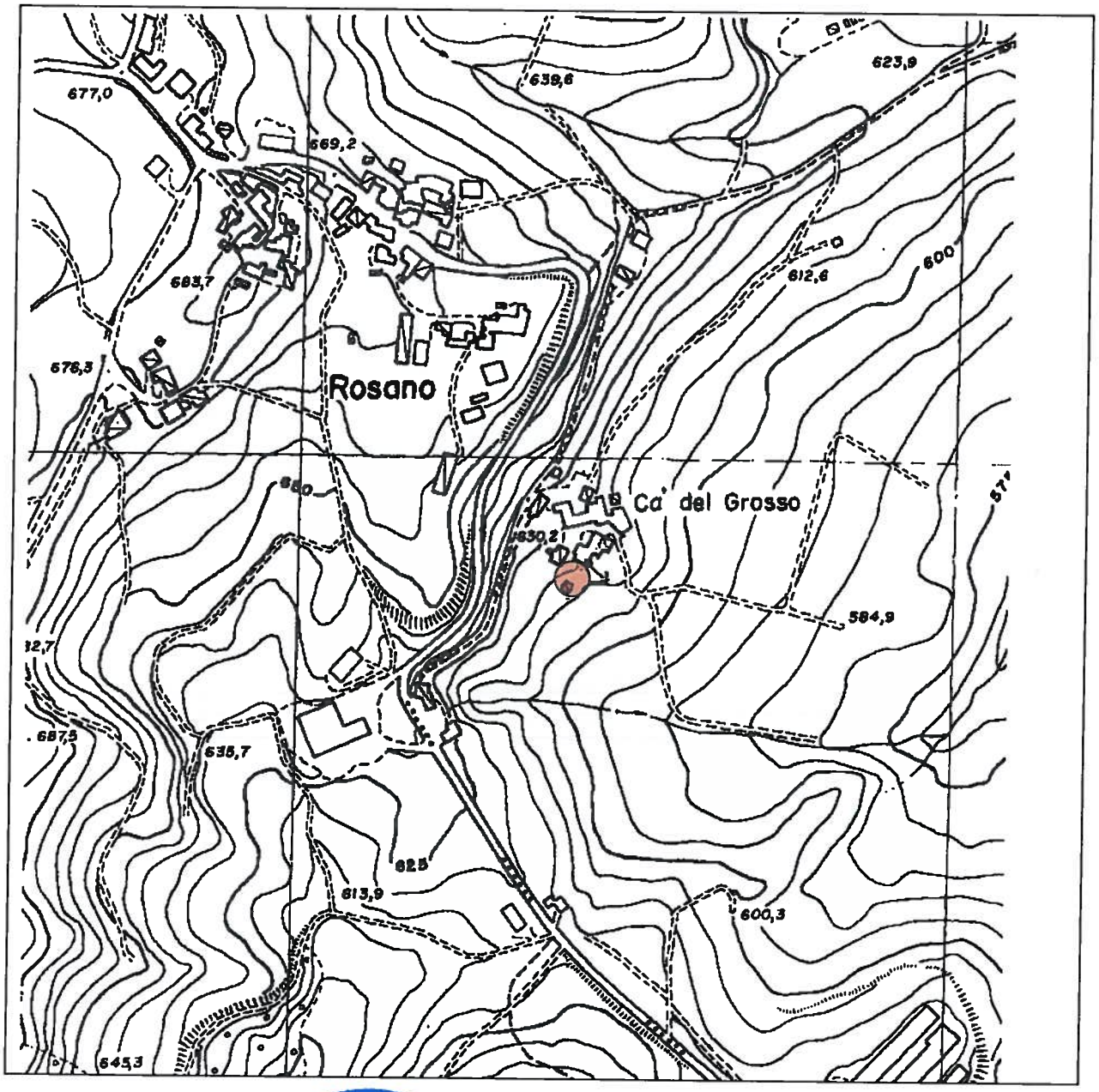


N

Estratto CTR – 218092

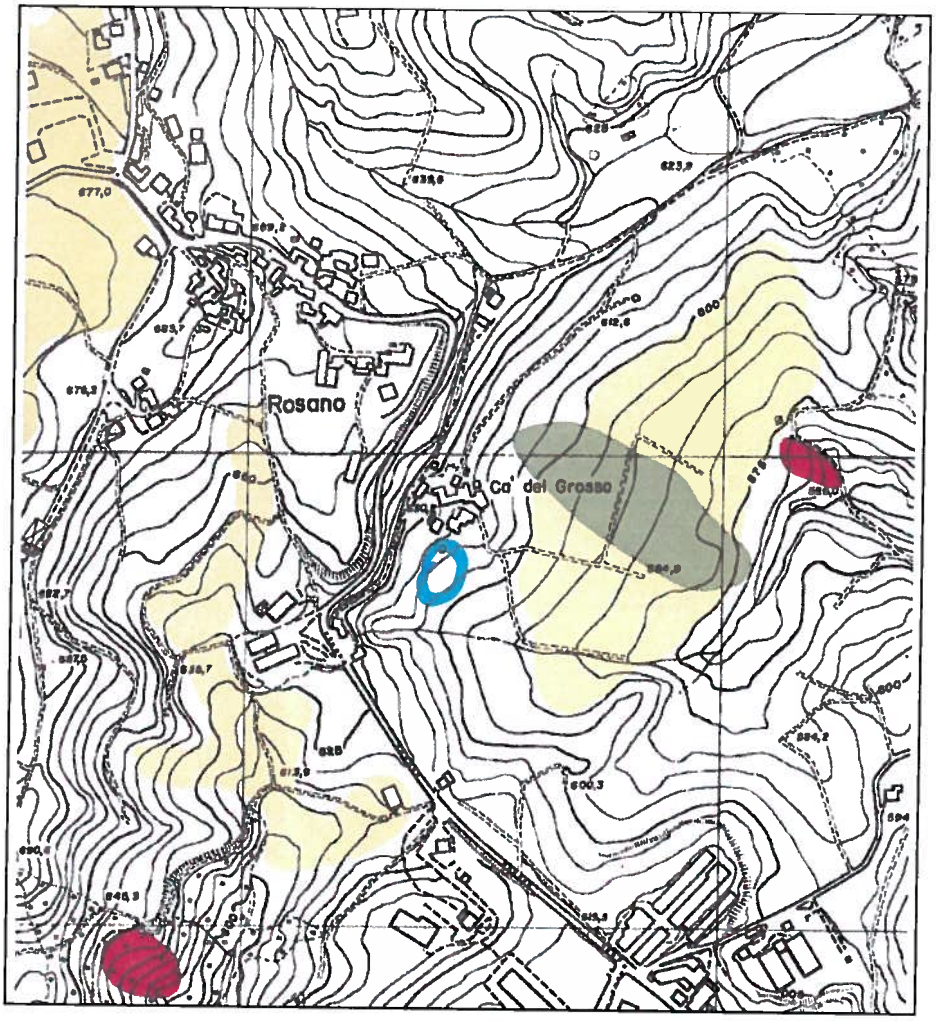
Scala 1:5000

ubicazione



ORDINE DEI GEOLOGI
Dott. Geol.
DUILIO
PIGNEDOLI
Nr. 575
REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Estratto Carta del Dissesto
Scala 1:10000



Legenda

	Deposito Morenico (c1)		Frana quiescente Parzialmente erosa (a2)
	Deposito Morenico rissiano (c3)		Scivolamento in blocco (a2)
	Deposito morenico Wurmiano (c4)		Frana stabilizzata
	Conoide in evoluzione		Deposito alluvionale In evoluzione
	Conoide inattiva		Deposito alluvionale terrazzato fissato dalla vegetazione (b1a)
	Depositi di versante s.l.		Deposito alluvionale terrazzato (b2)
	Frana di crollo		Deposito alluvionale terrazzato (ordine b3 e maggiore di b3)
	Frana attiva (a1)		Travertini
	Frana quiescente (a2)		Accumulo di origine antropica

Delibera di Giunta Provinciale n°69 del 16 marzo 2004