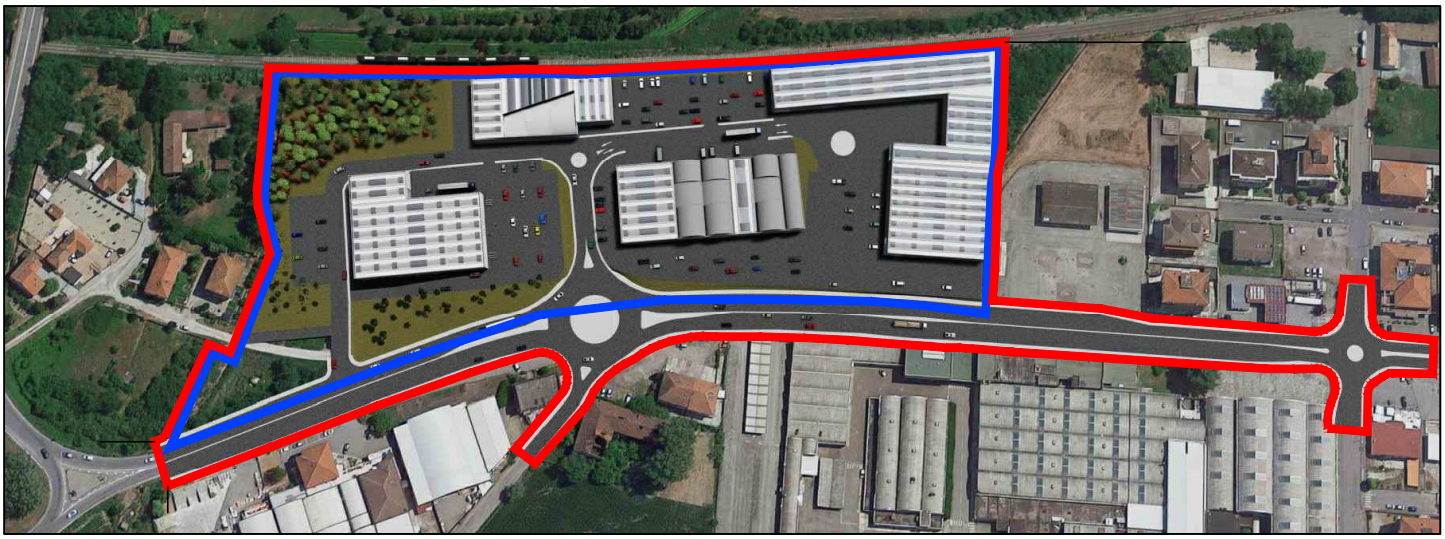
REGIONE PIEMONTE — PROVINCIA DI ALESSANDRIA

Comune di CASALE MONFERRATO

LOCALIZZAZIONE COMMERCIALE "L2"
IN CASALE MONF. TO (AL), VIA ADAM (Area ex IBL)

PIANO ESECUTIVO CONVENZIONATO
Art. 43 L.R. 5 dicembre 1977 n. 56 e s.m.i.



PROPONENTE: **SPAZIO CASALE S.r.l. e AREA QUATTRO S.r.l.**

PROGETTISTI:

COORDINAMENTO - PROGETTAZIONE - URBANISTICA

CIBIN STUDIO7 GRUPPO DI PROGETTAZIONE

GEOMETRA Marco CIBIN
ARCHITETTO Alessandra TOPI

- Via Bruna 17 - 15033 Casale Monf.to
- tel/fax:0142 455763 - info@progetticibin.it

PROGETTAZIONE - CONSULENZA COMMERCIALE

STUDIO Ing. Mauro BISOGLIO

- Via Roma 197 - 15033 Casale Monf.to (AL)
tel.: 0142 453331 - email: studio@studiobisoglio.it
- *Ing. Mauro BISOGLIO*

VERIFICA IDRAULICA - VIABILITA'

ethos engineering S.r.l.
Engineering and TecHnology for develOpment and Sustainability

- Ing. Andrea PANIZZA
- Ing. Fabrizio FOLTRAN

INDAGINI GEOGNOSTICHE

GEOLOGIA CAVALLI

- Via Raffaello 9 - 15048 Valenza (AL)
tel/fax:0131 952227 - email: andrea.cavalli@geologiacavalli.it
- *Dott. Andrea CAVALLI*

INDAGINI AMBIENTALI

LIBRA RAVENNA

- Viale Vincenzo Randi 90 - 48121 Ravenna (RA)
tel.: 0544 1855100 - email: n.sampieri@libraravenna.it
- *Ing. Nicola SAMPIERI*

TAVOLA:
RELAZIONE DI VERIFICA DI ESCLUSIONE DELLA PROCEDURA DI VALUTAZIONE AMBIENTALE STRATEGICA (V.A.S.)

- All. 1: RELAZIONE GEOLOGICA -

SCALA:

TAV. n.:

ELABORATO: 1.2.1

DATA: 12/11/2019

COMMESSA:

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGNATORE	PROGETTISTA

Relazione geologica

STUDIO DI GEOLOGIA DOTT. CAVALLI ANDREA

Via Raffaello n.9 – 15048 Valenza (AL)
Mail: andrea.cavalli@geologiacavalli.it
Tel.0131950552 - Cell.3397226825 – 3474415525 FAX:0131952227
PIVA: 02258680061 CF: CVLNDR67D04A182O
www.geologiacavalli.it

REGIONE PIEMONTE
PROVINCIA DI ALESSANDRIA
COMUNE DI CASALE MONFERRATO
STRADA PROVINCIALE TORINO CASALE

OGGETTO

INDAGINE GEOLOGICA MEDIANTE ESECUZIONE DI PROSPEZIONI PENETROMETRICHE E SISMICHE INERENTE IL PROGETTO PROPOSTA AREA PEC PRESSO EX STABILIMENTO IBL

COMMITTENTE

SOC SPAZIO CASALE SLR

RELAZIONE GEOLOGICA

Premessa ed inquadramento geografico e geologico

A corredo degli atti di progetto relativi al PROGETTO PROPOSTA AREA PEC per conto della Soc. SPAZIO CASALE s.r.l. ove previsti fabbricati per attività commerciali, presso l'ex STABILIMENTO IBL nel Comune di Casale Monferrato in corrispondenza della Strada Provinciale Casale Torino, è stato conferito allo scrivente l'incarico di effettuare un'indagine geologica al fine di caratterizzare le principali peculiarità litologiche del sottosuolo, in ottemperanza alle prescrizioni tecniche di cui la D.M 14-01-2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni).

L'indagine si è articolata mediante l'esecuzione di un rilievo geologico speditivo dell'area d'indagine e di un'area circostante al fine di acquisire le principali caratteristiche geomorfologiche locali ed è proseguita mediante l'esecuzione di n.6 prospezioni penetrometriche e di una prova sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) posizionate in corrispondenza dell'area oggetto di in indagine, le quali hanno permesso di acquisire i principali parametri geotecnici e sismici del terreno.

L'area in fregio alla Strada Provinciale Casale Torino, in sinistra orografica del F. Po a Nord del concentrico di Casale Monferrato, in un vasto lotto di terreno ove sorgeva lo Stabilimento IBL tutt'ora in disuso, come indicato nella planimetria allegata. La morfologia del terreno è pianeggiante, mentre per quanto riguarda gli aspetti geologici nel sito sottostante al riporto ed alla coltre di alterazione di superficie sono presenti *"Alluvioni prevalentemente ghiaiose e ghiaiose sabbiose, con lenti argillose degli alvei abbandonati dei fiumi principali, esondati in periodo storico ed ancore attualmente esondabili"* ALLUVIONI MEDIO RECENTI (Foglio n.57 Vercelli della Carta Geologica d'Italia).

Tali successioni di terreni alluvionali incoerenti hanno uno spessore medio di 30 metri in questa parte del concentrico in orografica sinistra del F. Po a cui seguono ulteriori successioni di ghiaie e sabbie più antiche sovrastanti in discordanza stratigrafica il substrato marnoso ed argilloso compatto della *"Formazione di Casale Monferrato"*, il quale ha un'immersione verso Nord Nord-Est prevalente,

Per quanto riguarda le peculiarità litotecniche nell'area oggetto d'intervento fino ad una profondità media di 2,50/3,00 metri circa dal piano campagna prevalgono terreni argillosi e sabbiosi poco compatti, a cui segue i substrato delle alluvioni ghiaiose e sabbiose addensate e resistenti come individuato attraverso le prove penetrometriche.

I terreni sono caratterizzati da medio lati valori di permeabilità per la presenza di ghiaie e sabbie medio grossolane dotate di alti coefficienti di porosità primaria, per cui l'assetto idrogeologico del sottosuolo è rappresentato da una falda idrica superficiale di tipo freatico alimentata dalle acque di percolazione di superficie come ad esempio dal rio Castagna posto sul lato Nord e sul lato Est dell'area oggetto d'intervento, nonché dalle acque di sub alveo in sponda orografica sinistra del F. Po, la cui superficie libera della falda freatica si colloca mediamente in questa parte del concentrico a quote medie di -4/-5 metri dal piano campagna, con sensibili escursioni stagionali, con un deflusso idrico sotterraneo orientato in prevalenza verso Sud Ovest.

Alla data del mese di luglio 2017 nei fori penetrometrici effettuati nell'area oggetto d'intervento e spinti alla massima profondità di 10,00 metri dal p.c. è stata riscontrata acqua ad una quota variabile da -3,00 a -5,00 metri dal piano campagna (piano piazzale stabilimento).

La carta di base dell'acquifero superficiale (di cui alla D.D. N.900 DEL 3/12/2012) redatta dalla Regione Piemonte individua la base dell'acquifero superficiale ad una quota media di 85 m.s.l.m. essendo quindi l'area posizionata ad una quota media di 112 m.s.l.m. lo spessore dell'acquifero alimentante la falda freatica nell'area oggetto d'indagine risulta pari a 27 metri.

Inquadramento geomorfologico e sismico dell'area

L'area oggetto d'indagine è posta all'interno dell'ex stabilimento IBL Casale, ubicata tra la Strada Statale Casale-Torino e la ferrovia, mentre a Nord esso confina con il Rio Castagna. Il piano di posa del piazzale dei fabbricati esistenti risulta rialzato di una quota di circa 1,5/2,00 metri dal piano campagna originario. Una parte dell'area oggetto di intervento interessa sul lato Nord una serie di lotti di terreno esterni ai fabbricati dello stabilimento stesso.

La **Carta di sintesi della pericolosità geomorfologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica del P.R.G.C.** inserisce l'area oggetto di intervento nella ***CLASSE IIIb3*** definita come *"Aree edificate caratterizzate da potenziali problematiche di natura idraulica e/o di stabilità dei pendii nelle quali le condizioni di pericolosità geomorfologica determinano situazioni di rischio non eliminabili e/o minimizzabili a fronte di fenomeni di dissesto a carattere eccezionale nonostante i possibili interventi di riassetto idrogeologico da realizzare a tutela del patrimonio esistente. A seguito della realizzazione di riassetto territoriale sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico"*.

Il Rio Castagna posto a Nord e lato Est dell'area oggetto d'indagine ed in parte intubato, risulta classificato in ambito di Carta di Sintesi come EbL ossia come *"Dissesti arealmente non definibili legati alla dinamica torrentizia Intensità elevata"*.

Ottemperando alle disposizioni normative in ambito sismico (**DGR n.11 -13058 del 19 gennaio 2010**, **DGR n.4 -3084 del 12-12-2011** e **DGR n.64-7417 del 07/04/2014 e DGR n.065-7656 del 21 maggio 2014)** l'area oggetto d'indagine è classificata in ***ZONA SISMICA 4*** a cui corrisponde un basso grado di pericolosità sismica (accelerazione massima al suolo Ag compresa tra 0,025 g e 0,050 g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi Vs < 800 m/sec).

In base ai dati della prova sismica MASW effettuata nell'area oggetto d'intervento il suolo di fondazione appartiene alla ***categoria B***.

La magnitudo (M) dell'area d'indagine è stata ottenuta con il processo di disaggregazione desunto dal sito internet dell'INGV (http://esse1-gis.mi.ingv.it) relativa agli eventi sismici attesi per il Comune di Casale Monferrato con probabilità di eccedenza del 10 % in 50 anni.

Il contributo percentuale maggiore alla pericolosità è dato dalla coppia M-R (ovvero rapporto magnitudo-distanza in Km dall'area d'indagine). Nel caso in esame: M = 4,5-5,0 (6.33 %) ed R = 40-50 Km. Generalmente si assume il valore di Magnitudo quale limite superiore di Magnitudo caratteristico della coppia di valori di M-R che fornisce il contributo maggiore alla pericolosità. In questo caso, essendo il valore medio di Magnitudo pari a 5.30 esso risulta più cautelativo rispetto al valore rappresentato da M-R (pari a 5.00) quindi si assumerà M = 5.30.

I terreni non risultano soggetti a liquefazione per azione sismica. Come indicato nelle tabelle di calcolo sopra riportate.

DomuSismi v1.0 Parametri sismici da mappe

Dati

Latitudine (WGS84) :	45,1507
Longitudine (WGS84) :	8,4431
Latitudine (EDU50) :	45,1523
Longitudine (EDU50) :	8,4437
Anni :	**50**
Classe d'uso :	**II - Affollamenti normali**
Categoria sottosuolo :	**B**
categoria topografica :	**T1 pianeggiante o pend <15%**

Stato limite : SLV - vita

Risultato

Tempo di ritorno(anni) :	475
Ag :	0,386
Ag/g :	**0,039**
F0 :	2,670
T*C(sec) :	0,288

Vicini nella griglia

id	Longitude	Latitude	Ag	F0	T*C
13359	8,386	45,177	0,376	2,670	0,280
13360	8,457	45,180	0,382	2,670	0,290
13582	8,461	45,130	0,394	2,670	0,290
13581	8,391	45,127	0,385	2,670	0,290

Coefficiente stratigrafico :	1,200
Coefficiente topografico :	1,000

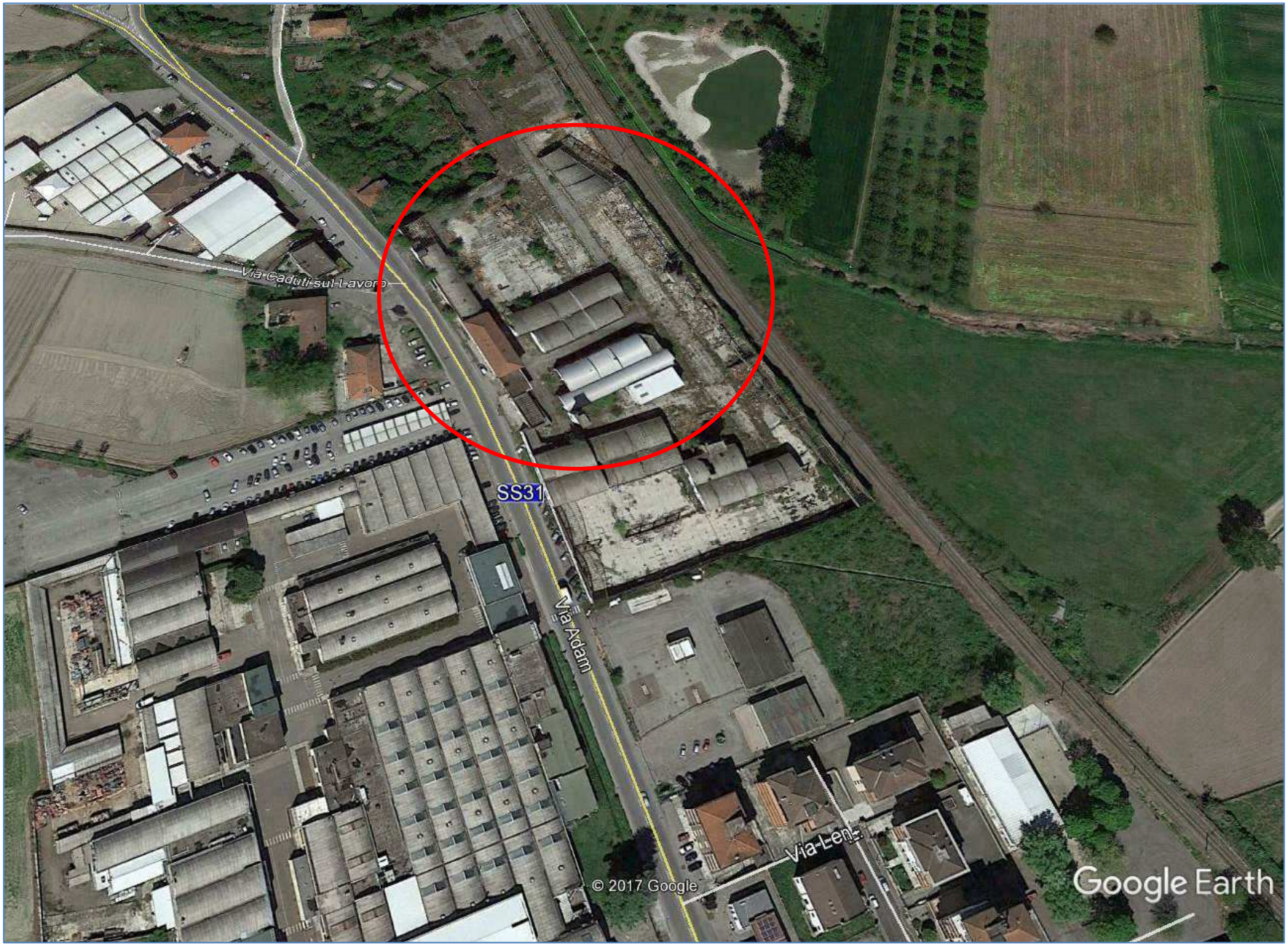
Coefficiente sismico per stabilità dei versanti e per verifica della capacità portante

Coefficiente riduzione accelerazione attesa al sito :	0,200
Coefficiente sismico orizzontale Kh :	0,009
Coefficiente sismico verticale Kv :	0,005

Coefficiente sismico per muri di sostegno

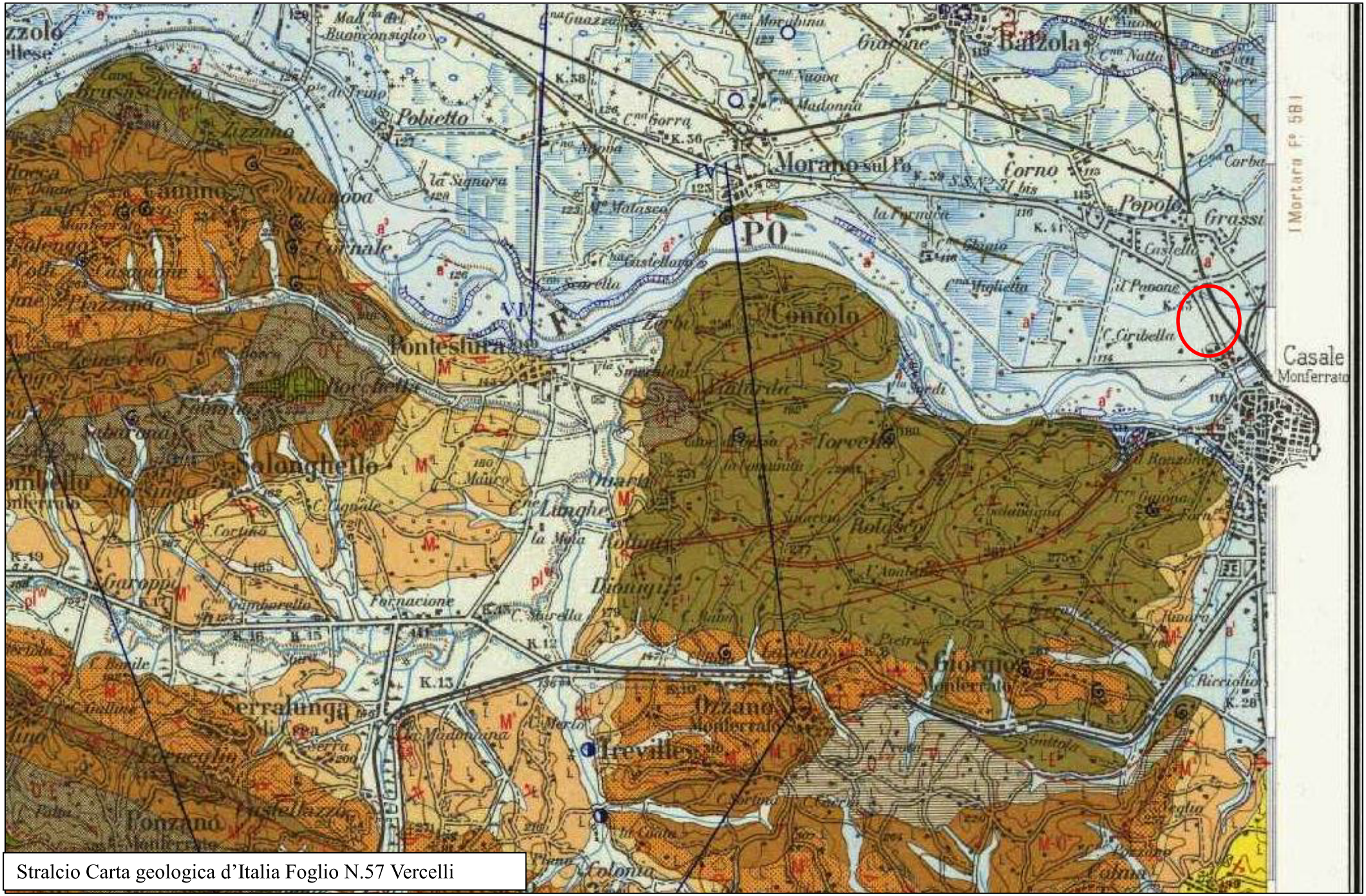
Coefficiente riduzione accelerazione attesa al sito :	0,180
Coefficiente sismico orizzontale Kh :	0,009
Coefficiente sismico verticale Kv :	0,004

SS596dir
Via Adami
SS31bis SP31
Via Caduti sul Lavoro
Strada Torino
Via Morello
SS31
Via Fratelli Bandiera
Via Pellico
Argine Morano
Via Bosso
Argine Malpensata
Via Redipuglia
Via Saletta
Viale San Martino
Corso Trento
Via Palestro
Via Rivetta
Via Bagna
Via Vicenza
Via Podgora
Via Saffi
© 2017 Google
Google Earth

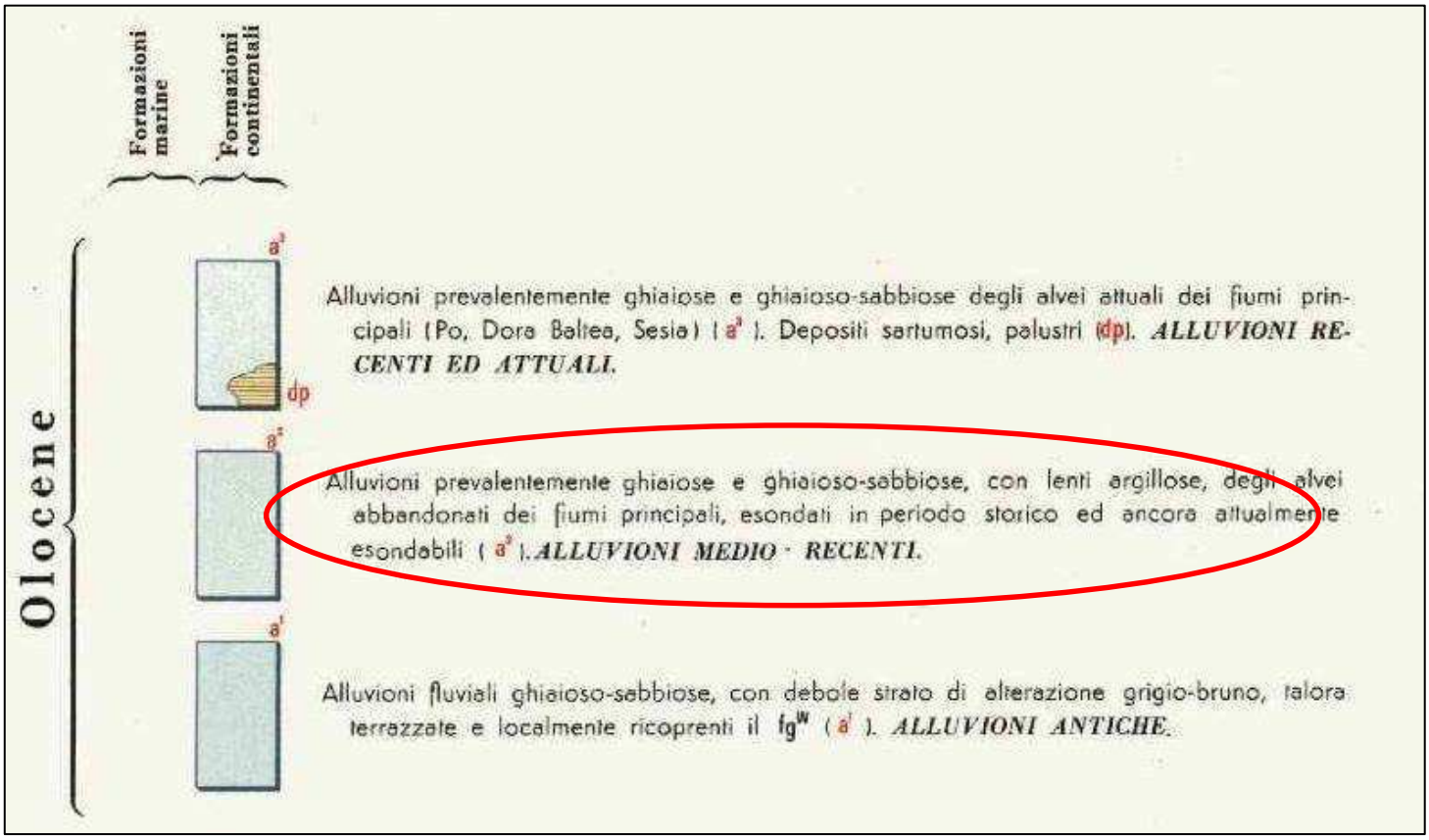

SS31
Via Adam
© 2017 Google
Google Earth

Planimetria area oggetto d'intervento (S1- S6 Prove penetrometriche)

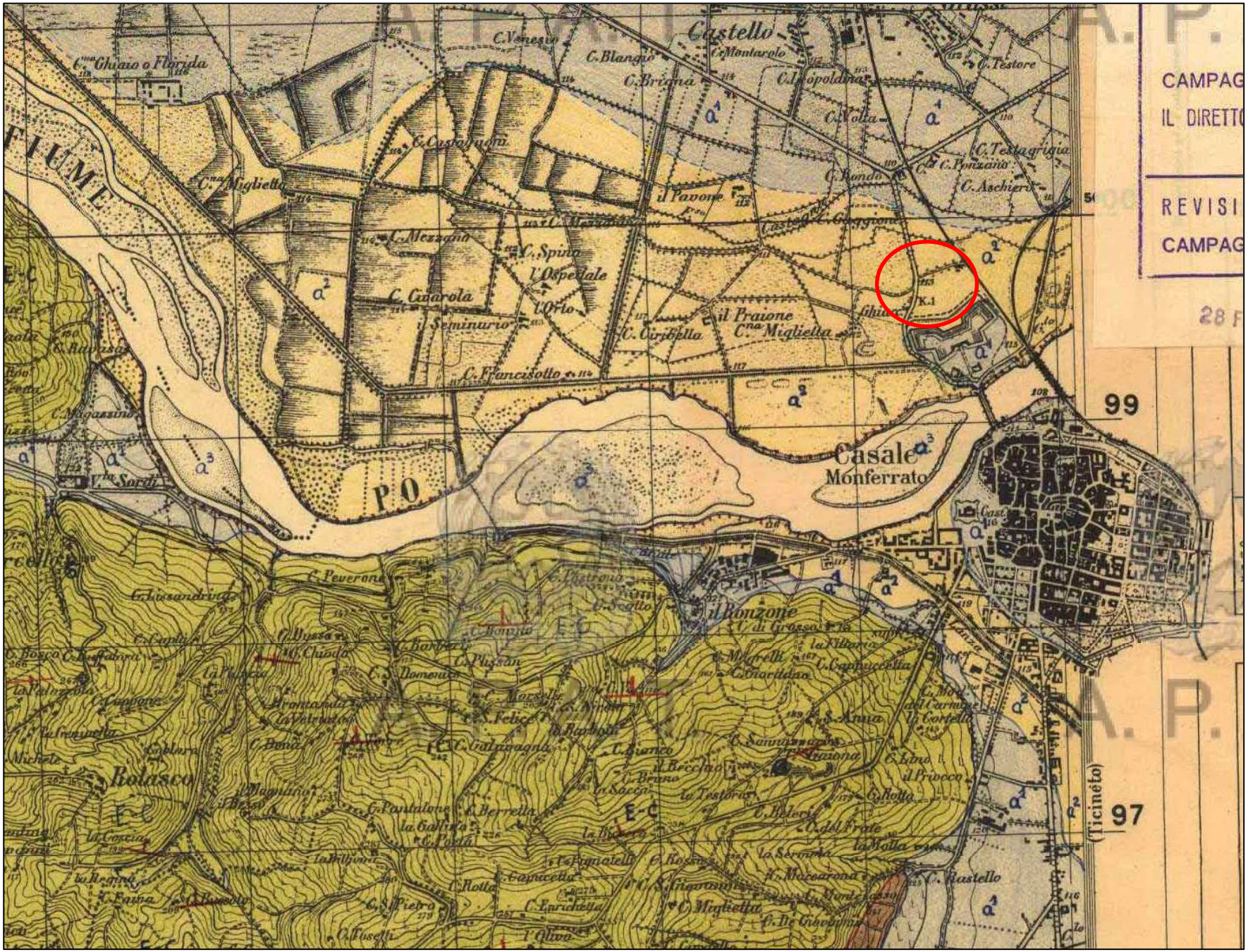
S01
S04
S05
S02
S03



Stralcio Carta geologica d'Italia Foglio N.57 Vercelli

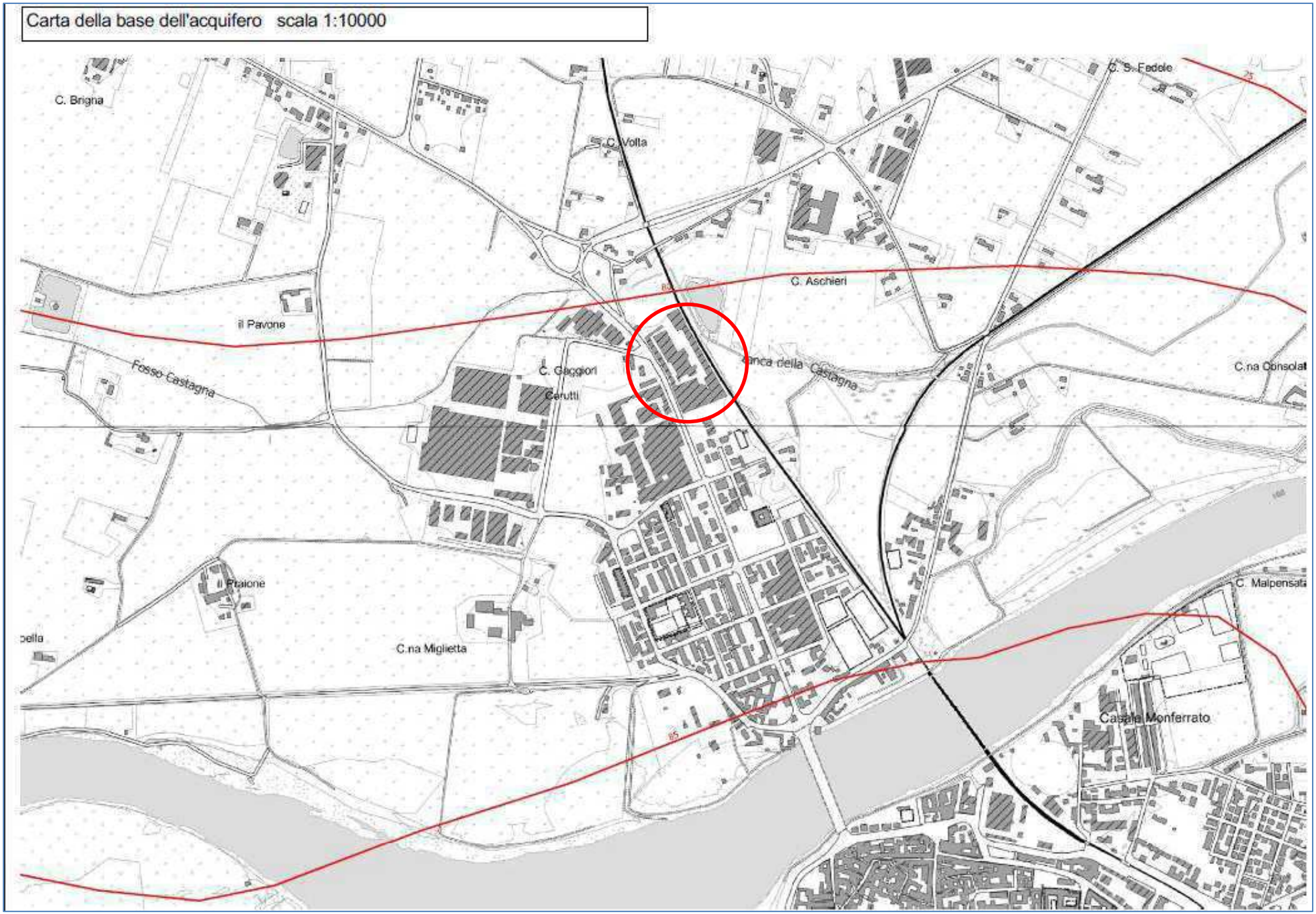


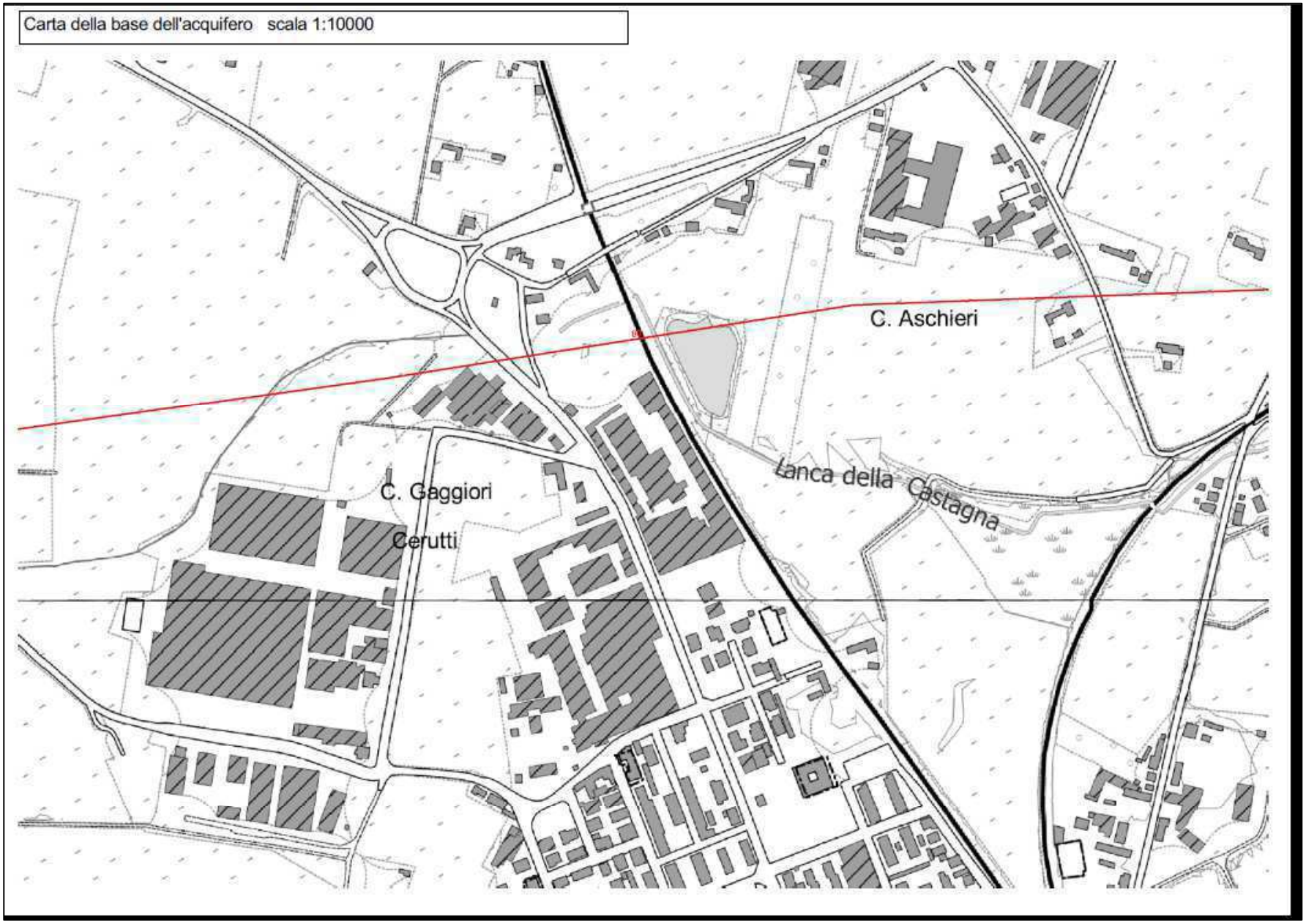
Stralcio Legenda Carta Geologica Foglio N. 57 Vercelli

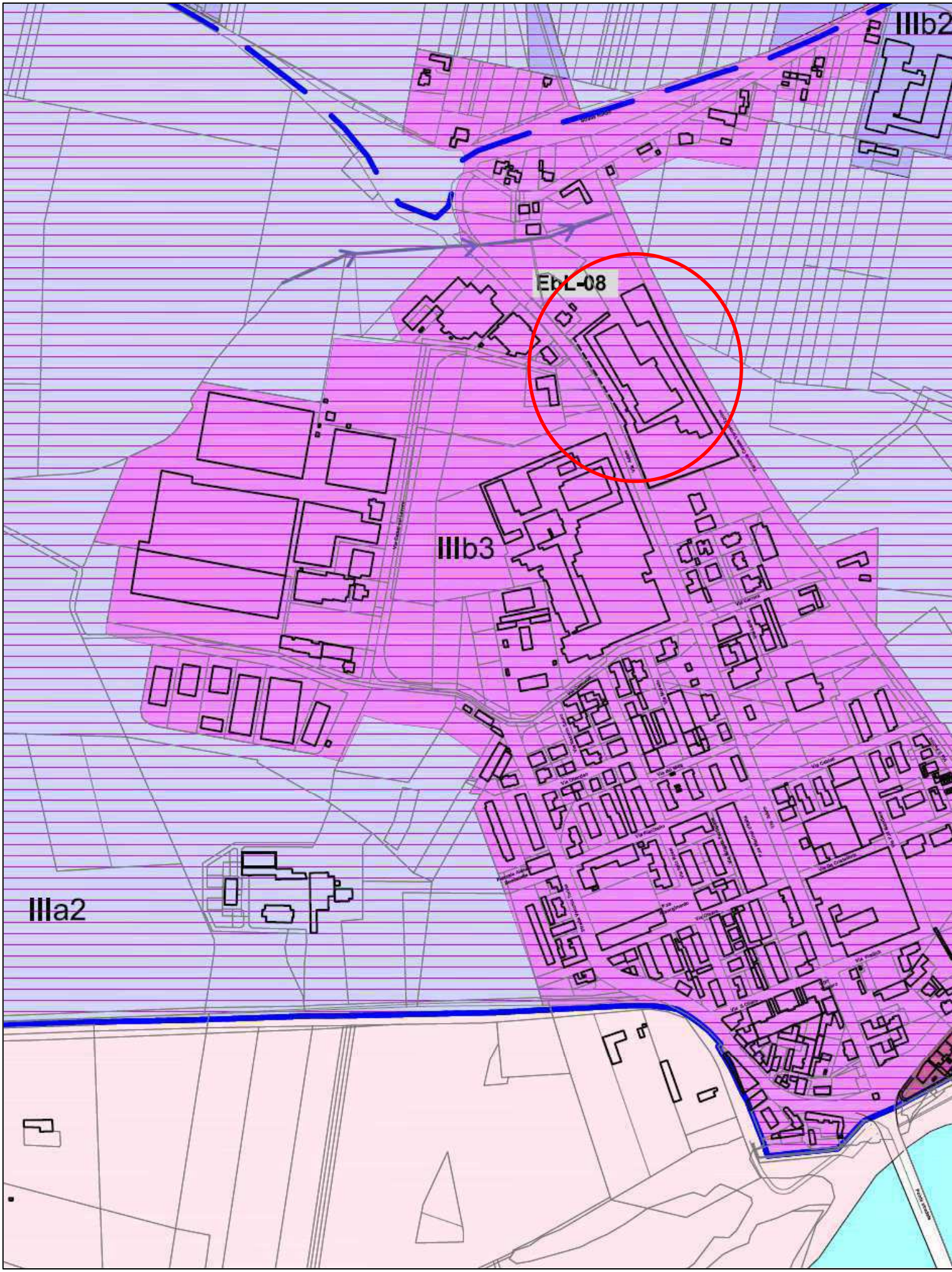


Stralcio Rilievo geologica in scala 1:25000 Tavoletta IGM Casale Monferrato

Carta della base dell'acquifero scala 1:10000




Carta della base dell'acquifero scala 1:10000
C. Aschieri
C. Gaggiori
Cerutti
Lanca della Castagna

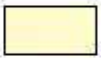


Stralcio carta pericolosità geomorfologica P.R.G.C.

Classificazione delle aree di idoneità all'utilizzo urbanistico

CLASSE II

Aree nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere superate attraverso l'adozione di accorgimenti tecnici individuabili a livello di progetto esecutivo e realizzabili nell'ambito del singolo lotto edificatorio o dell'intorno dello stesso



Classe IIa - Aree di pianura caratterizzate da una bassa soggiacenza del livello della falda idrica e/o da problematiche relative alle insufficienze della rete di drenaggio (aree di ristagno)

Classe IIa1 - Aree di pianura a dissesto idraulico tipo EmA afferente al T. Gattola

Classe IIb - Aree del settore collinare caratterizzate da acclività moderata e condizioni di sostanziale stabilità e porzioni di territorio senza segni di instabilità nelle quali le problematiche geologiche e di stabilità possono essere superate adottando opportuni accorgimenti progettuali al fine di preservare la stabilità del singolo lotto e della zona circostante

CLASSE III

Settori di territorio caratterizzati da condizioni di pericolosità elevata che inducono precisi condizionamenti all'utilizzo urbanistico

Classe IIIa1 - Aree interne alla Fascia A o B del Fiume Po, del Torrente Rotaldo e della Roggia Stura le cui condizioni di pericolosità sono determinate dalla possibilità di esondazione legata al reticolo idrografico principale

Classe IIIa2 - Aree inedificate situate nel settore di pianura le cui condizioni di pericolosità sono principalmente determinate dalla possibilità di esondazione legata al reticolo idrografico principale e/o secondario da acque con altobattente idrico e/o medio/alta energia.

Classe IIIa3 - Aree inedificate situate nel settore collinare caratterizzate da pericolosità geomorfologica inidonee all'utilizzazione urbanistica. Rientrano in tale classe le aree interessate da fenomeni gravitativi in atto o quiescenti, aree prospicienti scarpate naturali e artificiali e linee di impluvio interessate da processi legati alla dinamica torrentizia.

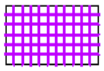
Classe IIIa4 - Aree non edificate a lato del corso del T. Gattola soggette a pericolo di esondazione da acqua con battenti superiori a 25 cm circa. TR 300 anni.

Classe IIIb2 - Aree edificate nelle quali la situazione di pericolosità impone l'adozione di interventi di riassetto territoriale a tutela del patrimonio esistente. In assenza di tali interventi sono ammesse solo trasformazioni che non comportino aumento del carico antropico. A seguito della realizzazione delle opere di riassetto sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.

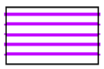
Classe IIIb3 - Aree edificate caratterizzate da potenziali problematiche di natura idraulica e/o di stabilità dei pendii nelle quali le condizioni d pericolosità morfologica determinano situazioni di rischio non eliminabili e/o minimizzabili a fronte di fenomeni di dissesto a carattere eccezionale nonostante i possibili interventi di riassetto idrogeologico da realizzare a tutela del patrimonio esistente. A seguito della realizzazione di opere di riassetto territoriale sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico.

Classe IIIb4 - Aree edificate potenzialmente esposte a fenomeni di dissesto connessi alla dinamica fluviale e torrentizia e/o alla dinamica di versante la cui utilizzazione urbanistica deve essere limitata al solo patrimonio esistente, a tutela del quale è necessario prevedere opere di riassetto territoriale.

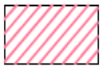
Processi legati alla dinamica fluviale e torrentizia



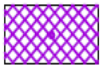
Aree a pericolosità molto elevata, inondabili per insufficienze della rete idrografica secondaria - EeA



Aree a pericolosità medio/moderata, inondabili per insufficienze della rete idrografica secondaria e soggette a possibile ristagno - EmA



Aree per la laminazione controllata



Pozzo captato ad uso potabile, con area di rispetto

Dissesti arealmente non definibili legati alla dinamica torrentizia - Intensità molto elevata. Codice classificazione PAI - EeL

Dissesti arealmente non definibili legati alla dinamica torrentizia - Intensità elevata. Codice classificazione PAI - EbL

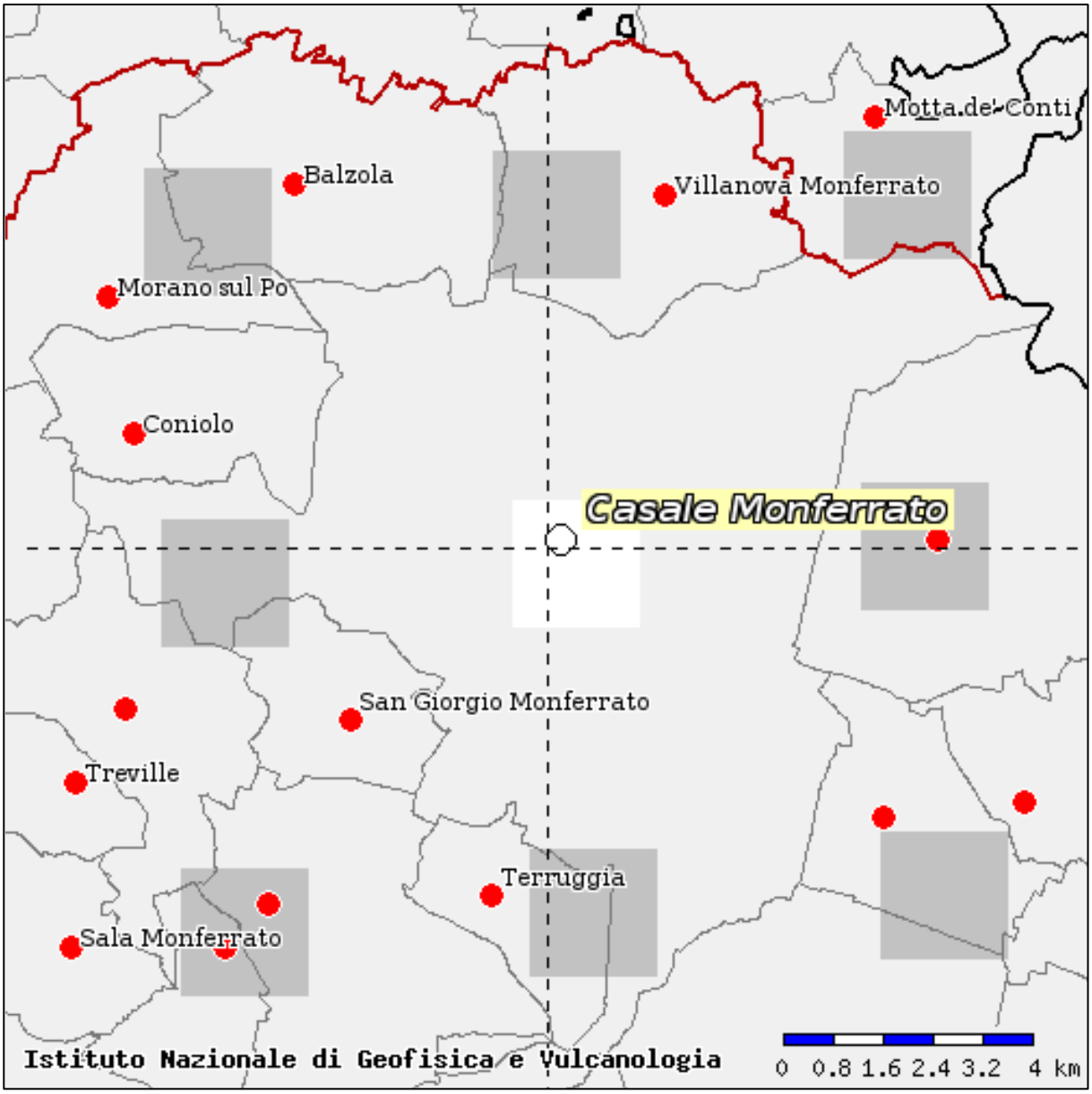
Dissesti arealmente non definibili legati a corsi d'acqua intubati - Intensità elevata. Codice classificazione PAI - EbL

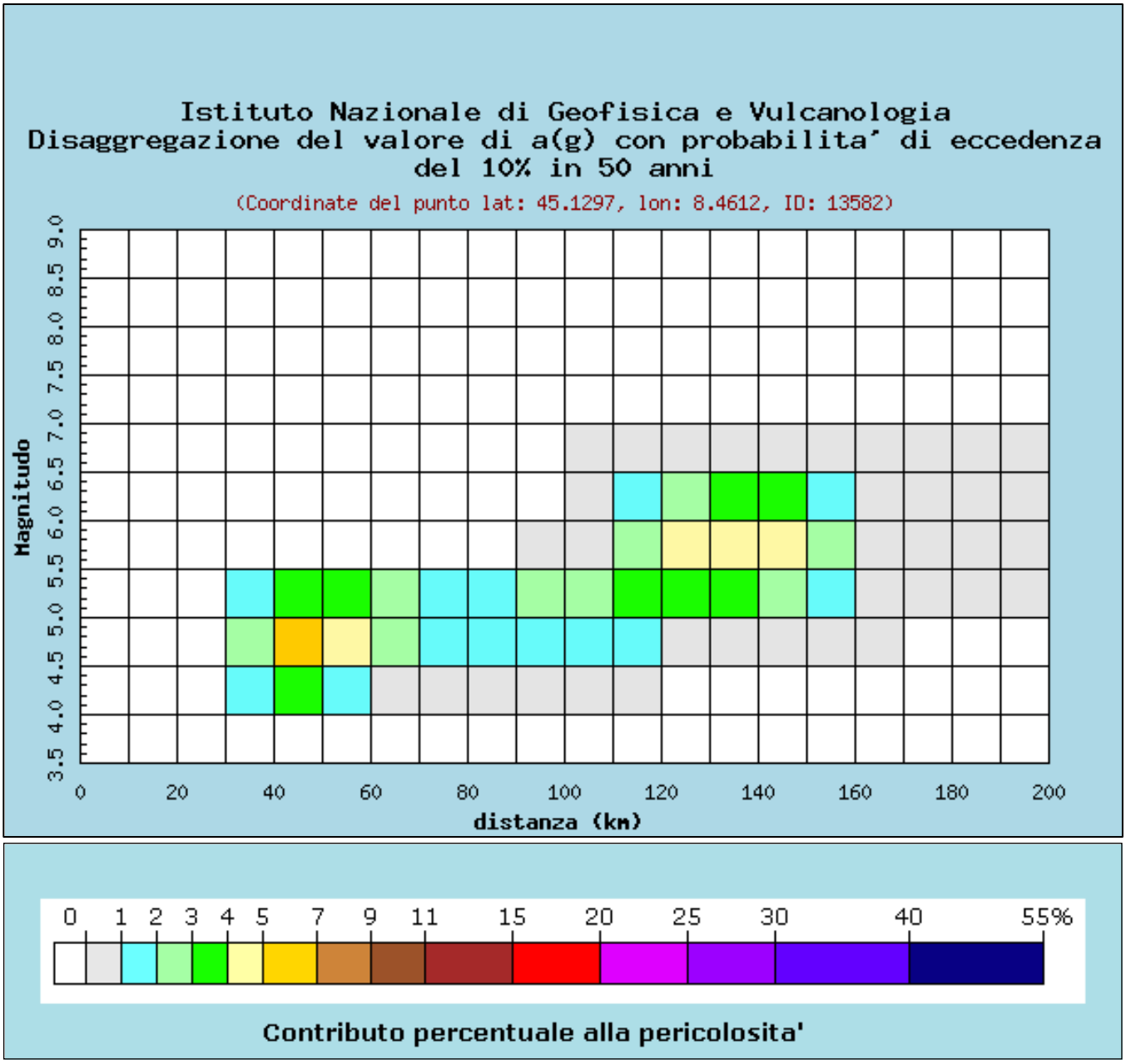
Aree soggette a ristagno di acque superficiali

Forme antropiche

Presumibile perimetrazione degli scavi in sotterraneo delle miniere di marna da cemento (fonte: Archivio di Stato di Torino)

Gallerie di accesso alle miniere


Motta.de'-Conti
Balzola
Villanova Monferrato
Morano sul Po
Coniolo
Casale Monferrato
San Giorgio Monferrato
Treville
Terruggia
Sala Monferrato
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
0 0.8 1.6 2.4 3.2 4 km


Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia
Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni
(Coordinate del punto lat: 45.1297, lon: 8.4612, ID: 13582)
Magnitudo
3.5 4.0 4.5 5.0 5.5 6.0 6.5 7.0 7.5 8.0 8.5 9.0
0 20 40 60 80 100 120 140 160 180 200
distanza (km)
0 1 2 3 4 5 7 9 11 15 20 25 30 40 55%
Contributo percentuale alla pericolosita'

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 45.1297, lon: 8.4612, ID: 13582)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	1.400	2.580	1.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	3.120	**6.330**	3.820	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	1.870	4.300	3.010	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.961	2.590	2.100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.428	1.460	1.380	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.243	1.510	1.620	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.081	1.570	2.050	0.056	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.105	1.400	2.410	0.580	0.225	0.037	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.030	1.370	3.600	2.580	1.210	0.088	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.983	3.800	4.150	2.290	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.547	3.210	4.630	3.000	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.229	2.350	4.080	3.010	0.071	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.054	1.090	2.170	1.750	0.072	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.004	0.360	0.873	0.603	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.182	0.577	0.369	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.111	0.485	0.332	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.057	0.382	0.282	0.054	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
5.300	101.000	1.900

Prova sismica MASW

Alla data del 20 luglio 2017 in corrispondenza dell'area oggetto d'intervento all'interno dei fabbricati dell'ex stabilimento IBL è stata effettuata una prospezione sismica MASW come indicato nella documentazione fotografica di seguito allegata.

Stendimento prova sismica MASW (posizionamento geofoni sul terreno, data 20 luglio 2017)

Metodologia 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:

$$v = \lambda \times v$$

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

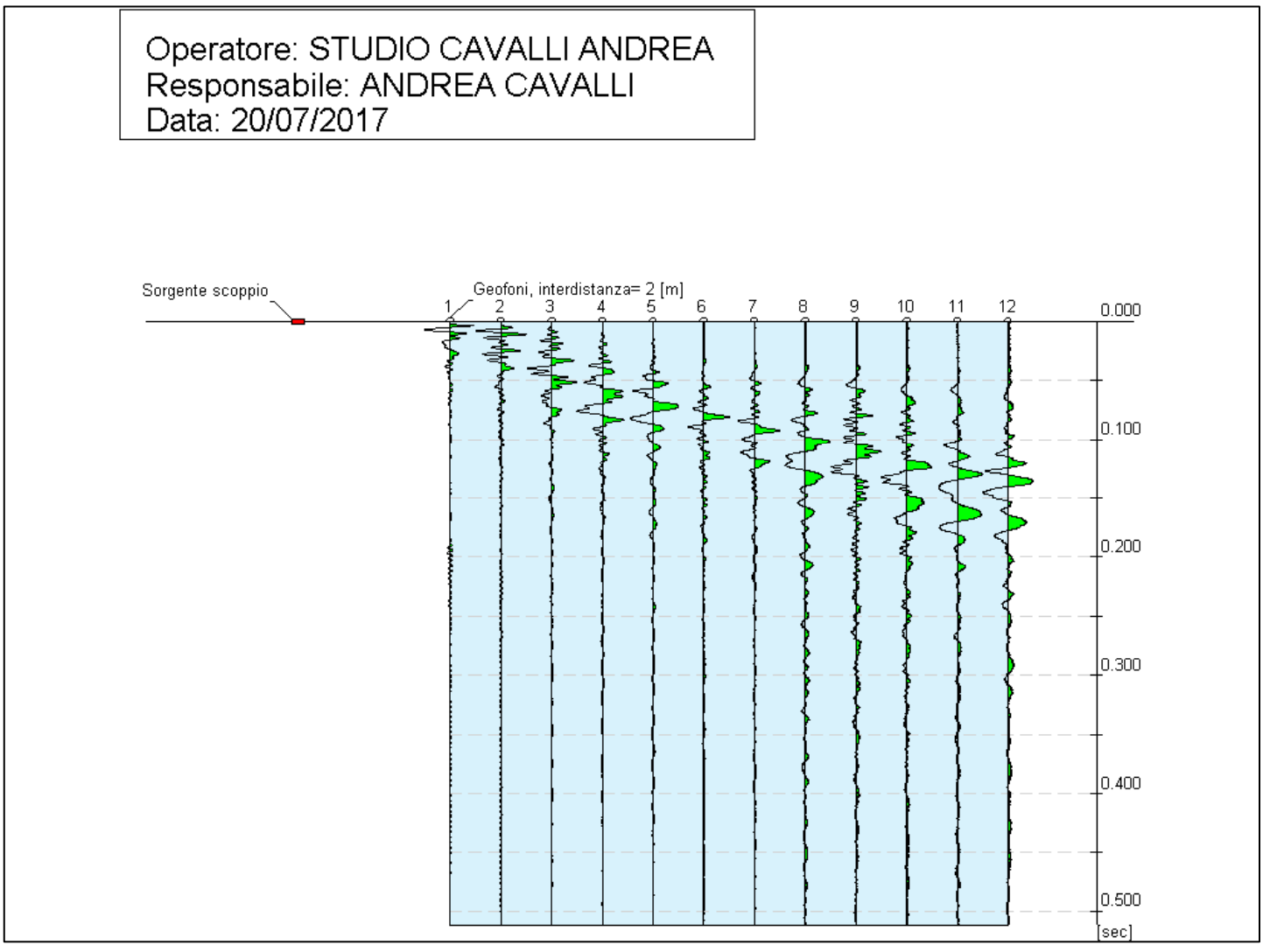
Sia nella curva di inversione teorica che in quella sperimentale è possibile individuare le diverse configurazioni di vibrazione del terreno. I modi per le onde di Rayleigh possono essere: deformazioni a contatto con l'aria, deformazioni quasi nulle a metà della lunghezza d'onda e deformazioni nulle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

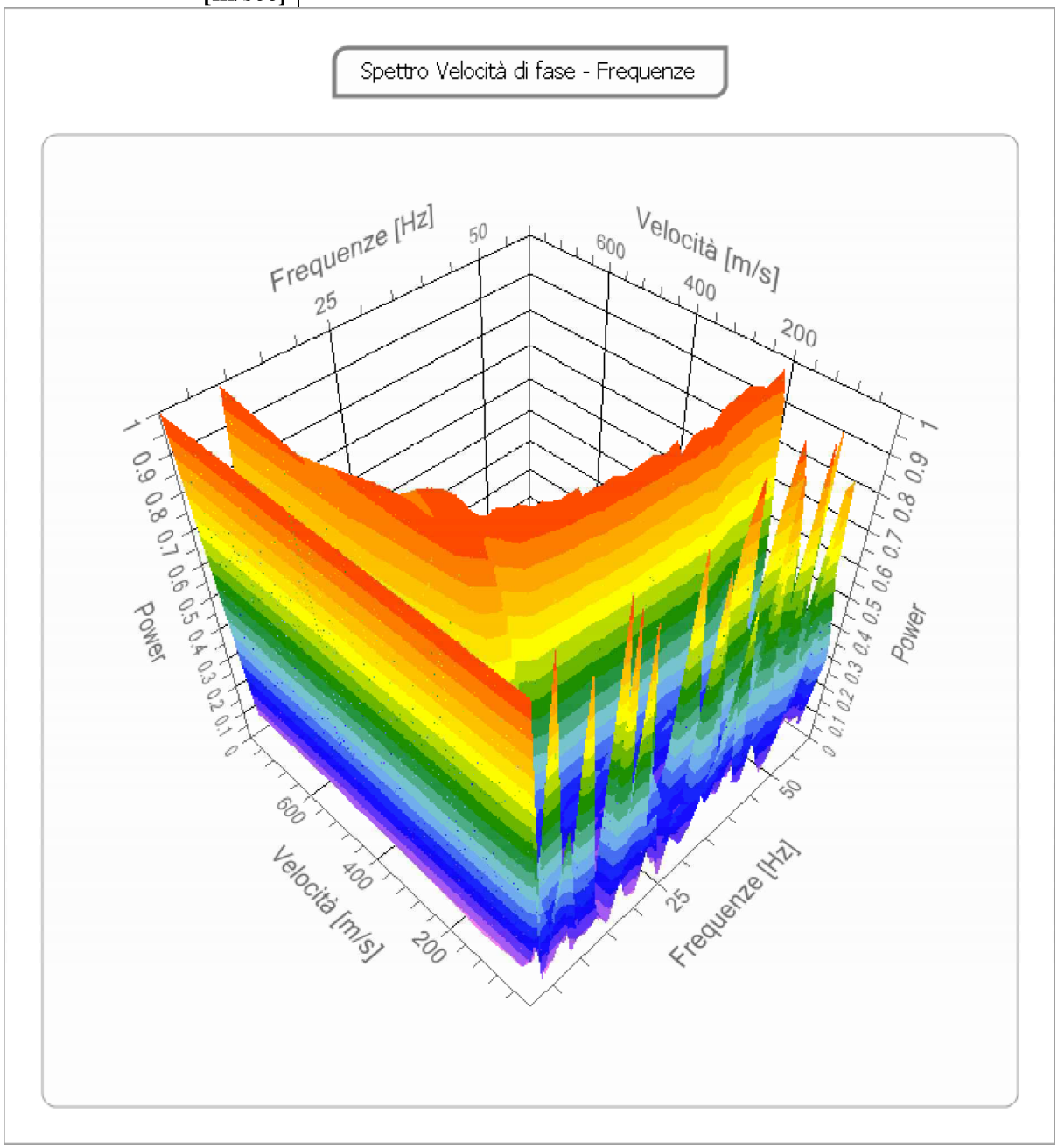
Tracce

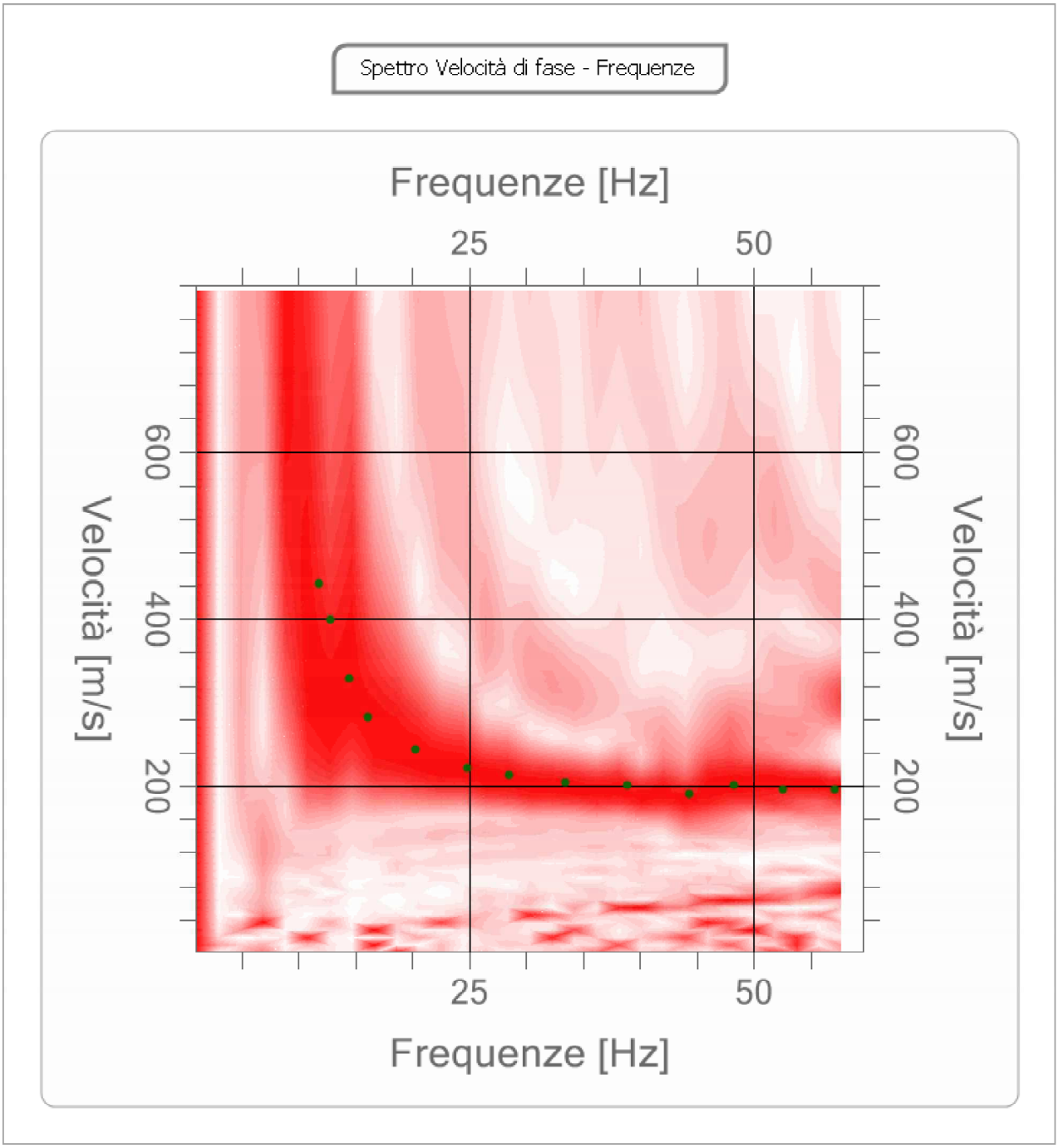
N. tracce	12
Durata acquisizione [msec]	512.0
Interdistanza geofoni [m]	2.0
Periodo di campionamento [msec]	0.125



Analisi spettrale

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

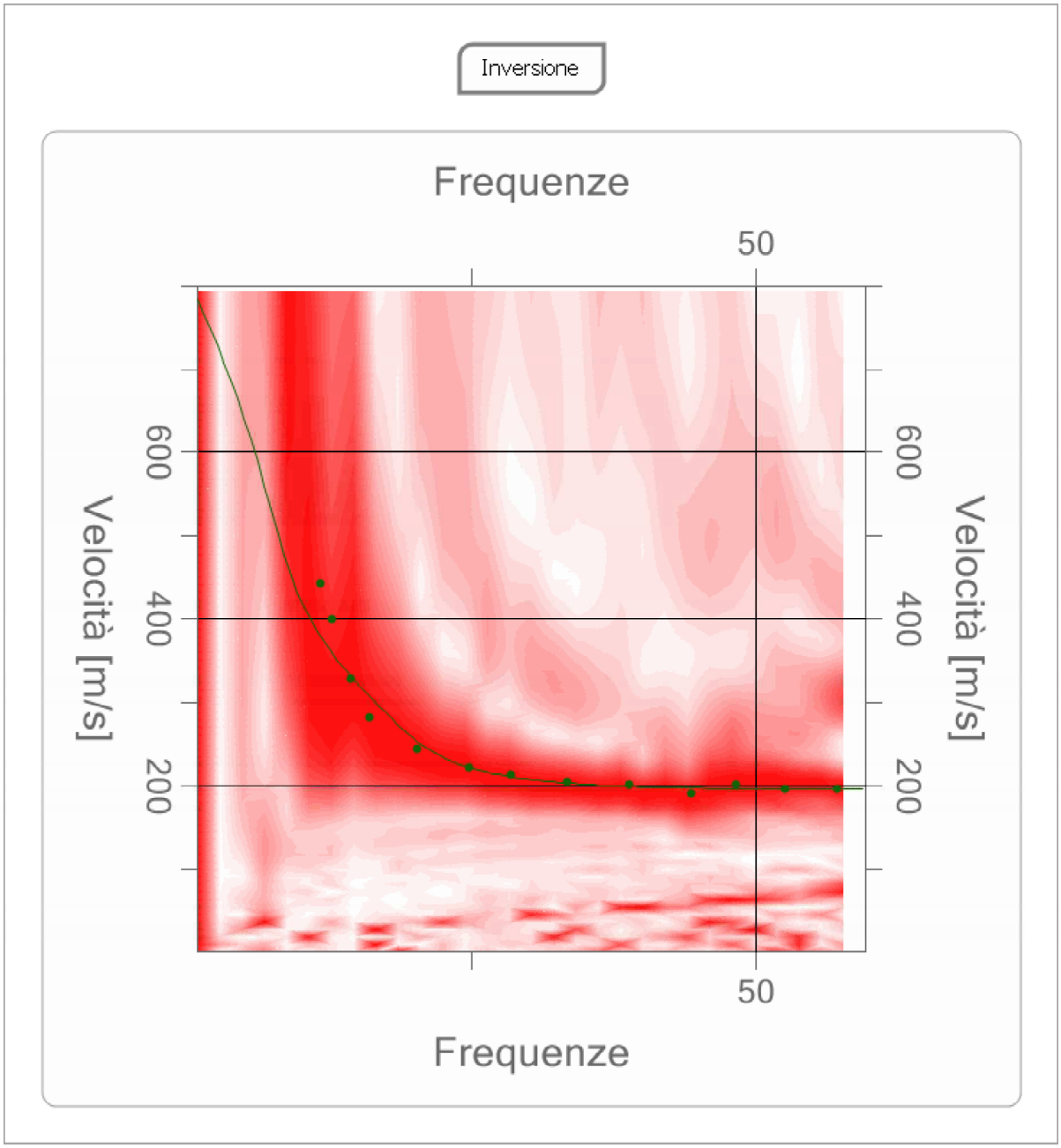



Spettro Velocità di fase - Frequenze
Frequenze [Hz]
25
50
600
400
200
Velocità [m/s]
Velocità [m/s]
600
400
200
25
50
Frequenze [Hz]

Inversione

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Peso unità volume [kg/mc]	Coefficiente Poisson	Falda	Vp [m/sec]	Vs [m/sec]
1		4.22	4.22	1800.0	0.2	No	349.8	214.2
2		8.22	4.00	1800.0	0.2	No	710.4	435.0
3		13.22	5.00	1800.0	0.2	No	793.3	485.8
4		19.22	6.00	1800.0	0.2	No	1013.0	620.3
5		26.22	7.00	1800.0	0.2	No	1061.9	650.3
6		oo	oo	1800.0	0.2	No	1452.7	889.6

Percentuale di errore 0.670 %
Fattore di disadattamento della soluzione 0.056



Risultati prova MASW

Profondità piano di posa [m]	0.00
Vs30 [m/sec]	467,1
Categoria del suolo	B

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

Altri parametri geotecnici

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Vp [m/s]	Densità [kg/mc]	Coefficiente Poisson	G0 [MPa]	Ed [MPa]	M0 [MPa]	Ey [MPa]	NSPT	Qc [kPa]
1	4.22	4.22	214.21	349.80	1800.00	0.20	82.59	220.25	110.13	198.23	N/A	1073.71
2	8.22	4.00	435.02	710.39	1800.00	0.20	340.64	908.38	454.19	817.54	N/A	N/A
3	13.22	5.00	485.81	793.33	1800.00	0.20	424.82	1132.86	566.43	1019.58	N/A	N/A
4	19.22	6.00	620.32	1012.98	1800.00	0.20	692.64	1847.03	923.51	1662.33	N/A	N/A
5	26.22	7.00	650.25	1061.86	1800.00	0.20	761.10	2029.59	1014.80	1826.63	N/A	N/A
6	oo	oo	889.62	1452.75	1800.00	0.20	1424.57	3798.84	1899.42	3418.96	0	N/A

G0: Modulo di deformazione al taglio;
Ed: Modulo edometrico;
M0: Modulo di compressibilità volumetrica;
Ey: Modulo di Young;

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

DATI INSERITI

H_{falda}	=	3	a_{max}/g	=	0,047	R	= 40
						M_W	= 5,3

EPC EDITORE

TEORIE DI CALCOLO

ANDRUS E STOKOE (2000)

STRATIGRAFIA TERRENO

$S_{TOT.}$	N.C.

PRIMO STRATO			H_1	=	4,22
Parametri da inserire			Parametri calcolati		
H_1	=	4,22	γ_{H2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	0,76
V_S	=	124,2	$\sigma_{vo'}$	=	0,64
V_{S1C}	=	215	P.neutra	=	0,12
S_1	=	4,22	r_d	=	0,97
FC	=	2	K_c	=	0,80
V_{S1}	=	138,99			

SECONDO STRATO			H_2	=	13,22
Parametri da inserire			Parametri calcolati		
H_2	=	13,22	γ_{H2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	2,38
V_S	=	460,47	$\sigma_{vo'}$	=	1,36
V_{S1C}	=	215,0	P.neutra	=	1,02
S_2	=	9	r_d	=	0,82
FC	=	2	K_c	=	0,80
V_{S1}	=	426,59			

TERZO STRATO			H_3	=	26,22
Parametri da inserire			Parametri calcolati		
H_3	=	26,22	γ_{H2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	4,72
V_S	=	635,3	$\sigma_{vo'}$	=	2,40
V_{S1C}	=	215	P.neutra	=	2,32
S_3	=	13	r_d	=	0,48
FC	=	2	K_c	=	0,80
V_{S1}	=	510,55			

QUARTO STRATO			H_4	=	30
Parametri da inserire			Parametri calcolati		
H_4	=	30	γ_{H2O}	=	1,00
γ	=	1,8	σ_{vo}	=	5,40
V_S	=	889,6	$\sigma_{vo'}$	=	2,70
V_{S1C}	=	215	P.neutra	=	2,70
S_4	=	17	r_d	=	0,38
FC	=	2	K_c	=	0,80
V_{S1}	=	693,99			

Committente: spazio casale srl

Riferimento: Tenuta privata

Località: casale monferrato **Prov.:** al

Oggetto: Studio Geologico

MENU PRINCIPALE

ANALISI METODO

VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE

(da prove sismiche)

EPC EDITORE

Metodo di Andrus e Stokoe (2000)

FORMULE:

$$V_{S1} = V_S \cdot \left(\frac{1}{\sigma'_{VO}}\right)^{0,25}$$

$$CRR = 0{,}022 \cdot \left(\frac{K_c \cdot V_{S1}}{100}\right)^2 + \frac{2.8}{(V_{S1C} - K_c \cdot V_{S1})} - \frac{2.8}{V_{S1C}}$$

$$CSR = \frac{\tau_{av}}{\sigma'_{vo}} = 0{,}65 \cdot \frac{a_{max}}{g} \cdot \frac{\sigma_{vo}}{\sigma'_{vo}} \cdot r_d \cdot \frac{1}{MSF}$$

RISULTATI:

			1° Strato	2° Strato	3° Strato	4° Strato
		Spessore	4,22	9	13	17
		V_{S1}	138,990	426,588	510,546	693,991
		CRR	0,041	0,221	0,340	0,657
Mw =	5,3	*CSR*	0,011	0,014	0,009	0,007
r_d			0,97	0,82	0,48	0,38
1 < *Fs = CRR/CSR*	Mw = 5,3	*Fs*	3,690	15,827	37,210	89,587
			Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
1,25 < *Fs = CRR/CSR*	Mw = 5,3	$Fs_{(NCT08)}$	3,690	15,827	37,210	89,587
			Verificato	Verificato	Verificato	Verificato
RISCHIO *di Liquefazione* (Iwasaki et.al.,1978)			**Molto Basso**			
PROBABILITA' *di Liquefazione* (Juang et. al., 2001) [P_L (%)]			0,00	0,00	0,00	0,00
SUSCETTIBILITA' *di Liquefazione* (Juang et. al., 2001)			Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta	Liquef. incerta

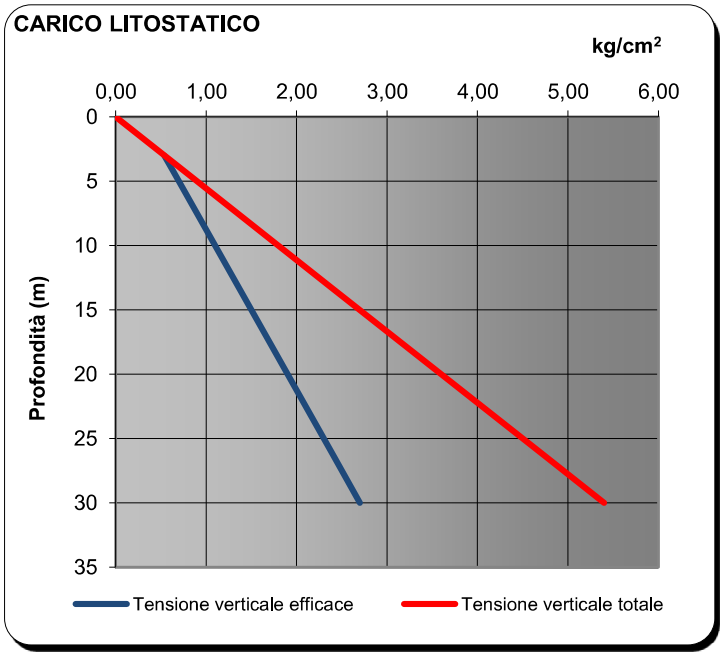
Committente: spazio casale srl

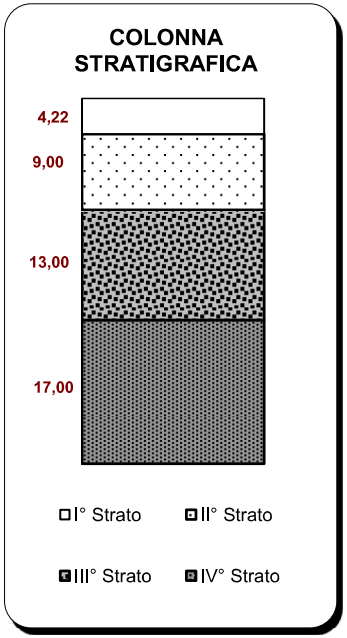
Riferimento: Tenuta privata

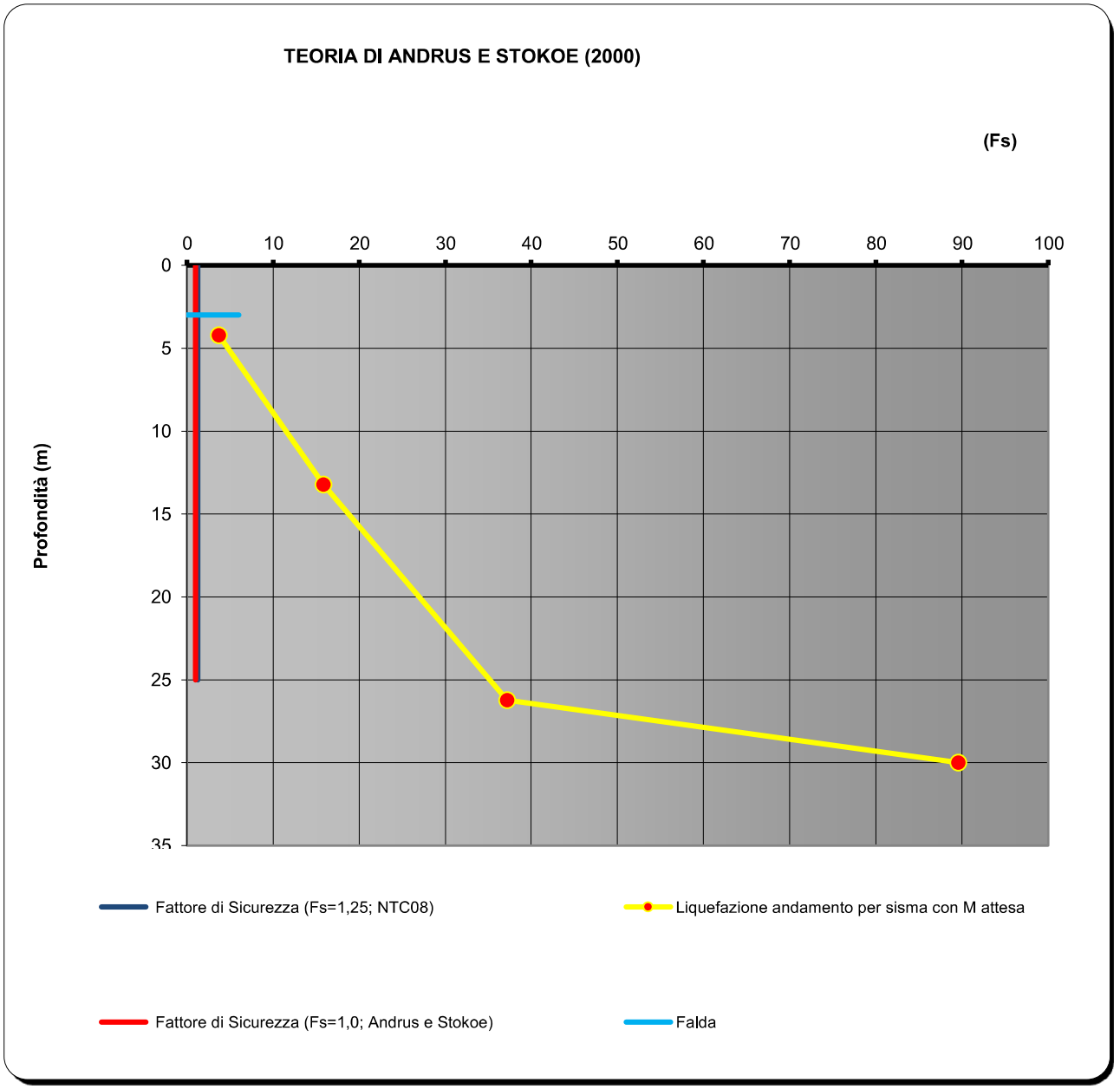
Località: casale monferrato **Prov.:** al

Oggetto: Studio Geologico

STRATIGRAFIA 4


CARICO LITOSTATICO
kg/cm²
0,00
1,00
2,00
3,00
4,00
5,00
6,00
0
5
10
15
20
25
30
35
Profondità (m)
Tensione verticale efficace
Tensione verticale totale


COLONNA STRATIGRAFICA
4,22
9,00
13,00
17,00
I° Strato
II° Strato
III° Strato
IV° Strato


TEORIA DI ANDRUS E STOKOE (2000)
(Fs)
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
0
5
10
15
20
25
30
35
Profondità (m)
Fattore di Sicurezza (Fs=1,25; NTC08)
Liquefazione andamento per sisma con M attesa
Fattore di Sicurezza (Fs=1,0; Andrus e Stokoe)
Falda

Prove penetrometriche

Utilizzando un penetrometro super-pesante dinamico-statico PAGANI TG 63 da 100 KN tipo "EMILIA" conforme alle norme di misurazione AGI (Associazione Geotecnica Italiana - 1977), con il quale si determinano i principali parametri geotecnici del terreno suddividendolo in strati omogenei ad ugual capacità di carico, alla data del 13-19 e 20 luglio 2017 in corrispondenza dell'area PEC in progetto sono state effettuate n.6 prove penetrometriche come indicato nella documentazione fotografica di seguito allegata.

Prova dinamica (metodologia ed attrezzatura)

La prova penetrometrica dinamica consiste nell'infissione di una punta conica montata su una batteria di aste per tratti consecutivi di 30 cm, misurando il numero di colpi N30 necessari all'avanzamento delle aste.

Attrezzatura prova penetrometrica dinamica

Batteria di aste aventi ø 32 x 1.000 mm con peso pari a 6,4 Kg;

Punta conica collegata alla base delle aste, con:

angolo di apertura $\alpha = 60°$;

diametro di base d = 50,50 mm;

superficie punta conica da 20 cmq;

Dispositivo di infissione con sollevamento e sganciamento automatico con le seguenti caratteristiche:

massa battente: 63,5 Kg (AGI);

altezza di caduta: 750 mm;

Interpretazione dati penetrometrici parametri geotecnici dei terreni

L'interpretazione dei parametri è stata supportata mediante le seguenti correlazioni, riferite al numero di colpi Nspt (Standard Penetrometion Test in foro):

1) NSpt = 1,00/2,00 x N20

dove:

N20 = numero di colpi misurato all'affondamento ogni 20,00 cm delle aste penetrometriche;

2) Rp = A x Nspt (Robertson 1982)

Dove

A (coefficiente Robertson, 1982) risulta pari a:

2,00 per terreni coerenti, tipo argille e limi sabbiosi;
4,00 per terreni incoerenti tipo sabbie e ghiaie;
Rp = resistenza statica alla punta Begemann;

3) Rl = Rp / (C1 x K2 + C2)

dove:

K = coefficiente di Robertson;

C1 = 3,00;

C2 = 10,00;

Rl = resistenza statica laterale Begemann

I dati misurati in campagna sono stati elaborati mediante il programma di calcolo, il quale ha estrapolato i valori di resistenza del terreno riferito alla punta meccanica Begemann.

Attraverso tali valori ed in funzione al rapporto Rp/Rl (resistenza alla punta/attrito laterale punta Begemann), ad ogni strato è stata attribuita una definizione litologica secondo la classificazione standard BEGEMANN (da De Simone: FONDAZIONI – Liguori Editore Napoli 1981 -):

Rp/Rl ≤ 15	Torbe ed argille organiche;
15 < Rp/Rl ≤ 30	Limi ed argille;
30 < Rp/Rl ≤ 60	Limi sabbiosi e sabbie limose;
60 > Rp/Rl	Sabbie e sabbie con ghiaie;

Il programma di calcolo ha permesso inoltre di calcolare: il peso specifico del terreno (γ), il peso specifico del terreno sotto-falda (γ'), la pressione litostatica (Σ'V) e la resistenza al taglio in condizioni non drenate (Cu) delle argille sabbiose, l'angolo di attrito interno (ϕ), il coefficiente di compressibilità di volume (Mv), il modulo di reazione orizzontale (Korizz;), il coefficiente doi permeabilità (Perm).

1) peso specifico naturale ed efficace (γ): il peso specifico indicativo per ogni strato è stato calcolato, partendo dal valore Rp medio di ogni strato ed applicando relazioni ottenute sperimentalmente sui litotipi della pianura veneta (valori statistici) pubblicati nel "Corso di perfezionamento in Geotecnica A. A. 82-83 Università di Padova.

Noto il peso specifico del terreno naturale (Gamma) per il terreno sotto falda (Gamma'), è stata applicata la seguente relazione: γ' = (γ -1)

2) pressione litostatica efficace (Σ'V): il calcolo della pressione litostatica efficace (Sigma'V) è stato ottenuto in modo automatico applicando la seguente relazione:

$$\Sigma'V = \sum\gamma' it * h' i,m + \sum\gamma it * h\ i,m$$

riferendosi alla pressione relativa al punto medio di ogni strato essendo h i,m le quote relative a tale punto;

3) coesione non drenata (Cu): per quanto riguarda i terreni coerenti, caratterizzati da un valore di resistenza al taglio espressi in termini di angolo di attrito interno (ø) pari a zero, è stata adottata la relazione di De Beer (da Castelli Guidi – geotecnica e tecnica delle fondazioni 1° Hoepli Milano 1987 – e Righi – di geotecnica "Istituto di Strade Università di Bologna" 1980):

Argille	Cu = Rp/20
Limi	Cu = Rp/20;

4) angolo di attrito interno (ϕ): la determinazione dell'angolo di attrito interno (ø) dei terreni incoerenti, aventi parametri di resistenza al taglio espressi per valori di coesione non drenata (Cu) pari a zero e costituiti quindi da specifici valori di ø, è stata impiegata una metodologia proposta da Durgunoglu e Mitchell (1975) rappresentata dal diagramma di "Gambini": manuale dei piloti – SCAC (Milano).

Da tale diagramma è stata ricavata un'equazione in funzione di Rp e ø

Σ'V: Ø = ϕ (Rp; (Σ'V)

5) coefficiente di compressibilità di volume (Mv): è stata impiegata la relazione derivata dalle correlazioni di Buisman e riprese da Sanglerat ed altri, che collega il parametro al valore Rp della resistenza alla punta: Mv = 1/ (alfa*Rp). I valori di alfa che il programma di calcolo assegna in automatico derivano dalle seguenti pubblicazioni: Buisman – Grondmechanica – Bandoeng 1941 Sanglerat ed altri – Le pènetrometrè statique et la compressibilitè des sols – A.I.T.B.T.P. n°298 Paris –1972;

6) modulo di reazione orizzontale (Korizz.) necessario per il calcolo dei cedimenti:

Korizz. = Ch x Rp/ Ck (da manuale Geo-Tec A 2.0, Interstudio s.r.l., 1992)

dove:

Rp = valore di resistenza statica alla punta Begemann ricavata da N30;

Ch = 0,2

Ck = 1 per terreni argillosi;

Ck = 4 per terreni sabbiosi e ghiaiosi;

Prova penetrometrica 1 (spigolo Nord Est stabilimento esistente)

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE SRL

Prova penetrometrica dinamica P1 -

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg — **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

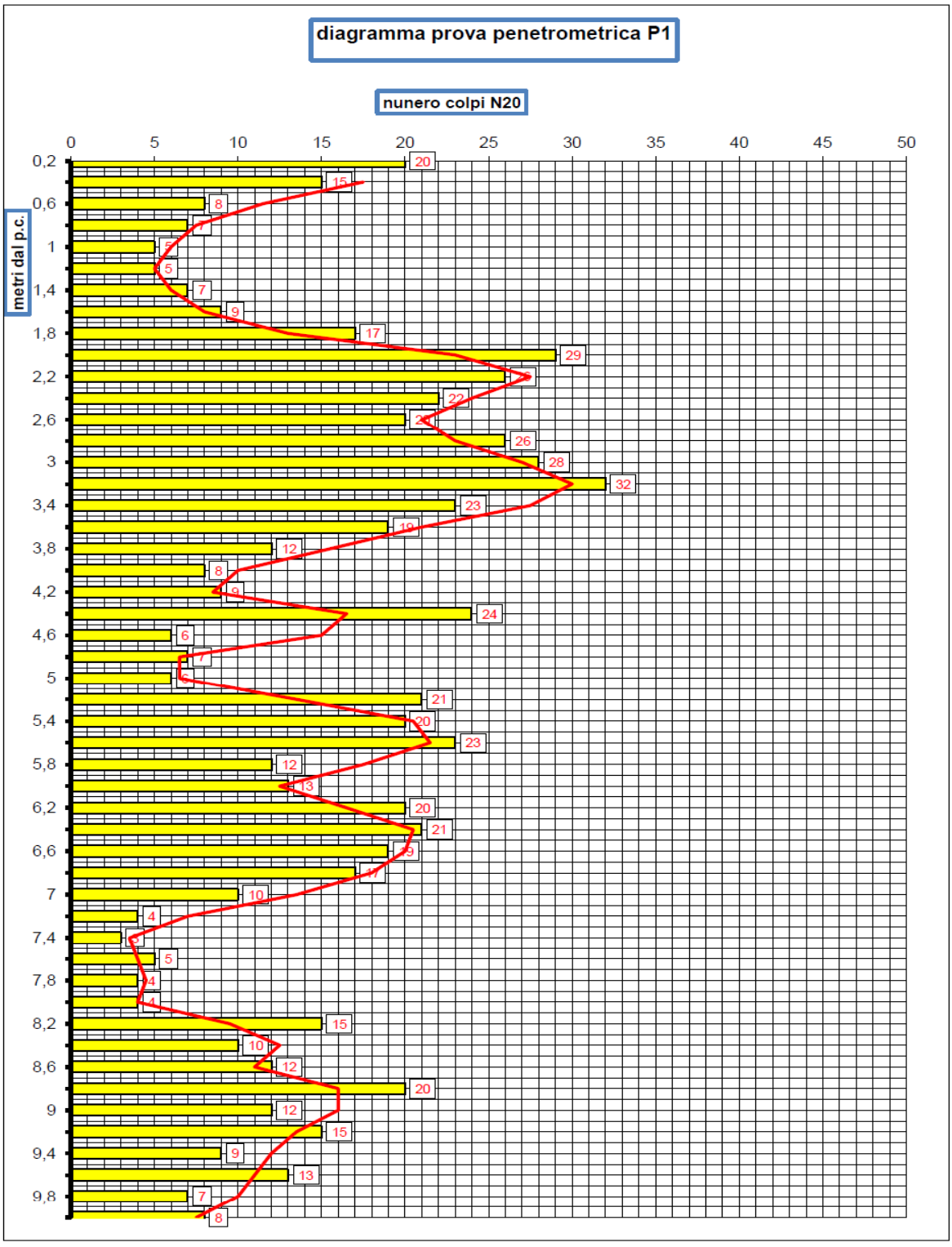
Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 20 LUGLIO 2017

Falda idrica: -4,00 metri dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	
0,2	20	216
0,4	15	162
0,6	8	86,4
0,8	7	69,2
1	5	49,4
1,2	5	49,4
1,4	7	69,2
1,6	9	82
1,8	17	155
2	29	264
2,2	26	237
2,4	22	186
2,6	20	169
2,8	26	220
3	28	237
3,2	32	252
3,4	23	181
3,6	19	150
3,8	12	94,5
4	8	59
4,2	9	66,4
4,4	24	177
4,6	6	44,3
4,8	7	48,6
5	6	41,6
5,2	21	146
5,4	20	139
5,6	23	151
5,8	12	78,6
6	13	85,1
6,2	20	131
6,4	21	130
6,6	19	118
6,8	17	105
7	10	62
7,2	4	23,5
7,4	3	17,7
7,6	5	29,4
7,8	4	23,5
8	4	22,4
8,2	15	84
8,4	10	56
8,6	12	67,2
8,8	20	107
9	12	64,1
9,2	15	80,1
9,4	9	48,1
9,6	13	66,4
9,8	7	35,8
10	8	40,9



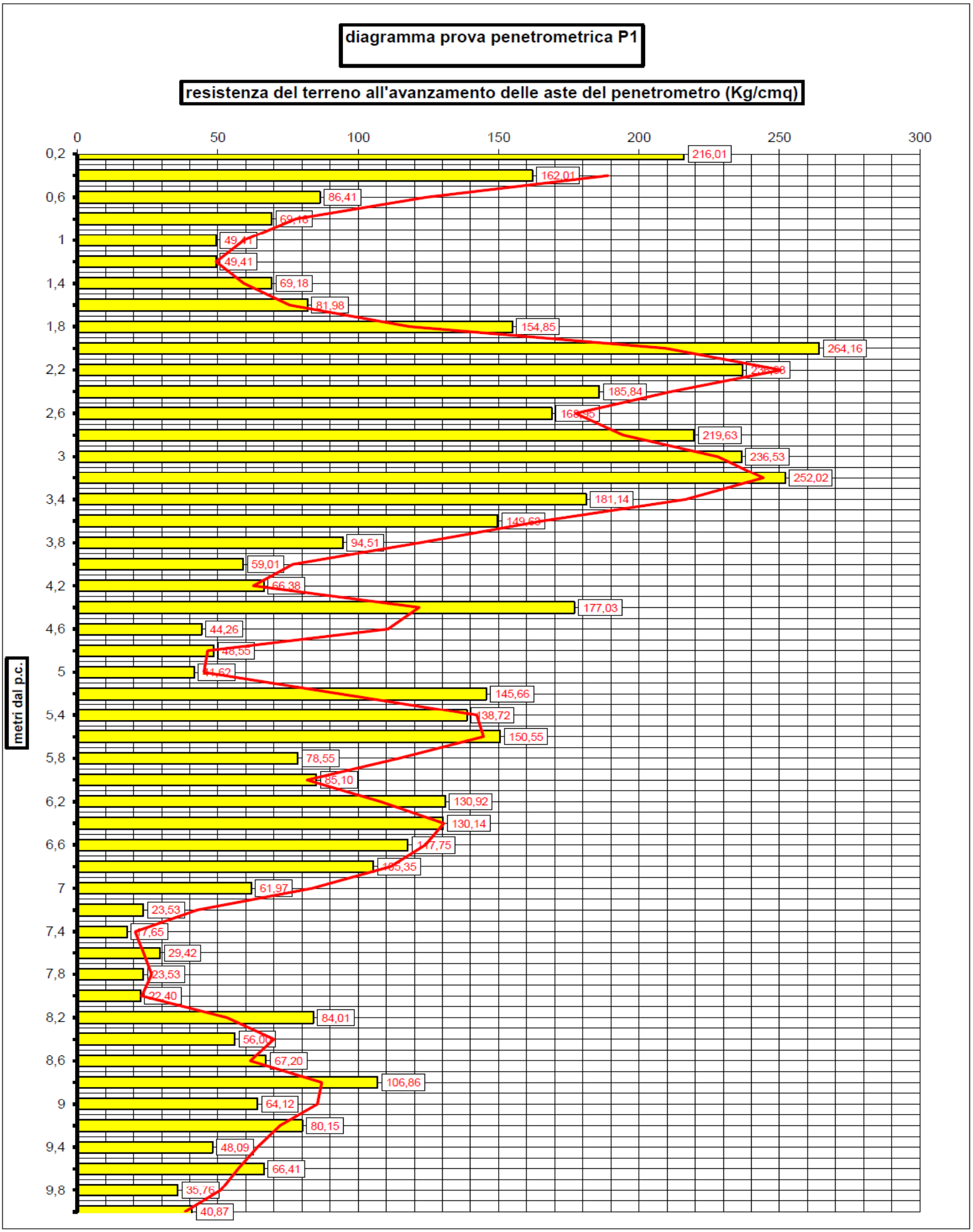


diagramma prova penetrometrica P1
resistenza del terreno all'avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cmq)
0
50
100
150
200
250
300
metri dal p.c.
0,2
0,6
1
1,4
1,8
2,2
2,6
3
3,4
3,8
4,2
4,6
5
5,4
5,8
6,2
6,6
7
7,4
7,8
8,2
8,6
9
9,4
9,8
216,01
162,01
86,41
69,18
49,41
49,41
69,18
81,98
154,85
264,16
185,84
219,63
236,53
252,02
181,14
94,51
59,01
177,03
44,26
145,66
78,55
130,92
130,14
61,97
23,53
29,42
23,53
84,01
64,12
80,15
48,09
66,41
40,87

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE RRL

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P1 - Data 20 luglio 2017

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	**piano campagna**	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
		SOTTOFONDO PIAZZALE										
0,60		Riporto e terreno rimaneggiato	1868	1868	0,3	1,08	0,015432	28		1,44	1,94e-oo2	0,60
1,60		Substrato ghiaioso e sabbioso resistente ed addensato	1800	1800	0,69		0,007218	38	72	4,62	5,73E-02	4,74
3,80		acqua di falda -4,00 m dal p.c.										
		Sabbie ghiaiose meno grossolane e meno addensate	1800	800	0,93		0,011299	34	50	2,95	5,18E-02	3,23
6,80		Successioni di sabbie e ghiaie con livelli di limi meno compatti	1800	800	1,19		0,018265	31	29	1,825	4,89E-02	1,86
10,00												

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche	
γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ= angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Wi
Dr = densità relativa (%)	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

Prova penetrometrica 2 (entrata stabilimento esistente)

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE SRL

Prova penetrometrica dinamica P2 -

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 20 LUGLIO 2017

Falda idrica: -5,00 metri dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	
0,2	20	216
0,4	11	119
0,6	6	64,8
0,8	3	29,6
1	1	9,88
1,2	1	9,88
1,4	3	29,6
1,6	5	45,5
1,8	3	27,3
2	4	36,4
2,2	6	54,7
2,4	9	76
2,6	24	203
2,8	30	253
3	16	135
3,2	7	55,1
3,4	8	63
3,6	4	31,5
3,8	19	150
4	11	81,1
4,2	9	66,4
4,4	7	51,6
4,6	2	14,8
4,8	2	13,9
5	2	13,9
5,2	2	13,9
5,4	5	34,7
5,6	3	19,6
5,8	3	19,6
6	11	72
6,2	19	124
6,4	12	74,4
6,6	7	43,4
6,8	8	49,6
7	3	18,6
7,2	1	5,88
7,4	11	64,7
7,6	30	177
7,8	43	253
8	29	162
8,2	15	84
8,4	24	134
8,6	33	185
8,8	29	155
9	28	150
9,2	17	90,8
9,4	17	90,8
9,6	7	35,8
9,8	11	56,2
10	20	102

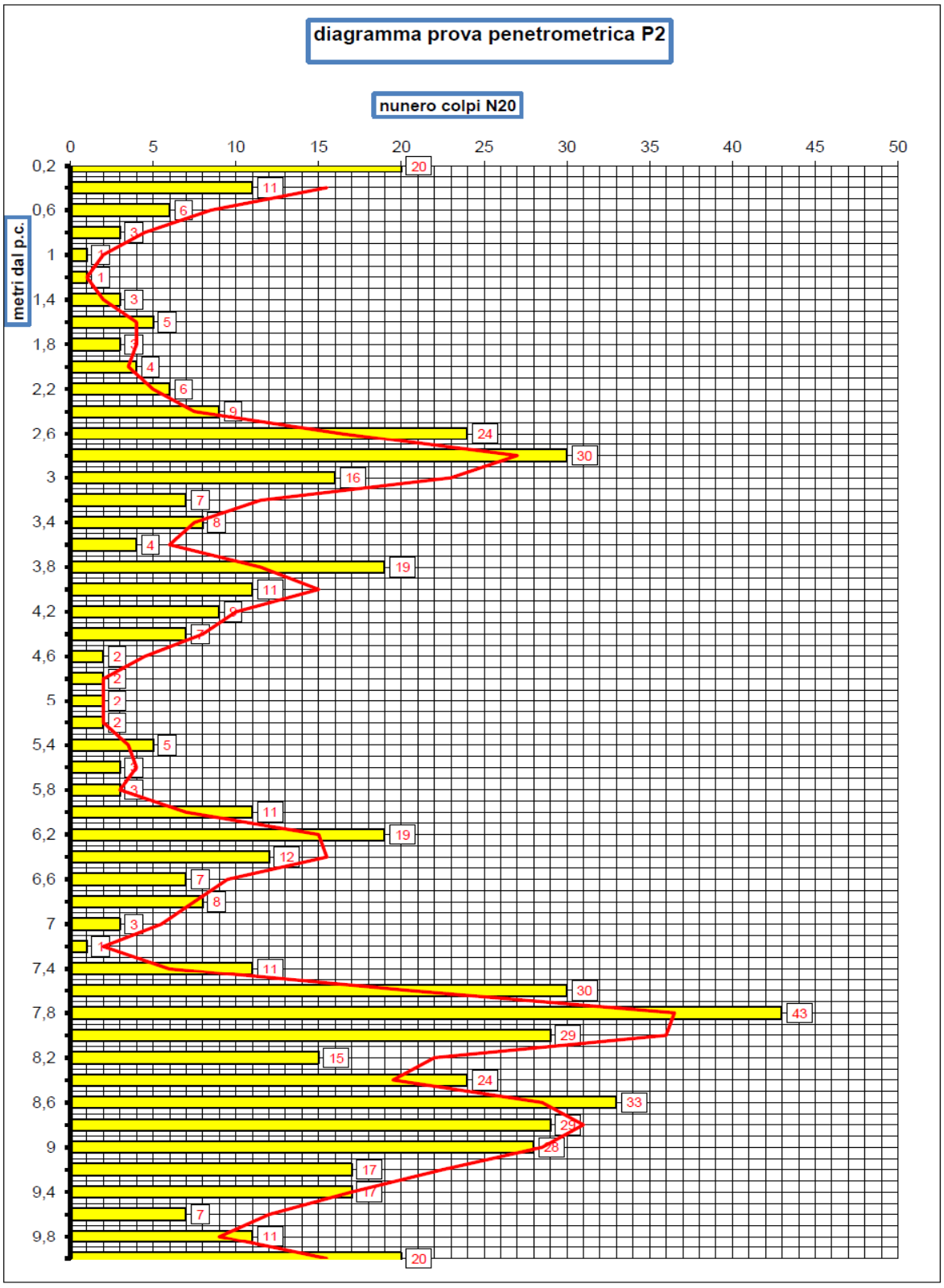
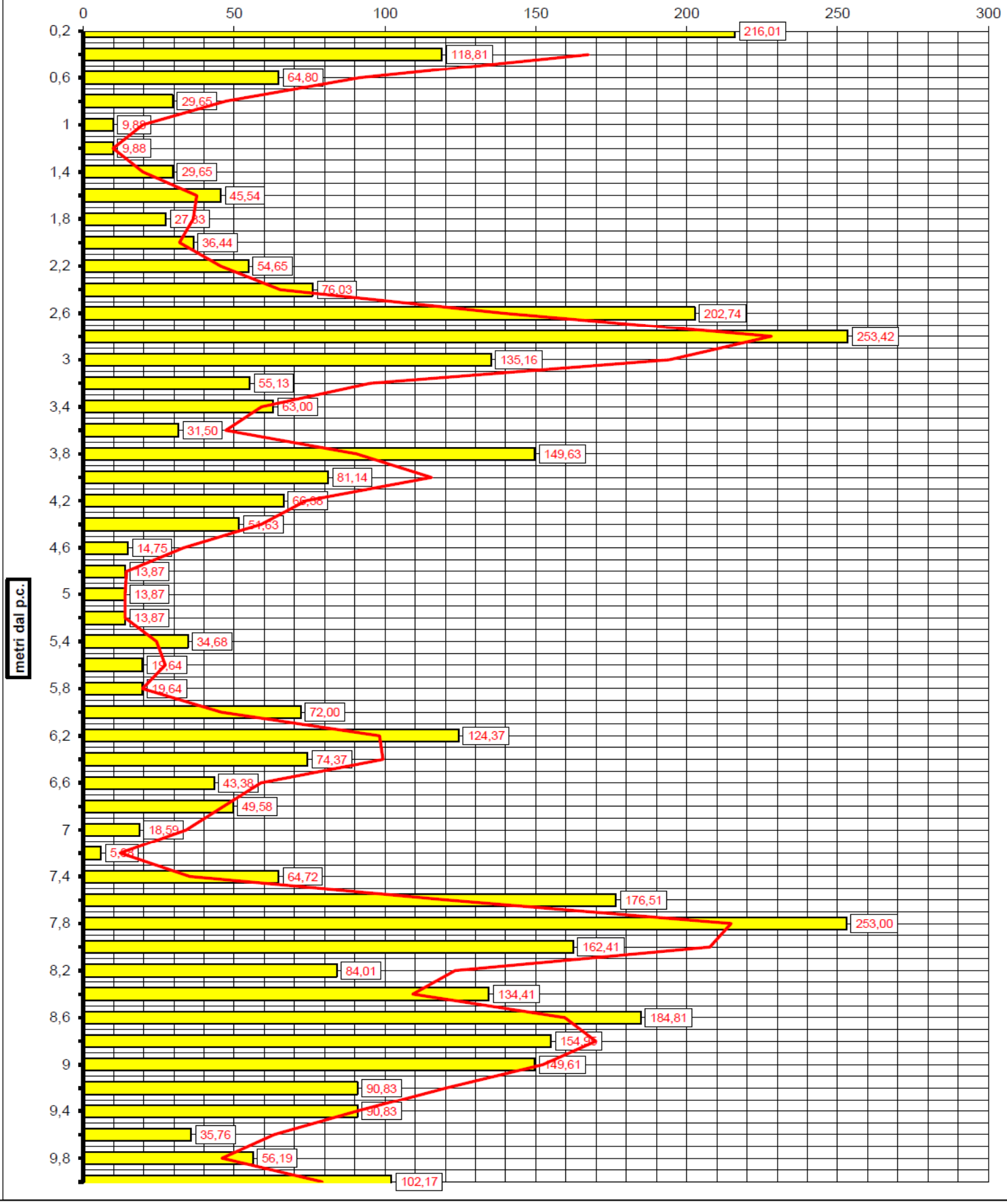


diagramma prova penetrometrica P2

resistenza del terreno all'avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cmq)



COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE RRL

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P2 - Data 19 luglio 2017

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	**piano campagna**	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
		SOTTOFONDO PIAZZALE										
0,60		Riporto e terreno rimaneggiato poco compatto	1749	1749	0,39	0,49	0,01557	27		0,65	1,12E-02	1,00
2,20		Substrato ghiaioso e sabbioso resistente ed addensato	1800	1800	0,78		0,012827	34	29	2,60	5,57E-02	2,56
4,40		acqua di falda -5,00 m dal p.c.										
		Sabbie ghiaiose meno grossolane e meno addensate con matrice limosa	1860	860	1,03	1,02	0,016632	28		1,362	3,23E-02	2,09
7,20		Successioni di sabbie e ghiaie resistenti ed addensate	1800	800	1,25		0,007473	35	59	4,461	5,58E-02	4,61
10,00												

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ= angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Wi
Dr = densità relativa (%)	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

Prova penetrometrica 3 (spigolo Sud Est stabilimento esistente)

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE SRL

Prova penetrometrica dinamica P3 -

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg — **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 19 LUGLIO 2017

Falda idrica: -3,00 metri dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	
0,2	13	140
0,4	3	32,4
0,6	2	21,6
0,8	2	19,8
1	4	39,5
1,2	7	69,2
1,4	8	79,1
1,6	5	45,5
1,8	3	27,3
2	3	27,3
2,2	3	27,3
2,4	3	25,3
2,6	17	144
2,8	21	177
3	28	237
3,2	16	126
3,4	24	189
3,6	39	307
3,8	50	394
4	50	369

rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro

diagramma prova penetrometrica P3

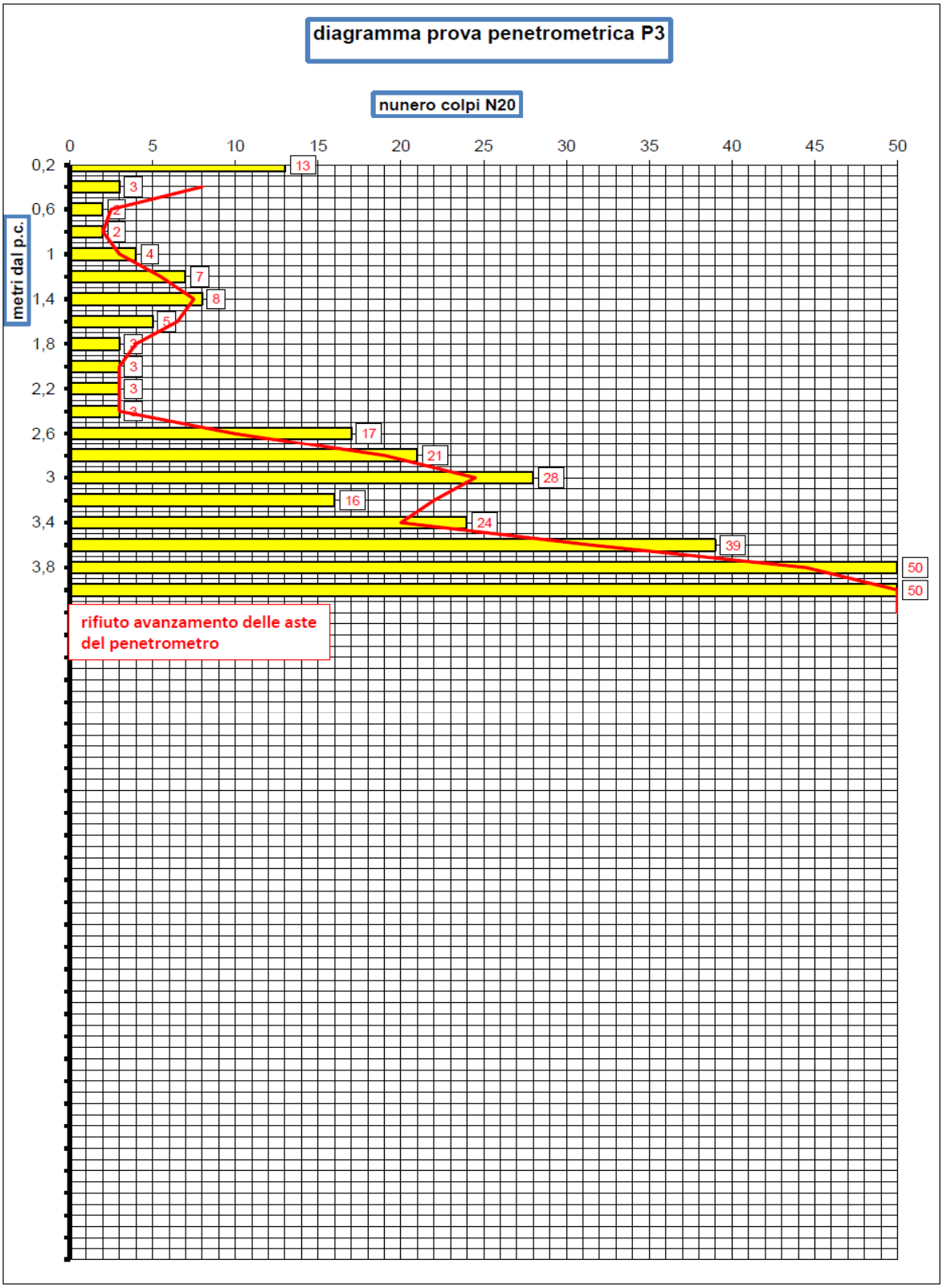
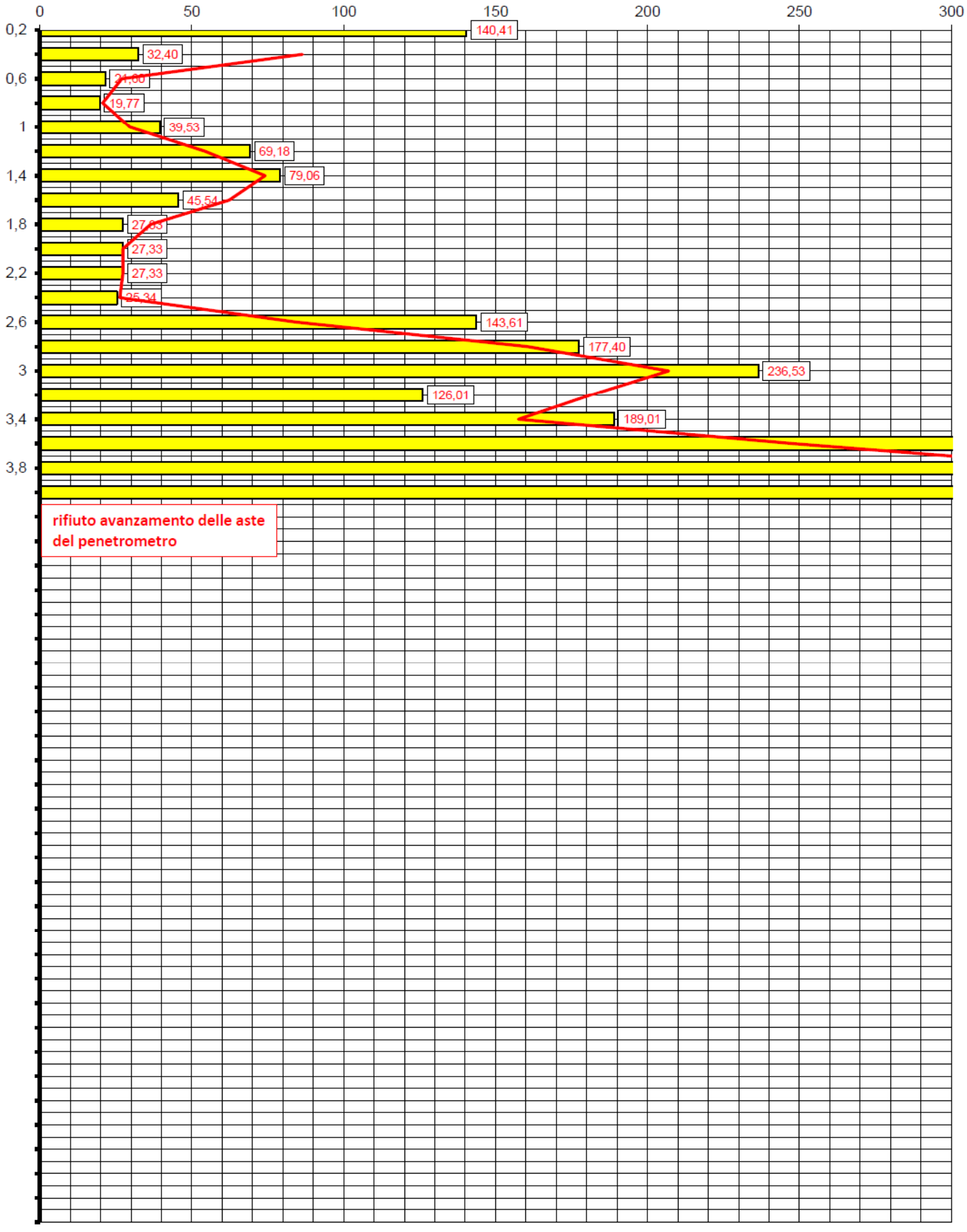


diagramma prova penetrometrica P3

resistenza del terreno all'avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cmq)



COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE RRL

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P3 - Data 19 luglio 2017

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	**piano campagna**	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
		SOTTOFONDO PIAZZALE										
0,40		Riporto e terreno rimaneggiato poco compatto	1777	1777	0,43	0,59	0,014746	27		0,78	1,12E-02	1,21
2,40		acqua di falda -3,00 m dal p.c.										
		Substrato ghiaioso e sabbioso resistente ed addensato con rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro	1900	900	0,59		0,005085	40	87	6,56	5,69E-02	> 5
4,40												

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ= angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Wi
Dr = densità relativa (%)	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

Prova penetrometrica 4 (esterno stabilimento sottostante alla strada statale, in direzione spigolo Nord Ovest stabilimento esistente)

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE SRL

Prova penetrometrica dinamica P4 -

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg — **piano campagna (posa penetrometro)**

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

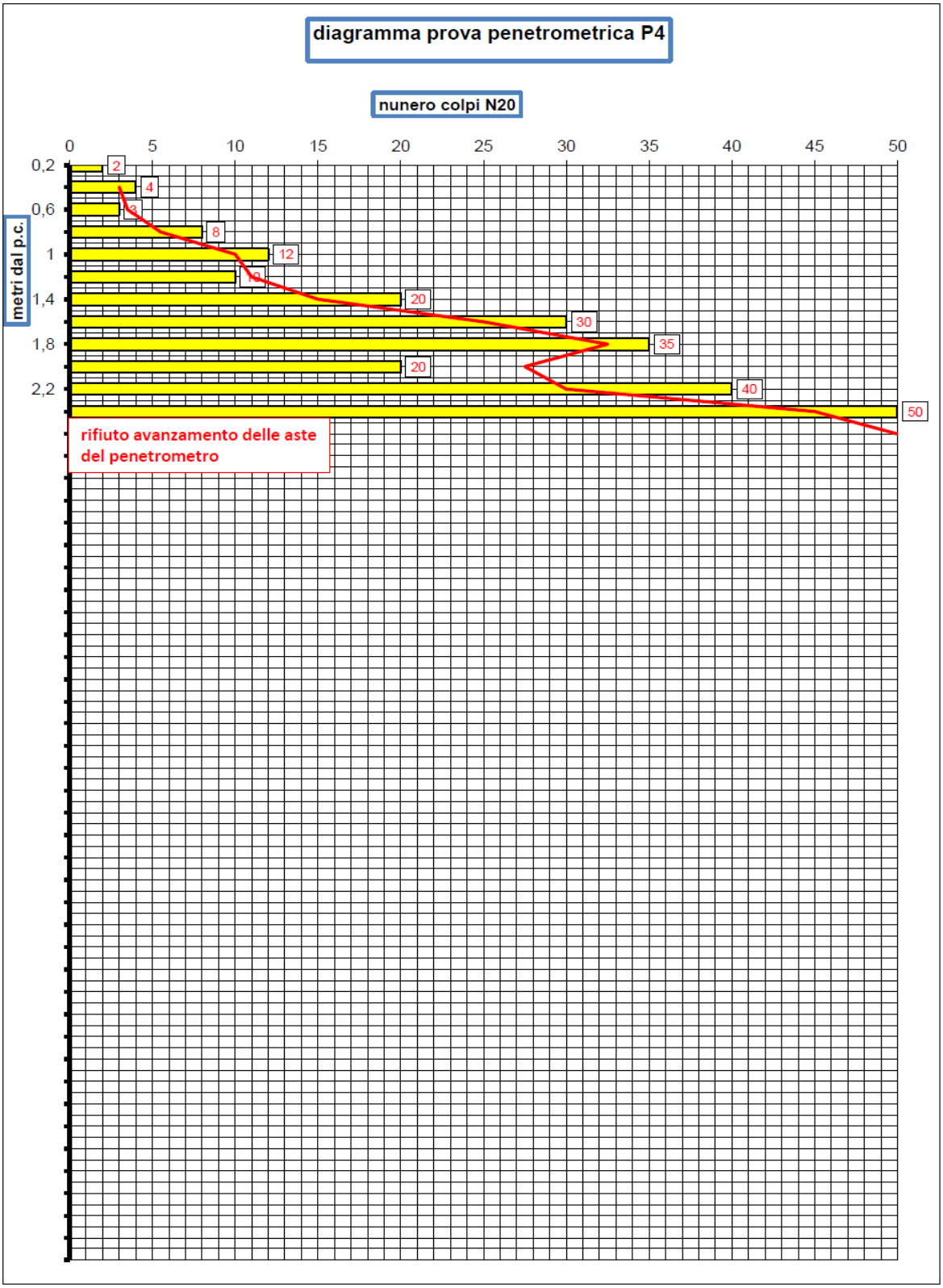
Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 13 LUGLIO 2017

Falda idrica: non rscontrata

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	
0,2	2	21,6
0,4	4	43,2
0,6	3	32,4
0,8	8	79,1
1	12	119
1,2	10	98,8
1,4	20	198
1,6	30	273
1,8	35	319
2	20	182
2,2	40	364
2,4	50	422

rifiuto avanzamento delle aste del penetrometro



COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE RRL

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P4 - Data 13 luglio 2017

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	**piano campagna**	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
0,80		Suolo e coltre superficiale	1789	1789	0,14	0,64	0,014164	27		0,85	1,12E-02	1,30
2,60		Substrato ghiaioso e sabbioso resistente ed addensato con rifiuto avanzamento aste del penetrometro	1900	1900	0,49		0,005618	41	87	5,93	5,70E-02	> 5

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche	
γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ= angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Wi
Dr = densità relativa (%)	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

Prova penetrometrica 5 (spigolo Ovest stabilimento esistente)

COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE SRL

Prova penetrometrica dinamica P5 -

penetrometro TG 63,5 -100 - KN dinamico super-pesante PAGANI

P = peso del maglio 63,5 Kg — piano campagna (posa penetrometro)

H = altezza caduta maglio 75 cm

d = diametro aste piene 32 mm

A = sezione punta conica (60°) 20 cmq

p = penetrazione 20 cm (N20)

Rendimento energetico: 78% circa energia trasmessa dal maglio alle aste

Energia specifica colpo penetrometro SPT = Q = 7,83 Kg/cmq

Energia specifica colpo penetrometro DPSH N20 = Q = (M x H) / (A x p) = 11,90 Kg/cmq

Coefficiente teorico di energia t = Q / Qspt = 1,52

Data: 20 LUGLIO 2017

Falda idrica: -4,00 metri dal p.c.

profondità dal p.c. (metri)	colpi DPHS N20	
0,2	48	518
0,4	25	270
0,6	14	151
0,8	7	69,2
1	14	138
1,2	9	88,9
1,4	5	49,4
1,6	5	45,5
1,8	4	36,4
2	6	54,7
2,2	5	45,5
2,4	5	42,2
2,6	17	144
2,8	22	186
3	23	194
3,2	20	158
3,4	20	158
3,6	22	173
3,8	17	134
4	14	103
4,2	8	59
4,4	7	51,6
4,6	8	59
4,8	7	48,6
5	23	160
5,2	21	146
5,4	26	180
5,6	13	85,1
5,8	22	144
6	22	144
6,2	21	137
6,4	25	155
6,6	21	130
6,8	12	74,4
7	6	37,2
7,2	7	41,2
7,4	6	35,3
7,6	6	35,3
7,8	5	29,4
8	5	28
8,2	16	89,6
8,4	11	61,6
8,6	13	72,8
8,8	20	107
9	13	69,5
9,2	10	53,4
9,4	13	69,5
9,6	8	40,9
9,8	9	46
10	10	51,1

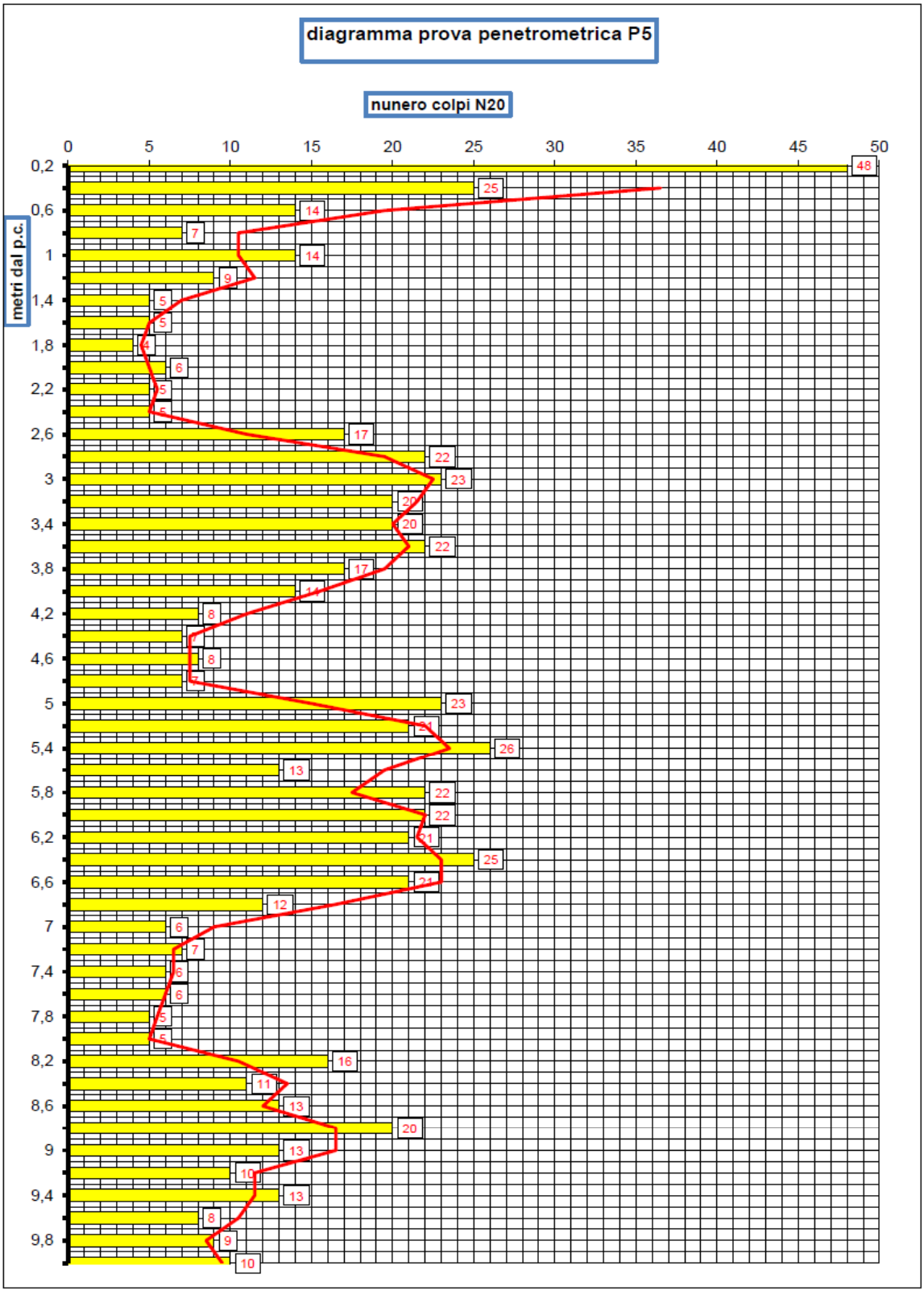
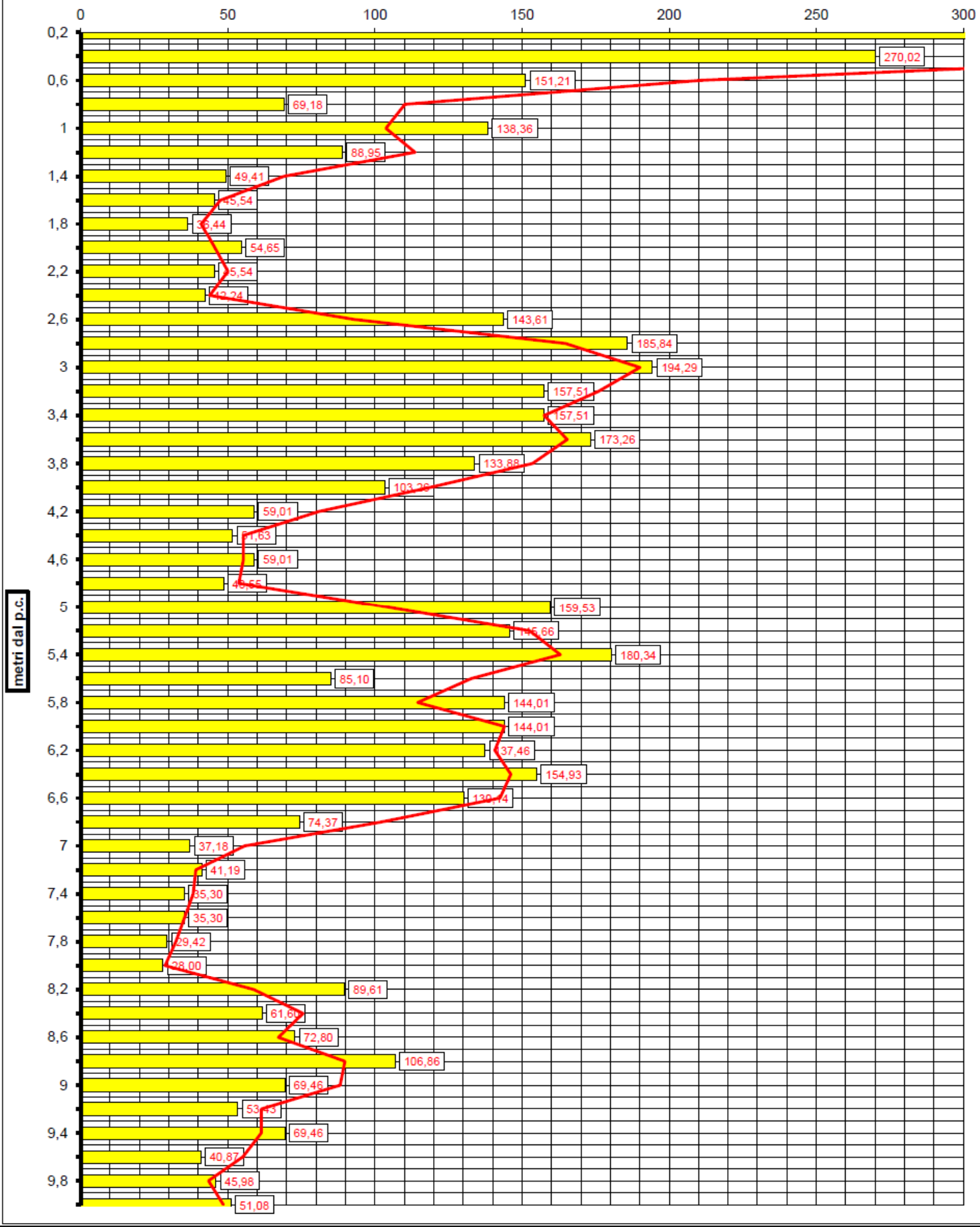


diagramma prova penetrometrica P5

resistenza del terreno all'avanzamento delle aste del penetrometro (Kg/cmq)



COMUNE DI CASALE MONFERRATO SOC SPAZIO CASALE RRL

STRATIGRAFIA PROVA PENETROMETRICA P5 - Data 20 luglio 2017

prof	strati	tipologia	γ	γ'	Σ	Cu	Mv	ϕ	Dr	K orizz	K perm	K Winkler
METRI	0,00	**piano campagna**	Kg/mc	Kg/mc	Kg/cmq	Kg/cmq	cmq/Kg	°	%	Kg/cmq	cm/sec	Kg/cmc
		SOTTOFONDO PIAZZALE										
1,20		Riporto e terreno rimaneggiato mediamente compatto	1814	1814	0,43	0,75	0,014035	27		1,00	1,11E-02	1,54
2,40		acqua di falda -4,00 m dal p.c.										
		Ghiaie sabbiose addensate e costipate	1800	800	0,79		0,00951	36	60	3,505	5,36E-02	2,90
6,40		Sabbie ghiaiose con intercalazioni di limi e sabbie meno grossolane e meno addensate	1800	800	1,04		0,017867	32	32	1,866	4,34e--02	2,03
10,00												

legenda parametri geotecnici ottenuti attraverso discretizzazione dati medi prove pemetrometriche

γ = peso di volume	Korizz = moulo reaz. orizz.
γ' = peso di volume	Φ= angolo attrito
Σ = pressione litostatica	Mv = coefficiente di compressibilità di volume
Cu = coesione non drenata	K Wi
Dr = densità relativa (%)	K Winkler (formula di Bowles capacità portante)

Unità litotecniche del sottosuolo e parametri geotecnici caratteristici

L'elaborazione dei dati delle prove penetrometriche ha permesso di ottenere i parametri geotecnici relativamente ad ogni unità litotecnica attraverso un'operazione di discretizzazione dei singoli valori del numero di colpi ogni 20 cm di avanzamento delle aste del penetrometro.

I valori dei **parametri geotecnici caratteristici** sono stati calcolati, a partire dai valori medi ottenuti dalle prove penetrometriche, successivamente elaborati secondo appropriate equazioni statistiche e probabilistiche (stabilite dagli Eurocodici EC7), con determinazione del 5 percentile della media di pochi dati per *grandi volumi di rottura del terreno* con distribuzione log-normale (Cu, con COV del 30%) e distribuzione normale (Φ con COV del 10%) - (foglio di calcolo McCoy, aprile 2007), nel caso in cui fossero adottate dal Progettista tipologie fondazionali tipo dirette in c.a. coinvolgenti grandi e piccoli volumi di terreno con resistenze compensate (parametri geotecnici caratteristici Cuk1 e ϕk1) ed indirette profonde coinvolgenti piccoli volumi di terreno con resistenze non compensate (parametri geotecnici caratteristici Cuk2 e ϕk2).

UNITA' LITOTECNICA 1

Fino ad una profondità variabile da 0,1,80 a 2,60 m dal p.c. riporto e terreno rimaneggiato (sottofondo piazzale) poco compatto dotato di un valore medio di coesione non drenata (Cu) pari a 0,71 Kg/cmq, un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 27,20°, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1799,4 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0147894 cmq/Kg.

Coesione non drenata:	Cuk1	= 59.90 (KPa)
Angolo di attrito:	ϕk1	= 25.20°
Coesione non drenata:	Cuk2	= 42.00 (KPa)
Angolo di attrito:	ϕk2	= 22.70°

UNITA' LITOTECNICA 2

Fino ad una profondità variabile da 3,80 a 6,40 m dal p.c. substrato ghiaioso e sabbioso addensato e resistente dotato di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 37,80°, un valore medio di densità relativa (Dr) pari al 67 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1840 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0080516 cmq/Kg.

Angolo di attrito:	ϕk1	= 35.00°
Angolo di attrito:	ϕk2	= 31.60°

UNITA' LITOTECNICA 3

Fino alla massima profondità d'investigazione pari a 10,00 m dal p.c. successioni di ghiaie e sabbie addensate e resistenti con intercalazioni di limi sabbiosi dotati di un valore medio di coesione non drenata (Cu) pari a1,02 Kg/cmq, di un valore medio di angolo di attrito interno (ϕ) pari a 32 °, un valore medio di densità relativa (Dr) pari al 42,50 %, un valore medio di peso di volume (γ) pari a 1927,8 Kg/mc ed un valore medio di coefficiente di compressibilità di volume pari a 0,0062084 cmq/Kg.

Coesione non drenata:	Cuk1	= 60.30 (KPa)
Angolo di attrito:	ϕk1	= 29.60°
Angolo di attrito:	ϕk2	= 26.70°
Coesione non drenata:	Cuk2	= 60.30 (KPa)

Conclusioni

Le prospezioni penetrometriche hanno individuato una conformazione litotecnica del sottosuolo eterogenea con la presenza di terreno rimaneggiato e di riporto caratterizzato da mediocri parametri geotecnici fino ad una quota variabile da -1,60 a -2,40 metri dal piano piazzale (piano campagna), a cui seguono fino alla profondità media di 4,30 metri dal p.c. terreni ghiaiosi a matrice sabbiosa molto addensati e costipati che hanno opposto rifiuto all'avanzamento delle aste del penetrometro (prove penetrometriche P3 e P4), mentre fino alla massima profondità d'investigazione pari 10 metri dal piano campagna sono state individuate successioni di ghiaie e sabbie meno addensate e costipate con intercalazioni di sabbie e limi meno compatti.

Nei fori penetrometrici la falda freatica è stata riscontrata alla data del mese di luglio 2017 alla profondità variabile da 3,00 a 5,00 metri dal piano campagna.

La prospezione sismica MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) effettuata all'interno dello stabilimento, ha individuato un valore di Vs30 pari a 467,1 m/sec a cui corrisponde un terreno in classe B caratterizzato da *"Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero NSPT,30 > 50 nei terreni a grana grossa e cu,30 > 250 kPa nei terreni a grana fina)".*

Valenza, 11 settembre 2017

In fede
Cavalli Andrea