

8 - MODELLO GEOTECNICO

Per la definizione delle caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche preliminari del substrato relativo all'area di variante PRG in oggetto, sono state eseguite n°2 prove penetrometriche statiche CPT, spinte fino alla profondità massima di circa 15 m. dal p.c.

La distribuzione delle prove eseguite disponibili è riportata nella mappa scala 1:1.000 allegata (Tav. 6).

Nel complesso le prove effettuate indicano la presenza di una coltre superficiale limoso-argillosa di consistenza medio-bassa e spessore di circa 2 m., sovrastante depositi sabbiosi, in matrice limosa, a granulometria crescente con la profondità.

Nel dettaglio è possibile definire, a partire dalla quota di riferimento del piazzale del depuratore attuale, la successione litostratigrafica locale di seguito illustrata:

- 1° strato: argilla limosa di consistenza bassa.
Profondità 0,00÷1,80 m.
Comportamento coesivo
 $R_p = 6\div 17 \text{ Kg/cm}^2$
Coesione non drenata $C_u = 0,45\div 0,72 \text{ Kg/cm}^2$
- 2° strato: sabbia e sabbia limosa .
Profondità 1,80÷8,00/8,40 m.
Comportamento attritivo; coesivo per i livelli prevalentemente limoso-argillosi
 $R_p = 21\div 76 \text{ Kg/cm}^2$
DR = 50÷76 % (mediam. addensata)
Angolo di attrito $\phi = 27\div 33^\circ$
Coesione non drenata $C_u = 0,82\div 0,97 \text{ Kg/cm}^2$ per i livelli prevalentem. argillosi
- 3° strato: sabbia ghiaiosa addensata.
Profondità 8,00/8,40 ÷13,60 m.
Comportamento attritivo
 $R_p = 64\div 192 \text{ Kg/cm}^2$
DR = 58÷83 % (mediam. addensata)
Angolo di attrito $\phi = 32\div 36^\circ$
- 4° strato: ghiaie addensate
Profondità 13,60÷15,00 m.
Comportamento attritivo
 $R_p = 205\div 415 \text{ Kg/cm}^2$
DR = 74÷100 % (addensata)
Angolo di attrito $\phi = 35\div 39^\circ$



Figura 26 – Punti di esecuzione prove CPT

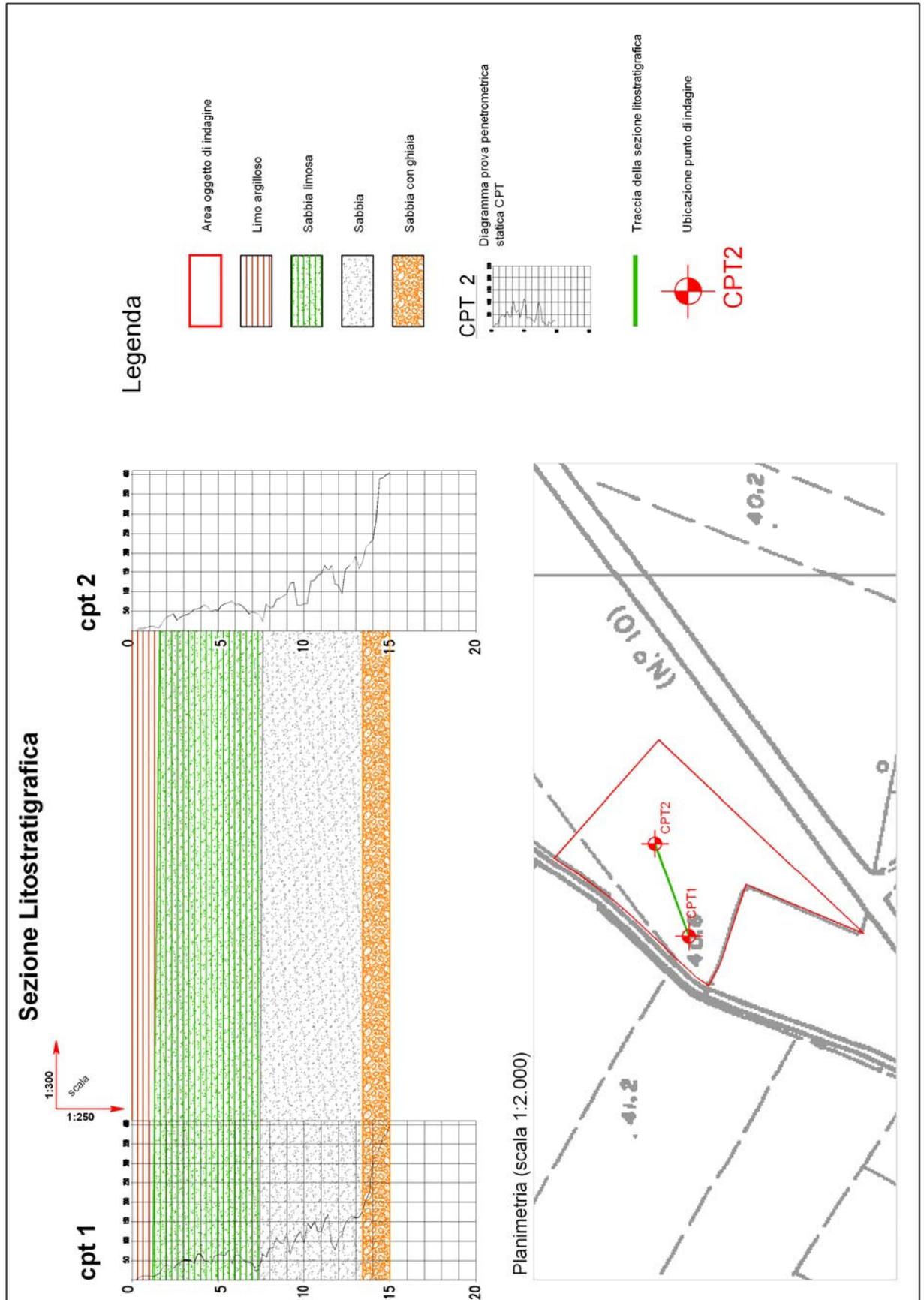


Figura 27 – Modello geologico sito in esame

9 - CARATTERISTICHE DINAMICHE DEL SUOLO (VS30)

Per quanto concerne le caratteristiche dinamiche del suolo, in termini di velocità media di propagazione delle onde di taglio entro la profondità di 30 m. dalla superficie (Vs30) è stata eseguita una prospezione Masw (Multichannel Analysis of Surface Wave) in corrispondenza del lotto in esame.

Le registrazioni eseguite e l'interpretazione dei dati della prospezione MASW sono dettagliatamente descritte nell'Allegato 2.

I risultati ottenuti hanno consentito di ottenere una valutazione media Vs30, calcolata secondo l'espressione

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i/v_i}$$

ove h_i = spessore in mt. dello strato i-esimo

V_i = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

corrispondente ad un valore di

$$V_{s30} = 241 \text{ m/s}$$

Il valore di Vs30 calcolato consente di valutare il suolo di fondazione in esame, sulla base della classificazione di cui al D.M. 14/01/08 come rientrante nella seguente :

Categoria C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT30 < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < cu30 < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
--------------------	--

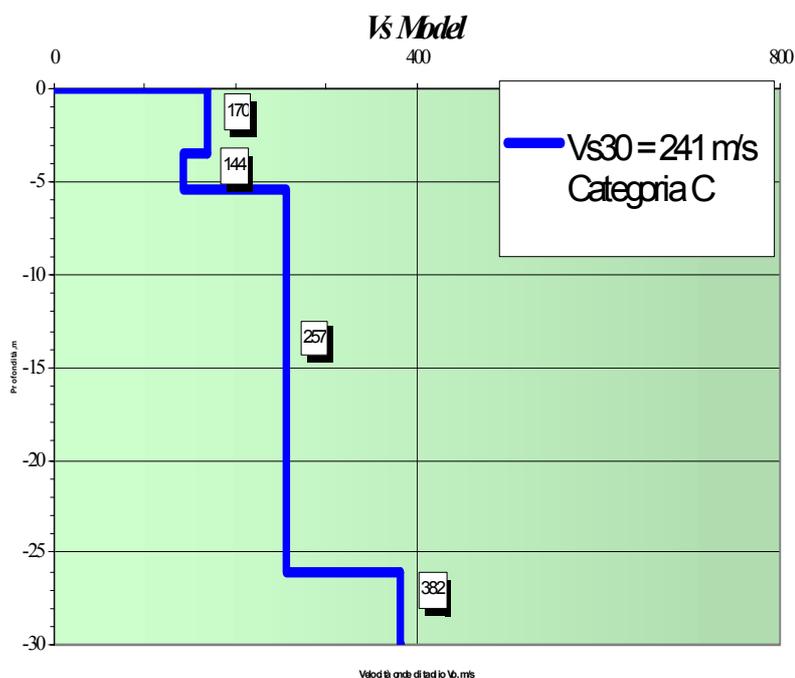


Figura 28 – Diagramma di velocità Vs – Sito Monticelli – San Nazaro

10 -PERICOLOSITA' SISMICA

La classificazione sismica del territorio nazionale (Ordinanza P.C.M. 3274/2003) fa rientrare il Comune di Monticelli d'Ongina in **zona 4** cioè a sismicità bassa, caratterizzata da valori di ag/g minori di 0,05, dove “ ag ” è l'accelerazione di picco orizzontale al suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni e “ g ” è l'accelerazione di gravità.

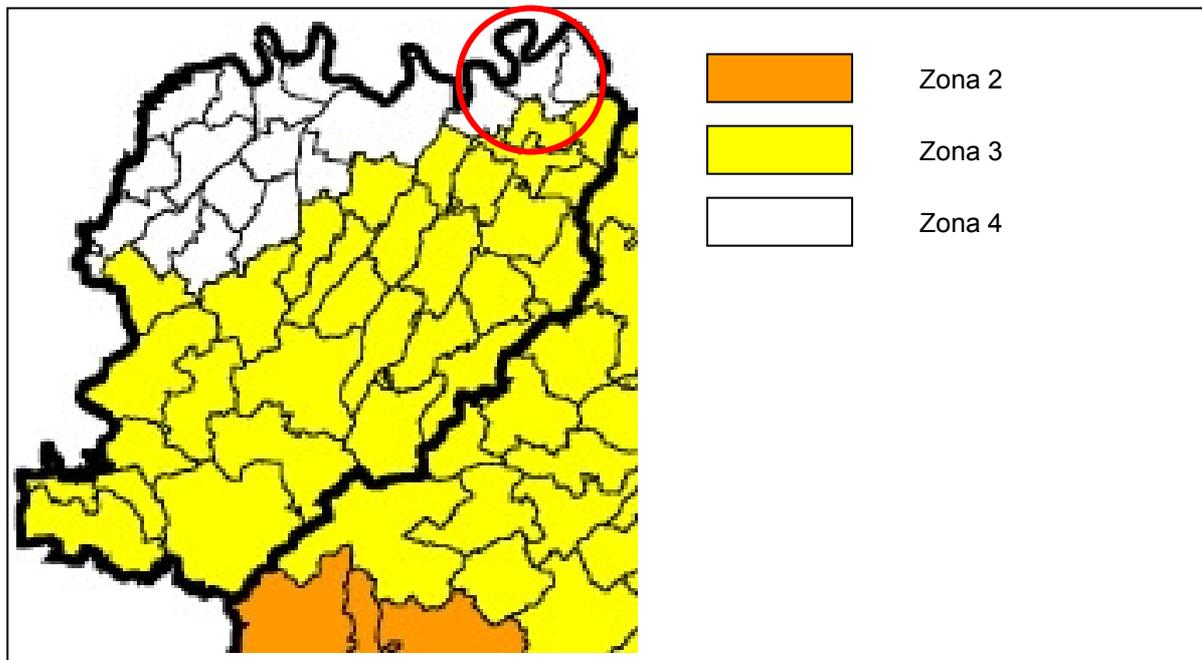


Figura 29 - Nuova classificazione sismica del territorio regionale OPCM 3274/2003

Per *pericolosità sismica* viene intesa la misura dello scuotimento al suolo atteso in un dato sito; essa è legata alle caratteristiche sismotettoniche, alle modalità di rilascio dell'energia alla sorgente, al percorso di propagazione delle onde sismiche dalla sorgente al sito e alla loro interazione con la geologia e la geomorfologia locale

In questa sede è stata esaminata la “Mappa di pericolosità sismica” allegata all'Ordinanza P.C.M. n.3519 del 28/04/2006, che aggiorna la precedente approvata dalla Commissione Grandi Rischi del Dipartimento della Protezione Civile nella seduta del 6 aprile 2004.

Come si può osservare dalla distribuzione delle aree a diversa accelerazione massima del suolo (a_{max}) espressa in termini di accelerazione massima con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (riferita a suoli molto rigidi con $V_{s30} > 800$ m/s), il Comune di Monticelli d'Ongina, evidenziato in figura dal cerchio rosso, appartiene alla fascia caratterizzata da valori **0,075-0,100 g**; i valori rivalutati sono farebbero rientrare il Comune di Monticelli d'Ongina in zona 3 di cui all'Ordinanza 3274/2003.

Per la precisione la Delibera dell'A.L. della Regione Emilia Romagna progr. n°112 - oggetto n°3121 del 2 maggio 2007, concernente l'atto di indirizzo e coordinamento tecnico in merito

agli studi di valutazione della risposta sismica locale e di microzonazione sismica, attribuisce a Monticelli d'Ongina un valore dell'accelerazione max orizzontale di picco al suolo **arefg = 0,084**, espressa in frazione dell'accelerazione di gravità g.

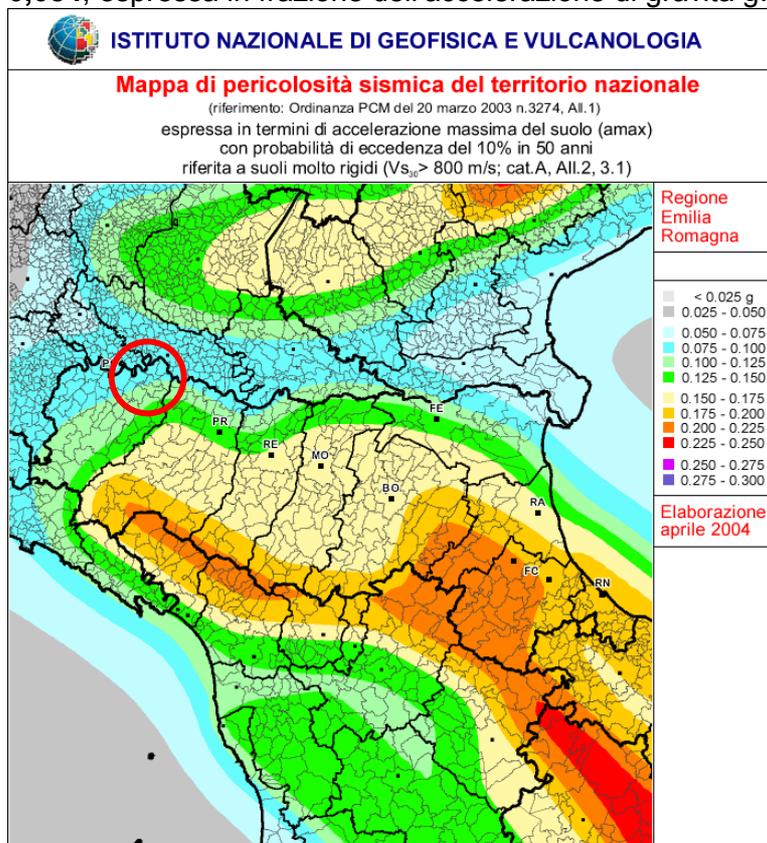


Figura 30 – Mappa di pericolosità sismica in termini di a_{max} (INGV 2004)

11 - RISCHIO DI LIQUEFAZIONE

Il rischio di liquefazione viene espresso dal rapporto $FSL = CSS/CSR$, ove :

CSR : domanda di resistenza alla liquefazione CSR, funzione delle caratteristiche del terremoto atteso, magnitudo e accelerazione di picco di superficie.

CRR : parametro di resistenza alla liquefazione

Il parametro di carico sismico, ovvero il profilo del rapporto di tensione ciclica equivalente ad un terremoto di magnitudo 7.5, può essere stimato con la seguente equazione semiempirica proposta da Seed e Idriss (1971) _

$$CSR = 0,65 (a_{max}/g) (\sigma_{vo}/\sigma'_{vo}) r_d$$

ove :

a_{max} = picco di accelerazione orizzontale in superficie prodotto dal terremoto

g = accelerazione di gravità

σ_{vo} = tensione litostatica totale

σ'_{vo} = tensione litostatica efficace

r_d = coefficiente di riduzione delle tensioni con la profondità , il cui andamento medio è valutabile dal diagramma di Fig. 31.

Il parametro di resistenza alla liquefazione può essere ricavato sulla base dei valori R_p con correlazione empirica rappresentata dalle curve di resistenza per terremoti di magnitudo 7.5 (CRR7.5) elaborata da Seed et al. 1985 su base empirica. (Fig. 32).

Il rischio di liquefazione, espresso dal rapporto $FSL = CSS/CSR$, in caso di valori inferiori all'unità esprime la possibilità che si verifichi la liquefazione del terreno in caso di sisma.

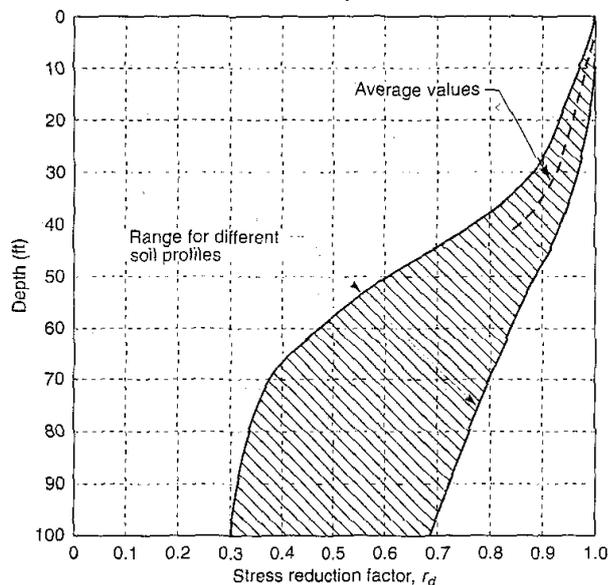


Figura 31 – Fuso di variazione del coefficiente di riduzione delle tensioni r_d con la profondità (Seed e Idriss, 1971) e curva media.

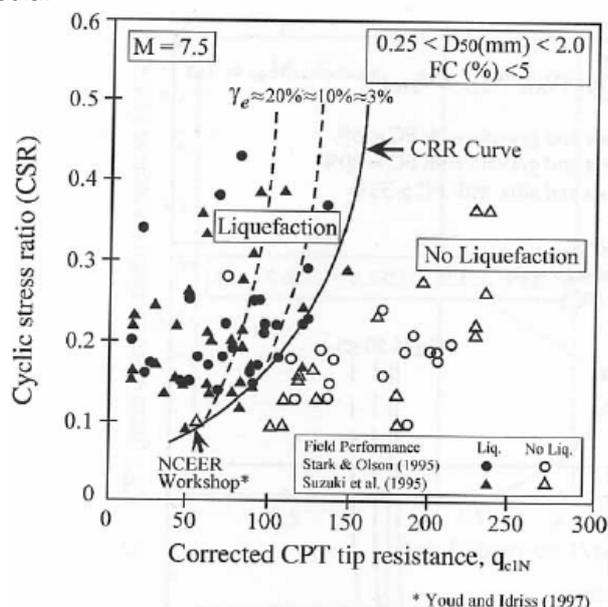


Figura 32 - Curve per il calcolo del rapporto di resistenza ciclica (CRR7.5) dai risultati di prove penetrometriche e punti rappresentativi di casi storici.

Nel caso di studio vengono forniti i valori di A_{max}/g per i quali si può verificare liquefazione (riportati nei tabulati di elaborazione delle prove penetrometriche) per ogni valore R_p misurato; tenendo conto dell'accelerazione massima al suolo $a_{max} = 0,084 g$, si osserva un'assenza del rischio di liquefazione dei terreni sabbiosi presenti.

12 - EFFETTI DI SITO ATTESI

In riferimento alle indicazioni contenute nell'Allegato A1 della Delibera regionale del 2 maggio 2007 relative all'elaborazione della “Carta delle aree suscettibili di effetti locali”, sono stati esaminati gli aspetti geologici e geomorfologici che possono determinare effetti locali. Le caratteristiche fisiche che possono indurre tali effetti nell'ambito della Regione Emilia-Romagna sono le seguenti :

Depositi che possono determinare amplificazione (spessore ≥ 5 m)

- detriti di versante (frane, detriti di falda, detriti eluvio-colluviali, detriti di versante s.l., depositi morenici, depositi da geliflusso);
- detriti di conoide alluvionale;
- depositi alluvionali terrazzati e di fondovalle;
- accumuli detritici in zona pedemontana (falde di detrito e coni di deiezione);
- depositi fluvio-lacustri
- riporti antropici poco addensati;
- substrato affiorante alterato o intensamente fratturato (per uno spessore ≥ 5 m);
- litotipi del substrato con $V_s < 800$ m/sec.

Elementi morfologici che possono determinare amplificazione

- creste, cocuzzoli, dorsali allungate, versanti con acclività $> 15^\circ$ e altezza ≥ 30 m

Depositi suscettibili di amplificazione e cedimenti

- depositi granulari fini con livello superiore della falda acquifera a profondità minore di 15 m dal piano campagna, con composizione granulometrica che ricade nelle fasce critiche indicate nell'Allegato A3 della Delibera (fattori predisponenti al fenomeno di liquefazione);
- depositi (spessore ≥ 5 m) di terreni granulari sciolti o poco addensati o di terreni coesivi poco consistenti, caratterizzati da valori NSPT < 15 o cu < 70 kpa.

Aree soggette ad instabilità di versante:

- aree instabili: aree direttamente interessate da fenomeni franosi attivi;
- aree potenzialmente instabili: aree in cui sono possibili riattivazioni (frane quiescenti) o attivazioni di movimenti franosi (tutti gli accumuli detritici incoerenti, indipendentemente dalla genesi, con acclività $> 15^\circ$; pendii costituiti da terreni prevalentemente argillosi e/o intensamente fratturati con acclività $> 15^\circ$; versanti con giacitura degli strati a franapoggio con inclinazione minore o uguale a quella del pendio; aree prossime a zone instabili che possono essere coinvolte dalla riattivazione del movimento franoso; scarpate subverticali; accumuli detritici incoerenti prossimi all'orlo di scarpate).

Elementi che possono determinare effetti differenziali, sia amplificazione che cedimenti:

- contatto laterale tra litotipi con caratteristiche fisico – meccaniche molto diverse;
- cavità

In virtù delle conoscenze geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche precedentemente descritte è stata prodotta la “*Carta delle aree suscettibili di effetti locali*” (Tavola 5).

L'area ricade nell'ambito della Zona di piana alluvionale, costituita da depositi prevalentemente sabbiosi, da fini a grossolani, disposti in lenti eterogenee sia per continuità laterale che per spessore, suscettibili ad amplificazione sismica stratigrafica.

La ridotta sismicità dell'area, come evidenziato nel capitolo precedente, esclude la possibilità di formazione di fenomeni di liquefazione del substrato, tipici di sedimenti sabbiosi saturi.

Sulla base delle caratteristiche geomorfologiche e litologiche, sono state distinte due classi di aree suscettibili di effetti sismici locali :

- *Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi con copertura limoso-argillosa, di piana alluvionale.*
EFFETTI ATTESI: amplificazione per caratteristiche litologiche
- *Depositi costituiti da alternanze di limi-argillosi, sabbie limose e sabbie, di piana alluvionale.*
EFFETTI ATTESI: amplificazione per caratteristiche litologiche

In ragione della possibile amplificazione stratigrafica in caso di sisma, si è proceduto alla seconda fase di studio prevista dalla Delibera regionale del 2 maggio 2007, finalizzata alla valutazione della risposta sismica locale e la microzonazione sismica del territorio indagato.

Nel caso in esame, tenendo conto della situazione geomorfologica in cui ricade l'area in esame (area pianeggiante con stratificazione sub-orizzontale, e rischio di liquefazione assente) è ritenuto sufficiente il secondo livello di approfondimento (analisi semplificata).

Inoltre, in considerazione che l'intervento in progetto non rientra nell'elenco delle opere di rilevante interesse pubblico ai sensi della Delib. G.R. n. 1661 del 2 novembre 2009 , in quanto caratterizzata da una capienza inferiore a 100 persone, non si ritiene necessario prevedere un approfondimento di 3° livello.

Il settore indagato può essere assimilato, in riferimento alle tipologie geologiche di cui all'Allegato A2 della Delibera 2-5-07, al tipo Pianura 2, cioè ambito di pianura caratterizzato da profilo stratigrafico costituito da alternanze di sabbie e peliti, con spessori anche decametrici, talora con intercalazioni di orizzonti di ghiaie (di spessore anche decine di metri), con substrato profondo (> 100 m da p.c.).

Nel caso di specie, sulla base del valore di $V_{s30} = 241$ m/s misurato dalla prospezione Masw precedentemente descritta, e sulla base dei valori tabellari per terreni tipo Pianura 2, si ottiene un valore di

FA PGA	FA - 0.1s < T_0 < 0.5s	FA - 0.5s < T_0 < 1.0s
1.5	1.8	2.3

dove $PGA = 0,127 g$

Nella Carta di microzonazione sismica (Tavola 7), sviluppata per l'ambito di nuova previsione urbanistica, è stata riportato il Fattore di Amplificazione stratigrafica che dovrà essere tenuto in considerazione per la determinazione dello spettro di risposta necessario per la progettazione sismica degli edifici ai sensi della normativa sismica vigente.

13 - VALUTAZIONE DI FATTIBILITA' GEOLOGICA PER LE AZIONI DI PIANO

La formulazione del giudizio di fattibilità geologica per le azioni di piano, è stata desunta dalla valutazione incrociata degli elementi di carattere geologico-geomorfologico, idrogeologico, idraulico e geotecnico, descritti nei capitoli precedenti, nonché dei fattori di utilizzo antropico del territorio, attuali e di previsione.

Sulla base delle valutazioni sopra esposte, è stata allestita la "Carta della fattibilità geologica" (Tavola 8), nella quale all'area di variante PRG è stata associata una classe di fattibilità e fornite indicazioni generali in ordine alle destinazioni d'uso, alle cautele da adottare per gli interventi, agli studi ed alle indagini da effettuare per gli approfondimenti del caso, alle eventuali opere di riduzione del rischio ed alla necessità di controllo dei fenomeni in atto.

In tale ottica è stata individuata una sola classe di fattibilità geologica, di cui viene riportata di seguito, una descrizione sintetica e le prescrizioni a cui dovrà essere assoggettata l'edificazione.

AREE A FATTIBILITA' GEOLOGICA CON LIMITAZIONI RELATIVAMENTE CONSISTENTI
Aree a limitato rischio di esondazione e soggiacenza della falda < 2m.

Aree extrarginali a limitato rischio di esondazione coincidenti alla zona designata alla fascia C dal PAI costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. Edificabili previa verifica del rischio idraulico residuale, da condursi attraverso approfondimento tecnico relativo all'intero territorio comunale.

Possibili cedimenti fondazioni superficiali, che potrebbero rendere necessaria l'adozione di fondazioni profonde o interventi di miglioramento del terreno di fondazione.

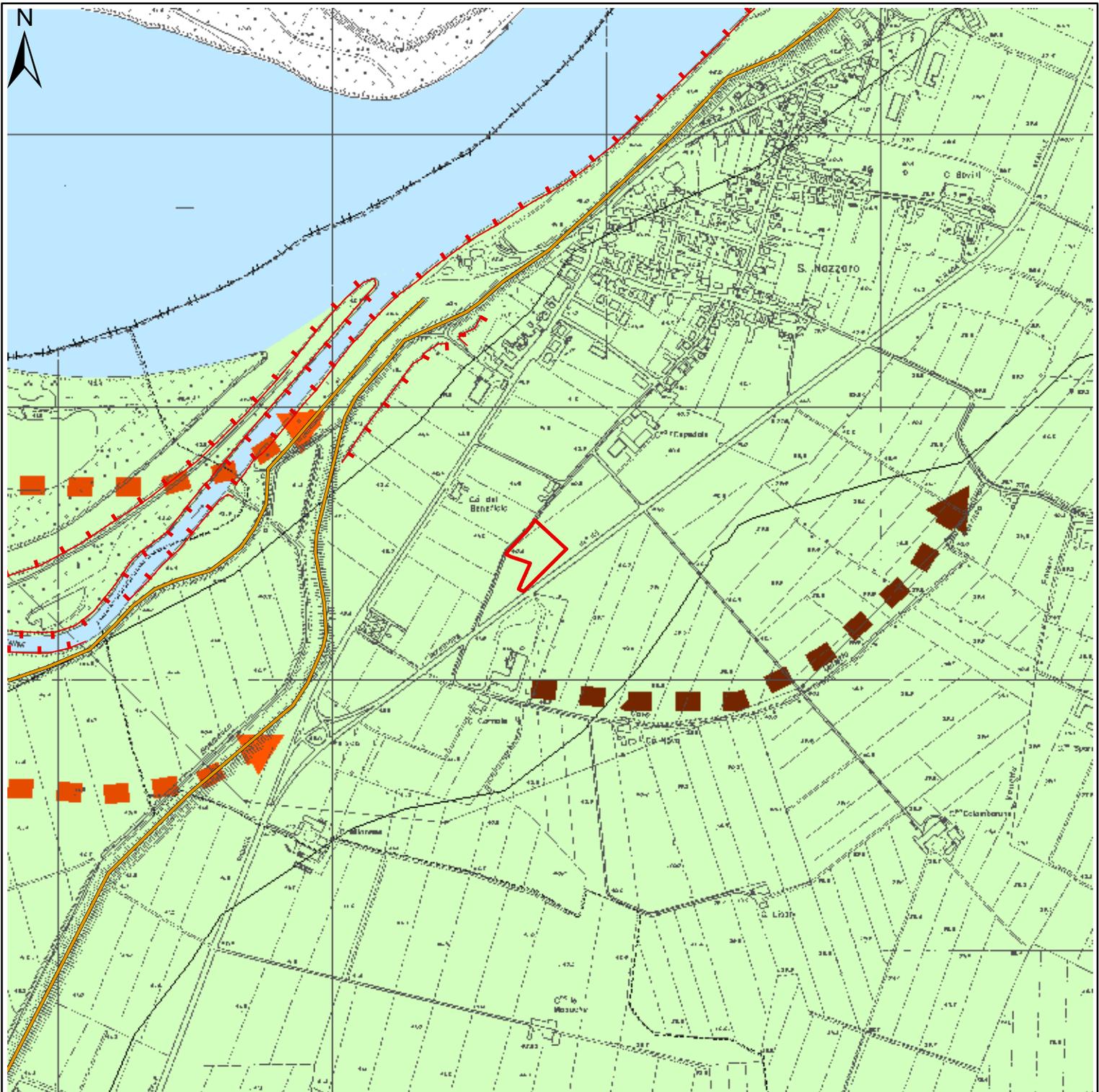
Sconsigliata la realizzazione di scantinati e interrati.

Fiorenzuola d'Arda, 05-03-2012

Studio Geologico Ambientale

Dr. Geol. Gabriele Corbelli





Legenda

Area oggetto di Variante PRG

Confine regionale

Confine Comunale

Unità geologiche:

b1 – Depositi alluvionali dell'alveo attivo del corso d'acqua. Ghiaie e sabbie prevalenti.

AES8a - Unità di Modena - ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso-argillosa discontinua. Depositi di piana alluvionale.

Elementi Morfologici:

Argine fluviale

Scarpata morfologica

Traccia di ansa meandrica abbandonata:

recente

antica

Elaborato:

CARTA GEOLOGICO-GEOMORFOLOGICA

A cura di:



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

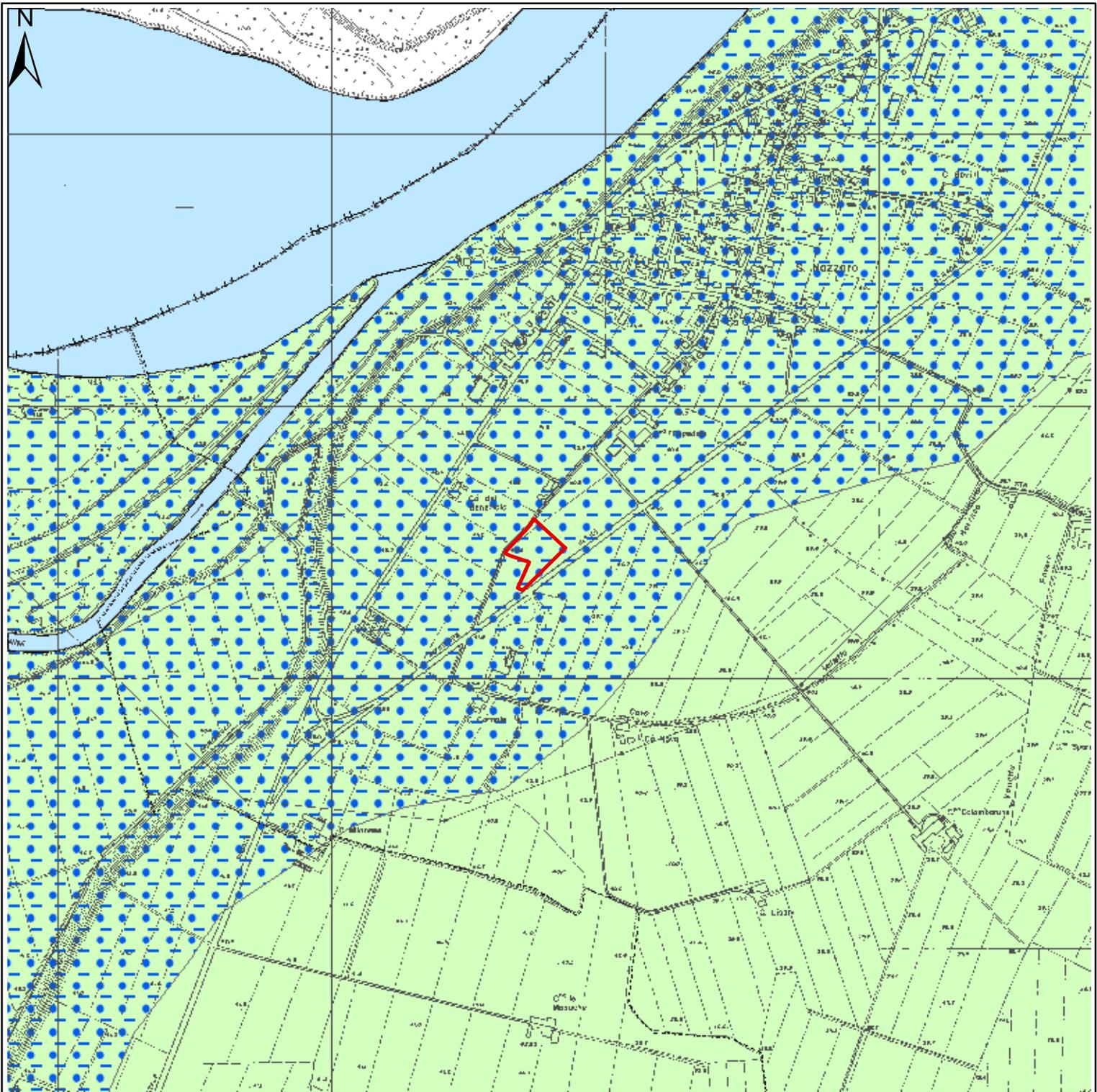
1:10.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

1



Legenda

 Area oggetto di Variante PRG

 Confine regionale

 Confine Comunale

Aspetti Litologici:

 Alveo inciso - Alternanza di sedimenti di natura alluvionale prevalentemente grossolani.

 Zona a meandri - argille limose, argille e limi argillosi

 Zona a meandri - sabbie limose

Elaborato:

CARTA LITOLOGICA

A cura di:



Studio Geologico Ambientale
 Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

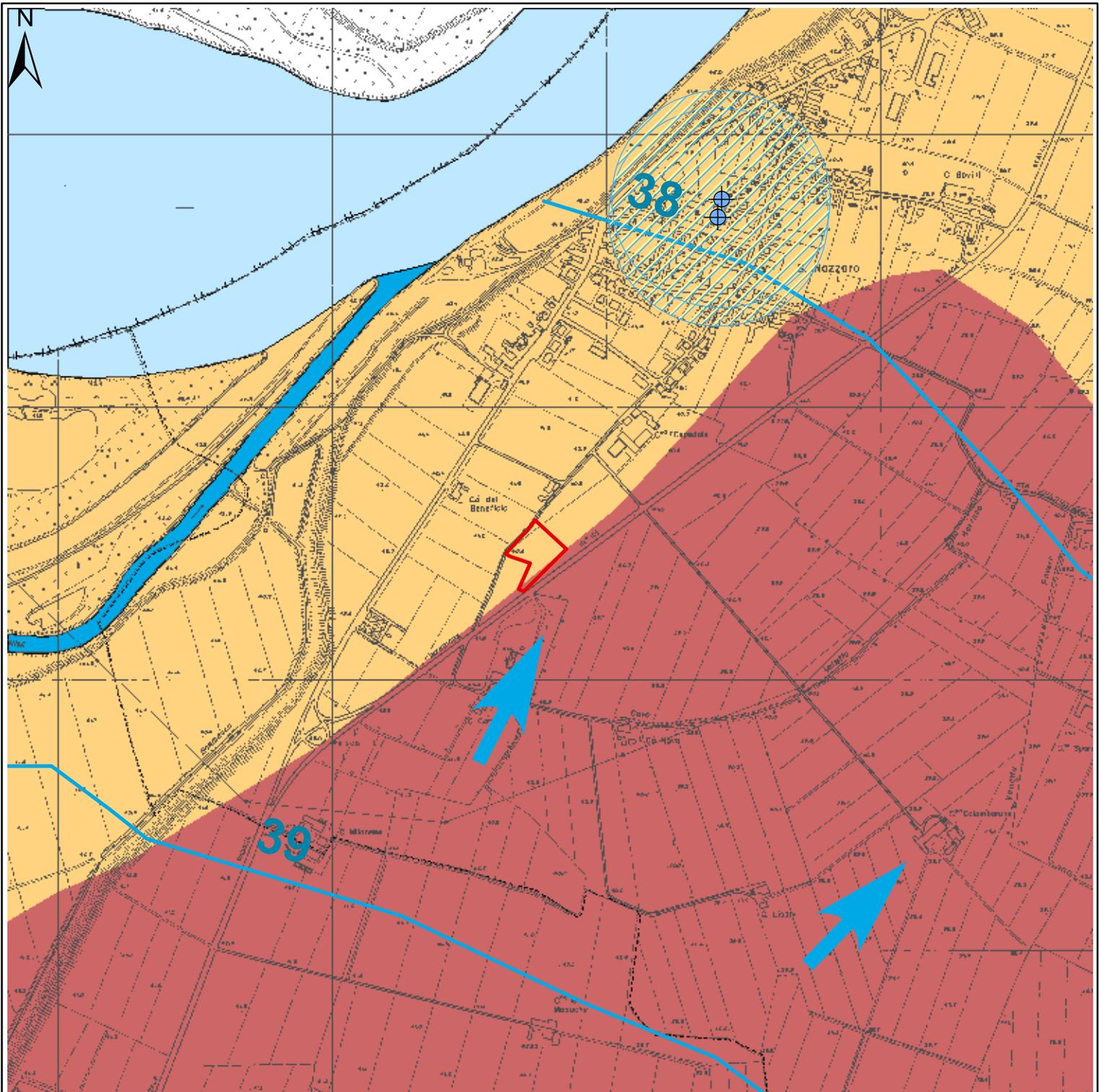
1:10.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

2



Legenda

- Area oggetto di Variante PRG
- Confine regionale
- Confine Comunale
- Fiume Po
- Torrente Chiavenna
- Aspetti idrogeologici***
- Soggiacenza (quote in m)
- 0-2 2-4 4-6 6-8
- Isopiezometrica (quota in m.s.l.m.)
- Direzione di deflusso principale della falda
- Pozzo a servizio dell'acquedotto pubblico e relativa zona di tutela assoluta (R=10m)
- Zona di rispetto per pozzi pubblici (R=200m)

*Fonte: U.S.S.L. n.3 Fiorenzuola d'Arda "PIANO PER LA TUTELA E L'USO DELLE RISORSE IDRICHE DESTINATE AL CONSUMO UMANO"

Elaborato:

CARTA IDROGEOLOGICA

A cura di:



Studio Geologico Ambientale
 Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

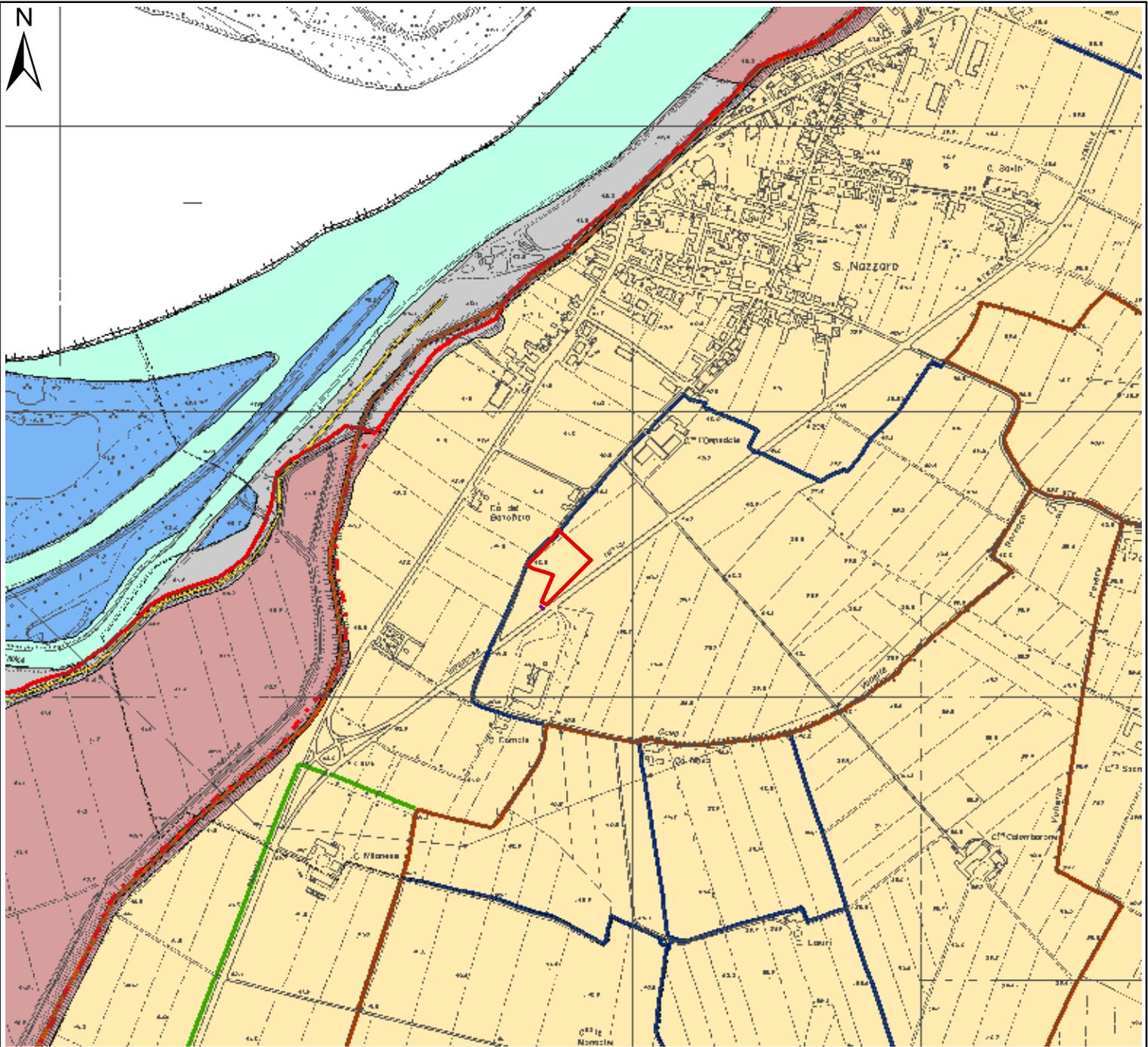
1:10.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

3



Legenda

 Area oggetto di Variante PRG	<u>Fasce fluviali P.A.I.</u>	
 Confine regionale	 Limite Fascia A (P.A.I. - AdBPo), fascia di deflusso della piena	
 Confine Comunale	 Limite Fascia B (P.A.I. - AdBPo), fascia di esondazione	
 Argine fluviale maestro	<u>Fasce fluviali P.T.C.P.</u>	
 Argine fluviale secondario	 A1 - Alveo inciso	 B3 - Ad elevato grado di antropizzazione
 Canale ad uso irriguo	 A2 - Alveo di piena	 C1 - Extrarginale o protetta da infrastrutture
 Canale ad uso promiscuo	 A3 - Alveo di piena con valenza naturalistica	
 Canale di scolo delle acque meteoriche		

Elaborato:

CARTA DEGLI ASPETTI IDRAULICI

A cura di:



Studio Geologico Ambientale
 Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

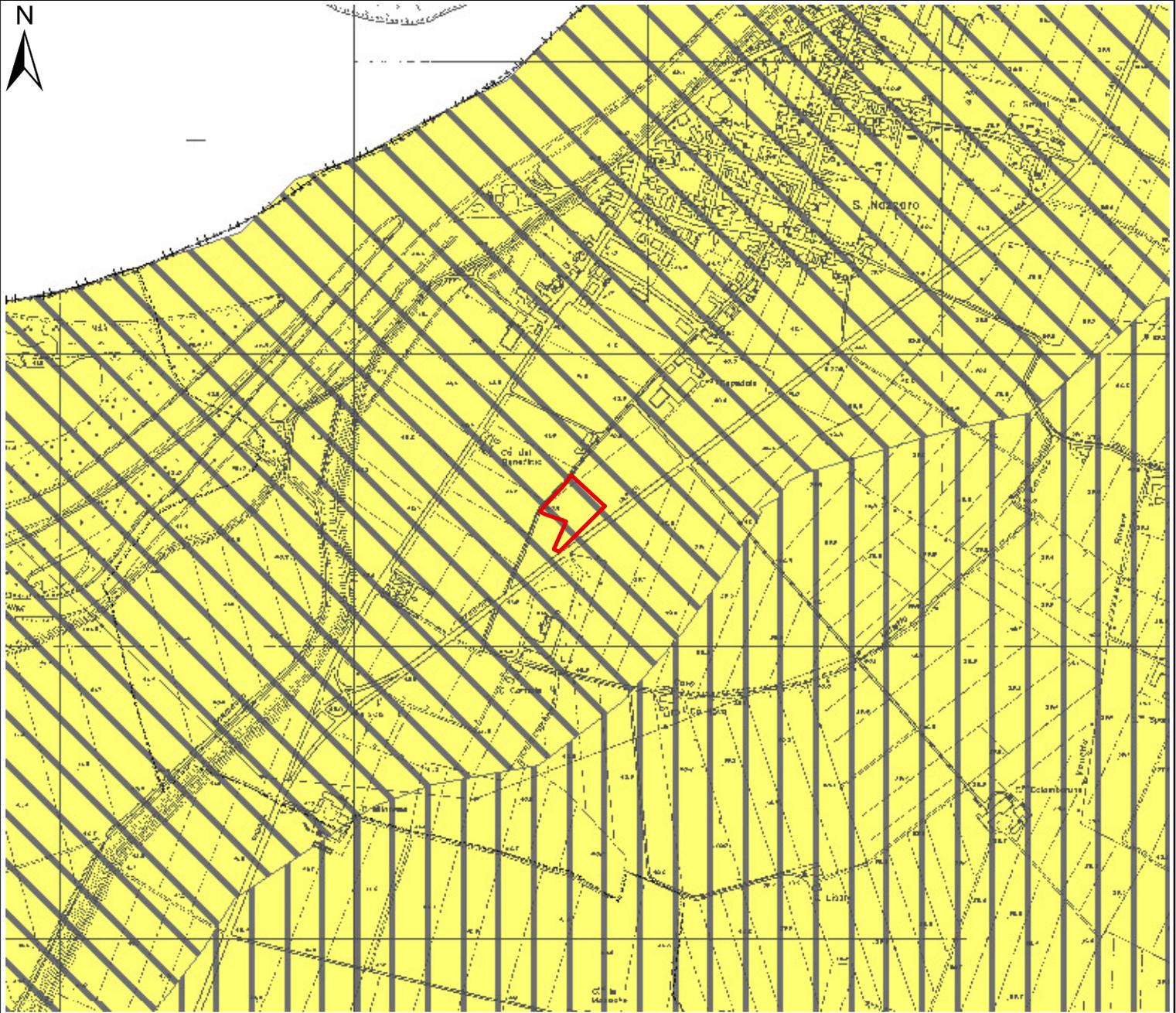
1:10.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

4



Legenda

 Area oggetto di Variante PRG  Confine regionale  Confine Comunale

Aree suscettibili di effetti sismici locali

 Classe D

Depositi alluvionali costituiti da alternanze di depositi limoso-argillosi, limoso sabbiosi e sabbiosi (effetti di sito: amplificazione litologica)

 Classe S

Depositi alluvionali prevalentemente sabbiosi, con copertura limoso-argillosa (effetti di sito: amplificazione litologica)

Effetti attesi

Classe	Effetti di sito	Livello di approfondimento [rif. delib.A.L.n°112 2-05-2007]
D	effetti di sito: amplificazione litologica	II
S		

Elaborato:

CARTA DELLE AREE SUSCETTIBILI DI EFFETTI SISMICI LOCALI

A cura di:

Studio Geologico Ambientale



Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

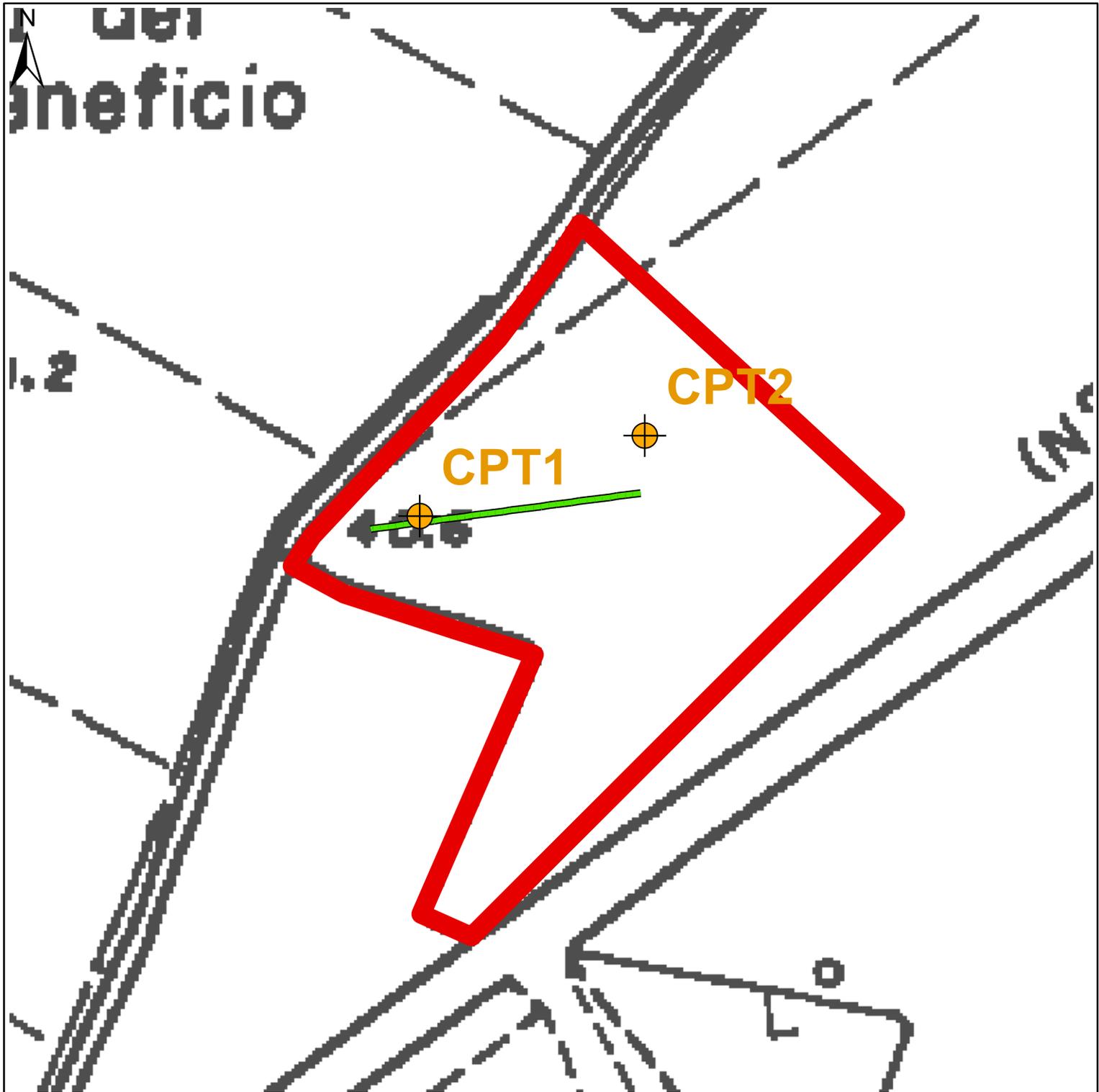
1:10.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

5



Legenda



Area oggetto di Variante PRG



Prospezione sismica MASW



Prova penetrometrica statica CPT

Elaborato:

UBICAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE-GEOFISICHE

A cura di:



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

1:1.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

6



Legenda

 Area oggetto di Variante PRG

 Zona caratterizzata da fattore di amplificazione sismica F.A. = 1,50 (P.G.A.)

Elaborato:

CARTA DELLA MICROZONAZIONE SISMICA

A cura di:



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol.GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

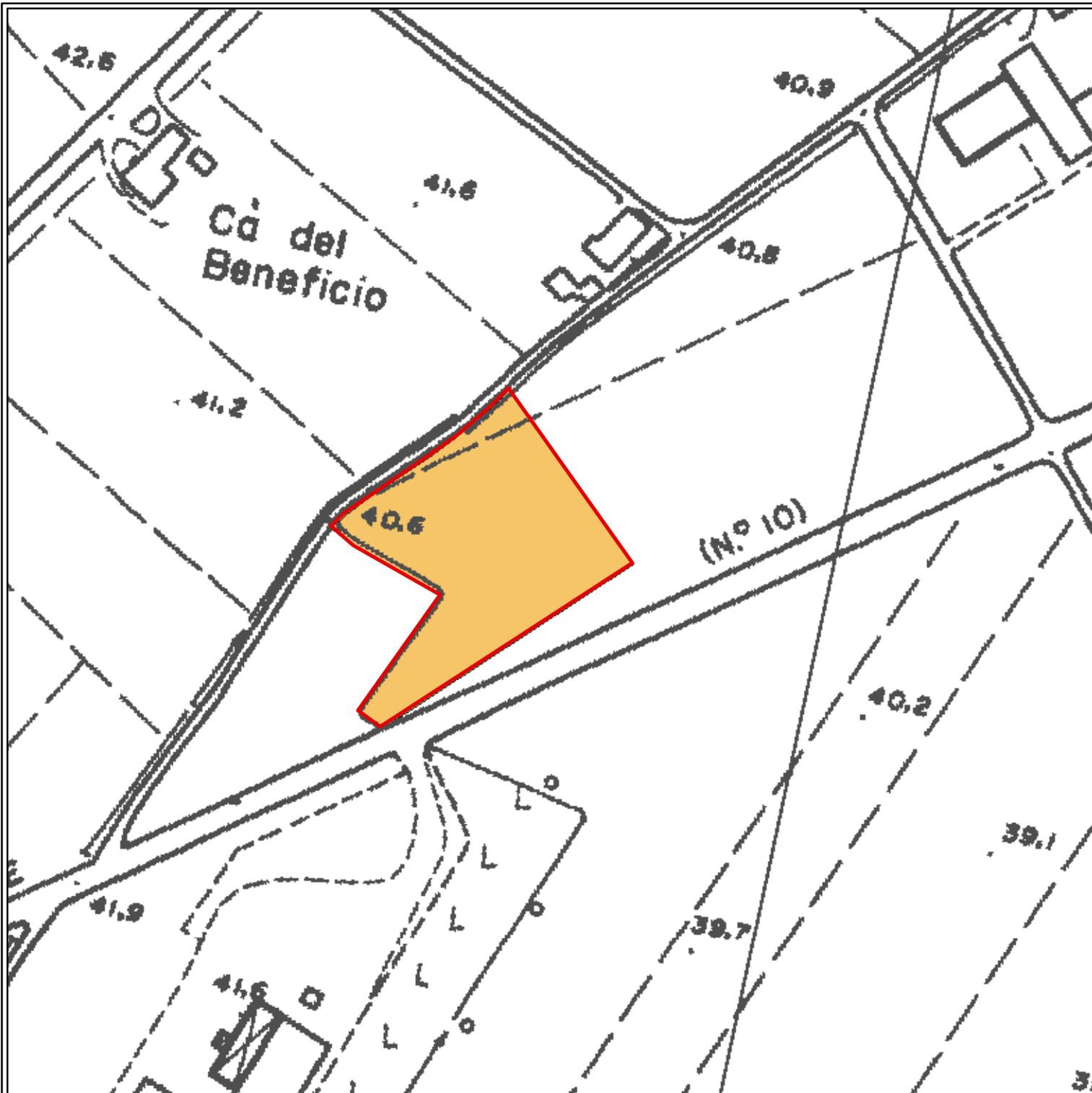
1:2.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

7



Legenda

-  Area oggetto di Variante PRG
-  Aree a fattibilità geologica con limitazione relativamente consistenti - Area a limitato rischio di esondazione e soggiacenza falda < 2m

Aree extrarginali a limitato rischio di esondazione coincidenti alla zona designata alla fascia C dal PAI costituita dalla porzione di territorio esterna alla fascia B, che può essere interessata da inondazione al verificarsi di eventi di piena più gravosi di quelli di riferimento. Edificabili previa verifica del rischio idraulico residuale, da condursi attraverso approfondimento tecnico relativo all'intero territorio comunale. Possibili cedimenti fondazioni superficiali, che potrebbero rendere necessaria l'adozione di fondazioni profonde o interventi di miglioramento del terreno di fondazione. Sconsigliata la realizzazione di scantinati e interrati.

Elaborato:

CARTA DELLA FATTIBILITA' GEOLOGICA

A cura di:

Studio Geologico Ambientale



Dr. Geol. GABRIELE CORBELLI
 Corso Garibaldi, 80
 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)
 Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096
 E-mail: geo.corbelli@tiscalinet.it

Scala:

1:2.000

Data:

febbraio 2012

Tavola:

8

COMUNE DI MONTICELLI D'ONGINA
PROVINCIA DI PIACENZA



Piano Regolatore Generale
Variante Anticipativa PSC
Ambito Q6 - Palazzetto dello Sport "San Nazzaro"

Elaborato : **DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOGNOSTICHE**

Committente : COMUNE DI MONTICELLI D'ONGINA
Via Cavalieri di V. Veneto, 2
Monticelli d'Ongina (PC)

Data :
febbraio 2012

Aggiornamento :

A cura di :



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol. GABRIELE CORBELLI

Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)

Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096

E-mail: geo.corbelli@tiscali.it

Allegato :

1

PROVA PENETROM. STATICA CPT 1
DIAGRAMMI DI RESISTENZA

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - avan. 2cm/s - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10,00

Cantiere : CENTRO SPORTIVO

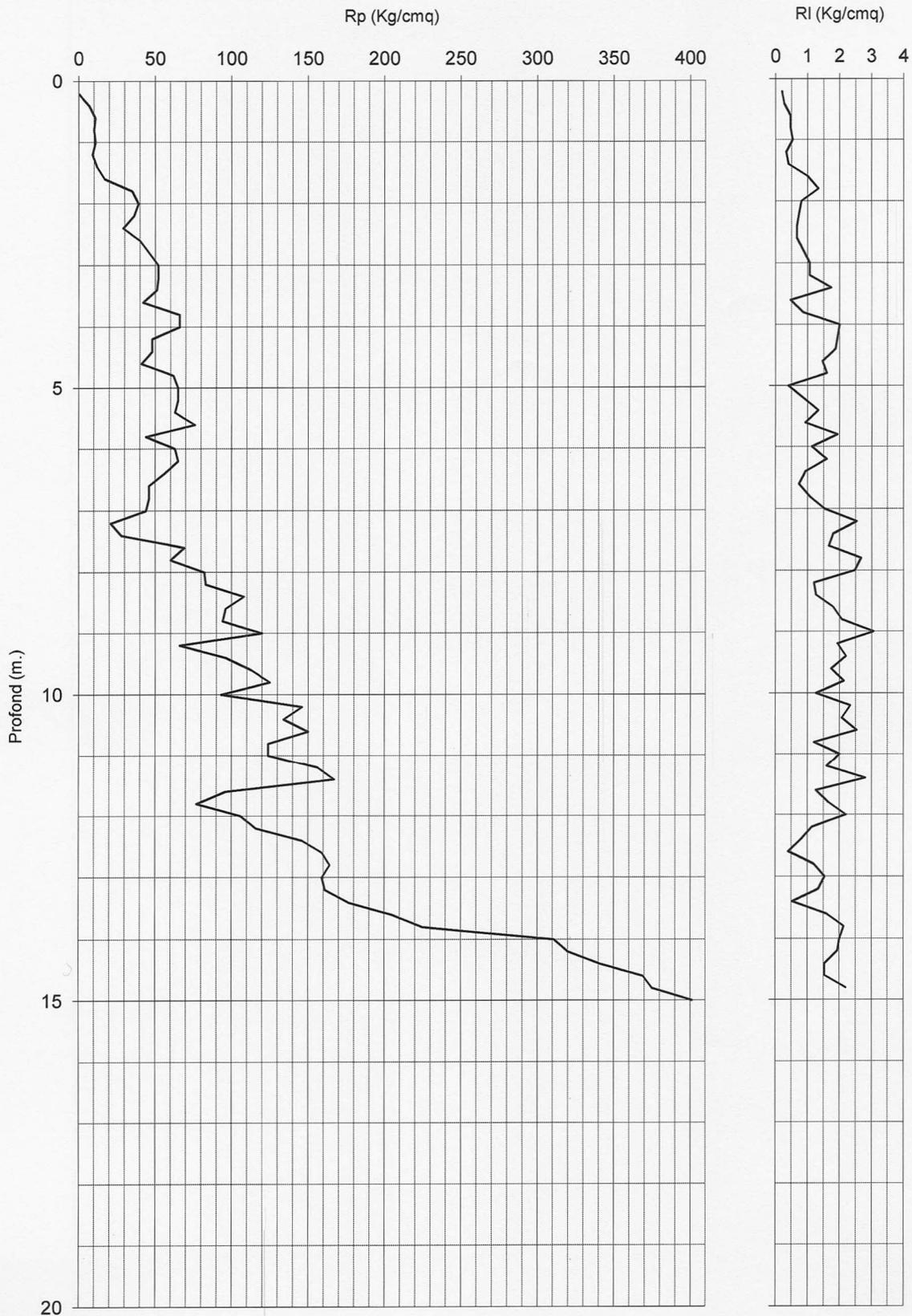
quota inizi

c.

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC. SAN NAZZARO

prof. falda -

data : 15/02/2012



PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1

PARAM. GEOTECNICI tabelle

RZ-GP-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

data : 15/2/2012

Cantiere : CENTRO SPORTIVO

quota inizio : PC

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC.SAN NAZZARO

prof. falda = 1.50 m da quota inizio

N A T U R A C O E S I V A

N A T U R A G R A N U L A R E

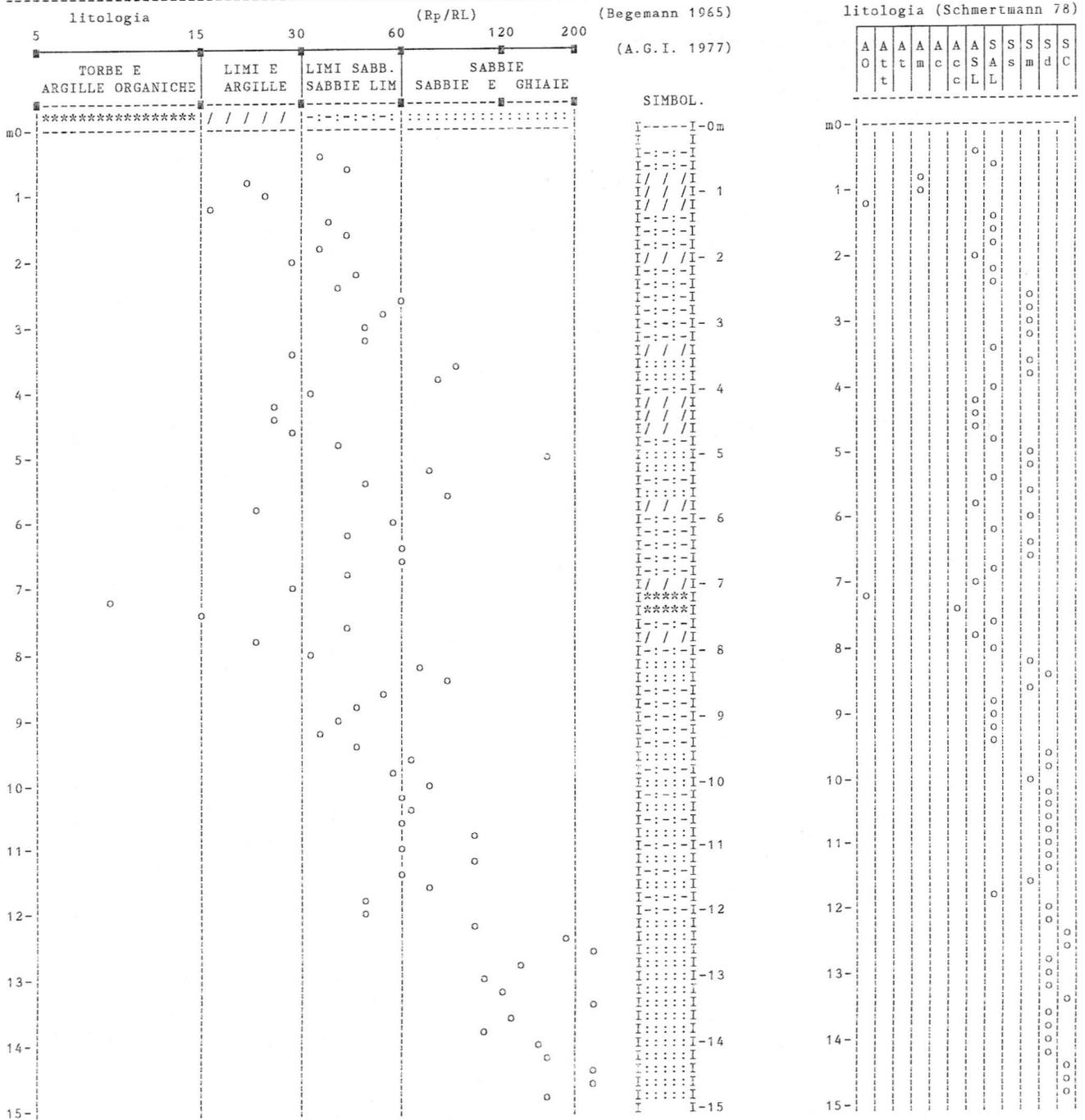
prof. (m)	Rp kg/cm ²	Rp/RL (-)	NATURA LITOL.	Y' t/m ³	σ'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr %	φ1s (°)	φ2s (°)	φ3s (°)	φ4s (°)	φdm (°)	φmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	-	-	4	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	7	35	4	1.85	0.07	0.35	43.8	60	89	32	44	34	37	39	42	37	26	0.090	12	18	21	
0.60	11	41	4	1.85	0.11	0.54	45.0	91	137	42	50	35	37	40	42	37	26	0.103	18	28	33	
0.80	10	21	2	1.85	0.15	0.50	28.8	85	128	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.00	11	24	2	1.85	0.19	0.54	23.8	91	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.20	9	17	2	1.85	0.22	0.45	15.2	77	115	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
1.40	12	36	4	1.85	0.26	0.57	16.9	97	146	45	32	32	35	38	41	33	26	0.062	20	30	36	
1.60	17	43	4	0.91	0.28	0.72	20.8	123	184	54	42	34	36	39	41	34	27	0.085	28	43	51	
1.80	35	35	3	0.89	0.29	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	38	29	0.147	58	88	105	
2.00	39	29	4	1.00	0.31	1.30	37.0	221	331	117	66	37	39	41	43	38	30	0.153	65	98	117	
2.20	36	45	3	0.89	0.33	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	37	30	0.141	60	90	108	
2.40	29	40	3	0.87	0.35	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	36	29	0.117	48	73	87	
2.60	40	60	3	0.90	0.37	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	37	30	0.144	67	100	120	
2.80	46	53	3	0.91	0.39	-	-	-	-	-	69	38	39	41	43	38	31	0.155	77	115	138	
3.00	52	49	3	0.92	0.40	-	-	-	-	-	72	38	40	42	44	38	31	0.164	87	130	156	
3.20	52	49	3	0.92	0.42	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	38	31	0.161	87	130	156	
3.40	51	29	4	1.01	0.44	1.70	33.7	289	434	153	69	38	39	41	43	38	31	0.155	85	128	153	
3.60	42	90	3	0.90	0.46	-	-	-	-	-	61	37	39	41	43	36	30	0.133	70	105	126	
3.80	66	76	3	0.94	0.48	-	-	-	-	-	76	39	40	42	44	39	32	0.176	110	165	198	
4.00	66	33	3	0.94	0.50	-	-	-	-	-	75	38	40	42	44	38	32	0.173	110	165	198	
4.20	48	25	4	1.01	0.52	1.60	25.6	272	408	144	63	37	39	41	43	37	31	0.138	80	120	144	
4.40	48	26	4	1.01	0.54	1.60	24.4	272	408	144	62	37	39	41	43	36	31	0.136	80	120	144	
4.60	41	28	4	1.00	0.56	1.37	19.2	232	349	123	56	36	38	40	42	35	30	0.118	68	103	123	
4.80	62	39	3	0.94	0.58	-	-	-	-	-	69	38	40	41	44	37	32	0.156	103	155	186	
5.00	65	163	3	0.94	0.60	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	37	32	0.158	108	163	195	
5.20	65	75	3	0.94	0.62	-	-	-	-	-	69	38	40	41	44	37	32	0.156	108	163	195	
5.40	63	47	3	0.94	0.63	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	37	32	0.151	105	158	189	
5.60	76	81	3	0.96	0.65	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	38	33	0.168	127	190	238	
5.80	44	23	4	1.00	0.67	1.47	16.6	249	374	132	53	35	38	40	42	35	31	0.113	73	110	132	
6.00	63	56	3	0.94	0.69	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	36	32	0.145	105	158	189	
6.20	65	41	3	0.94	0.71	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	36	32	0.146	108	163	195	
6.40	56	60	3	0.93	0.73	-	-	-	-	-	60	36	38	41	43	36	31	0.130	93	140	168	
6.60	46	63	3	0.91	0.75	-	-	-	-	-	52	35	38	40	42	34	31	0.110	77	115	138	
6.80	46	43	3	0.91	0.77	-	-	-	-	-	52	35	37	40	42	34	31	0.109	77	115	138	
7.00	44	29	4	1.00	0.79	1.47	13.7	249	374	132	50	35	37	40	42	34	31	0.103	73	110	132	
7.20	21	8	4	0.93	0.80	0.82	6.5	208	312	63	24	31	34	37	40	29	27	0.045	35	53	63	
7.40	28	16	4	0.95	0.82	0.97	7.7	200	301	84	33	33	35	38	41	31	28	0.064	47	70	84	
7.60	69	41	3	0.95	0.84	-	-	-	-	-	63	37	39	41	43	36	32	0.140	115	173	207	
7.80	60	22	4	1.02	0.86	2.00	17.9	340	510	180	58	36	38	40	43	35	32	0.125	100	150	180	
8.00	82	33	3	0.97	0.88	-	-	-	-	-	68	38	39	41	43	37	33	0.154	137	205	246	
8.20	83	69	3	0.97	0.90	-	-	-	-	-	68	38	39	41	43	37	33	0.153	138	208	249	
8.40	108	85	3	1.01	0.92	-	-	-	-	-	77	39	40	42	44	38	34	0.179	180	270	324	
8.60	96	53	3	0.99	0.94	-	-	-	-	-	72	38	40	42	44	37	34	0.165	160	240	288	
8.80	94	45	3	0.99	0.96	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	37	34	0.162	157	235	282	
9.00	120	39	3	1.03	0.98	-	-	-	-	-	79	39	41	42	44	38	35	0.186	200	300	360	
9.20	66	34	3	0.94	1.00	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0.124	110	165	198	
9.40	96	44	3	0.99	1.02	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	37	34	0.159	160	240	288	
9.60	113	65	3	1.02	1.04	-	-	-	-	-	75	39	40	42	44	37	34	0.175	188	283	339	
9.80	125	59	3	1.04	1.06	-	-	-	-	-	78	39	41	42	44	38	35	0.184	208	313	375	
10.00	93	73	3	0.99	1.08	-	-	-	-	-	68	37	39	41	43	36	33	0.152	155	233	279	
10.20	146	63	3	1.07	1.10	-	-	-	-	-	83	40	41	43	45	38	36	0.198	243	365	438	
10.40	134	65	3	1.05	1.12	-	-	-	-	-	79	39	41	42	44	38	35	0.187	223	335	402	
10.60	150	59	3	1.08	1.15	-	-	-	-	-	83	40	41	43	45	38	36	0.198	250	375	450	
10.80	124	103	3	1.04	1.17	-	-	-	-	-	76	39	40	42	44	37	35	0.176	207	310	372	
11.00	124	62	3	1.04	1.19	-	-	-	-	-	75	39	40	42	44	37	35	0.175	207	310	372	
11.20	156	98	3	1.08	1.21	-	-	-	-	-	83	40	41	43	45	38	36	0.198	260	390	468	
11.40	167	60	3	1.10	1.23	-	-	-	-	-	85	40	41	43	45	39	37	0.205	278	418	501	
11.60	96	76	3	0.99	1.25	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	36	34	0.145	160	240	288	
11.80	77	46	3	0.96	1.27	-	-	-	-	-	57	36	38	40	43	34	33	0.123	128	193	231	
12.00	106	48	3	1.01	1.29	-	-	-	-	-	68	37	39	41	43	36	34	0.153	177	265	318	
12.20	116	102	3	1.02	1.31	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	36	35	0.161	193	290	348	
12.40	146	183	3	1.07	1.33	-	-	-	-	-	78	39	41	42	44	37	36	0.184	243	365	438	
12.60	159	398	3	1.09	1.35	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	38	36	0.192	265	398	477	
12.80	164	137	3	1.10	1.38	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	38	37	0.194	273	410	492	
13.00	159	104	3	1.09	1.40	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	38	36	0.189	265	398	477	
13.20	161	121	3	1.09	1.42	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	38	36	0.189	268	403	483	
13.40	176	330	3	1.11	1.44	-	-	-	-	-	82	40	41	43	45	38	37	0.198	293	440	528	
13.60	205	128	3	1.15	1.47	-	-	-	-	-	87	40	42	43	45	39	38	0.214	342	513	615	
13.80	225	105	3	1.15	1.49	-	-	-	-	-	90	41	42	44	45	39	39	0.224	375	563	675	
14.00	311	156	3	1.15	1.51	-	-	-	-	-	10											

PROVA PENETROMETR. STATICA VALUTAZIONI LITOLOGICHE

CPT 1
RZ-GP-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t
Cantiere : CENTRO SPORTIVO
Località : MONTICELLI ONGINA-LOC.SAN NAZZARO

data : 15/2/2012
quota inizio : PC
prof. falda = 1.50 m da quota inizio
scala profondità = 1 : 100



PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 1

PARAM. GEOTECNICI diagrammi RZ-GP-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

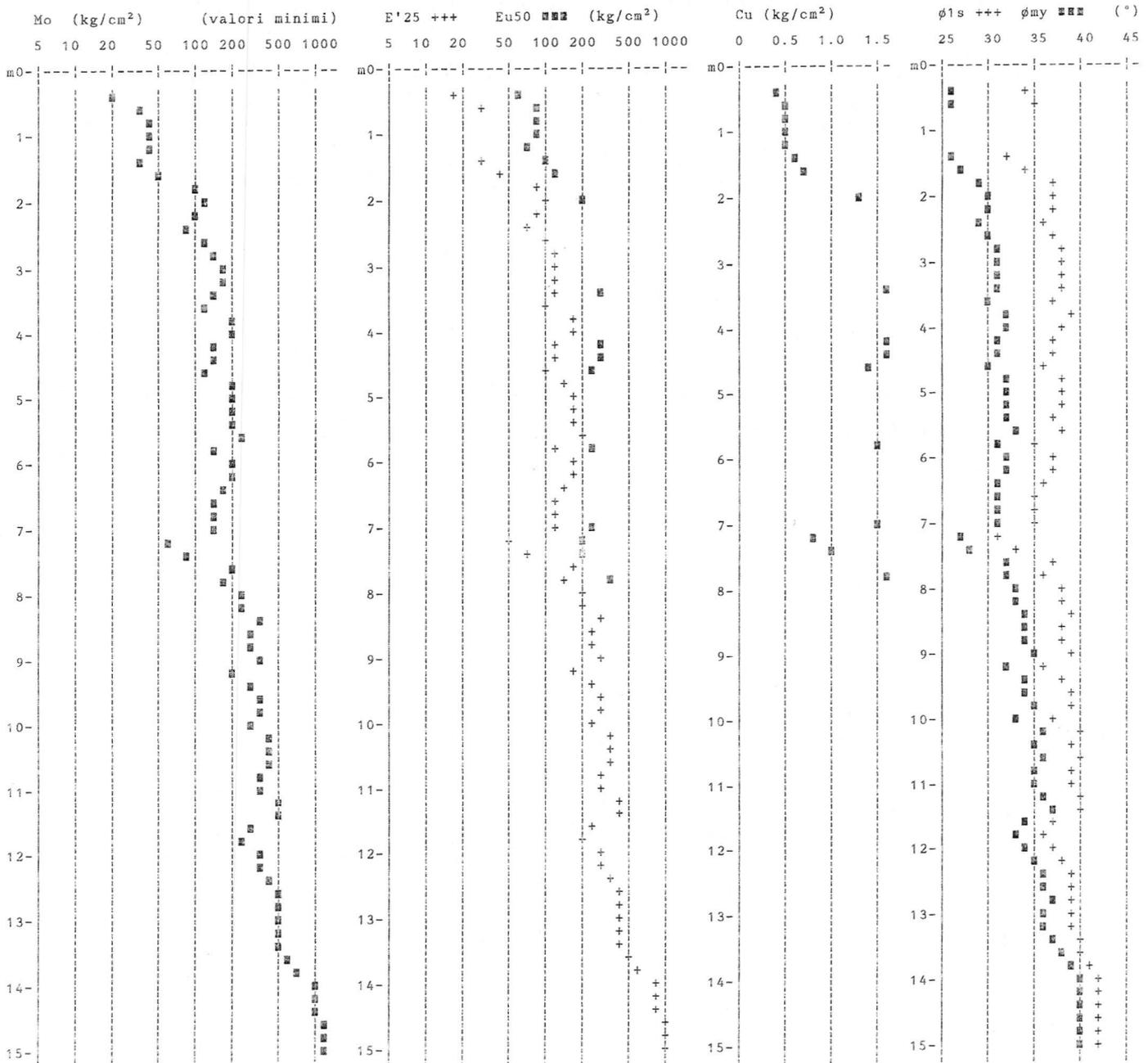
Cantiere : CENTRO SPORTIVO

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC. SAN NAZZARO

data : 15/2/2012

quota inizio : PC

prof. falda = 1.50 m da quota inizio



PROVA PENETROM. STATICA CPT 2 DIAGRAMMI DI RESISTENZA

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t - avan. 2cm/s - COSTANTE DI TRASFORMAZIONE Ct = 10,00

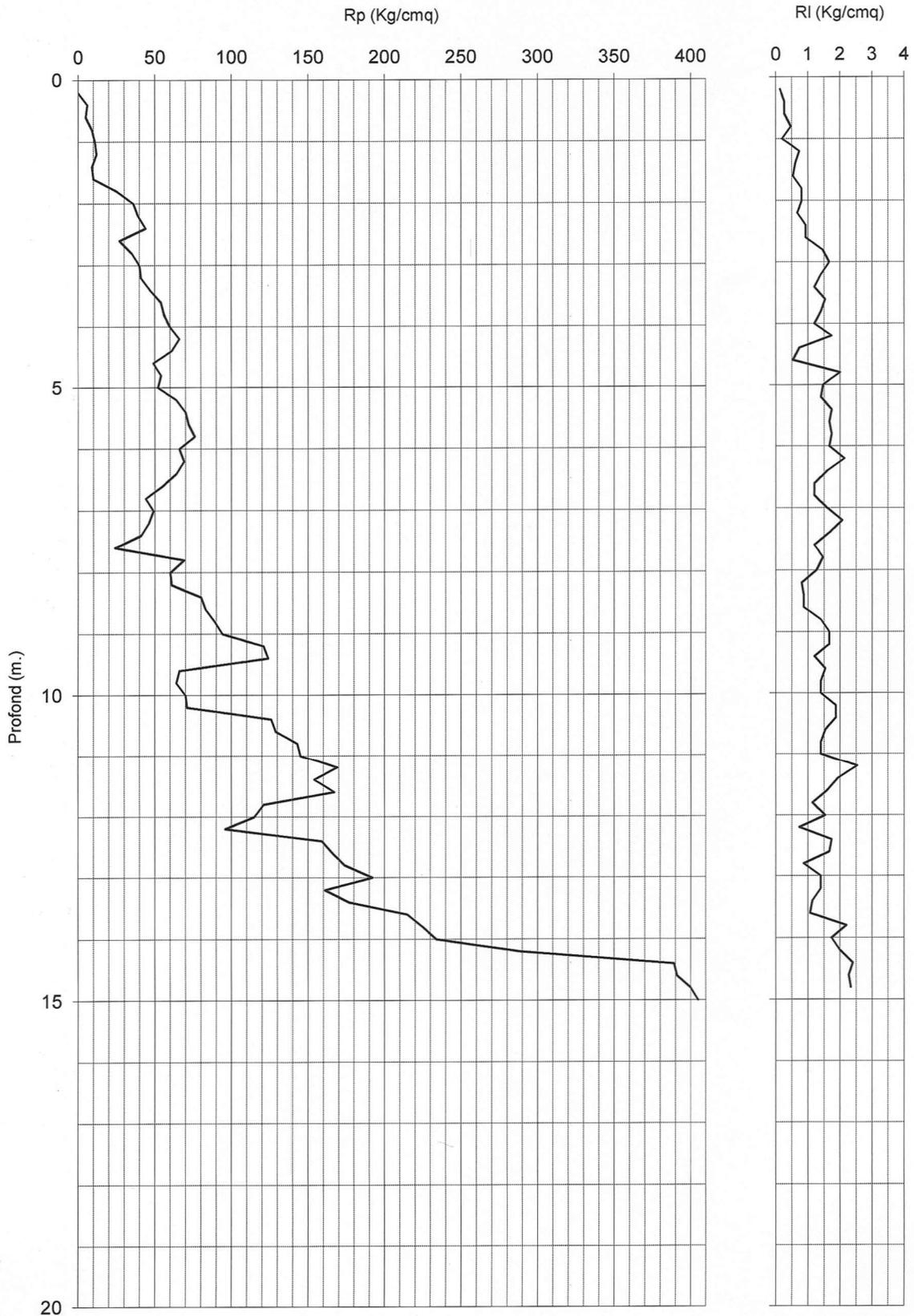
Cantiere : CENTRO SPORTIVO

quota inizi(p.c.)

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC. SAN NAZZARO

prof. falda -

data : 15/02/2012



PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2
PARAM. GEOTECNICI tabelle

RZ-GP-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

data : 15/2/2012

Cantiere : CENTRO SPORTIVO

quota inizio : PC

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC.SAN NAZZARO

prof. falda = 1.50 m da quota inizio

NATURA COESIVA

NATURA GRANULARE

prof. (m)	Rp kg/cm ²	Rp/RL (-)	NATURA LITOL.	Y' t/m ³	σ'vo kg/cm ²	Cu kg/cm ²	OCR (-)	Eu50 kg/cm ²	Eu25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	Dr Z	φ1s (°)	φ2s (°)	φ3s (°)	φ4s (°)	φdm (°)	φmy (°)	Amax/g (-)	E'50 kg/cm ²	E'25 kg/cm ²	Mo kg/cm ²	
0.20	-	-	?	1.85	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.40	6	45	4	1.85	0.07	0.30	36.1	51	77	29	39	33	36	38	41	36	26	0.077	10	15	18	-
0.60	5	19	2	1.85	0.11	0.25	17.3	43	64	25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
0.80	9	34	4	1.85	0.15	0.45	25.2	77	115	38	36	33	36	38	41	34	26	0.070	15	23	27	-
1.00	11	24	2	1.85	0.19	0.54	23.8	91	137	42	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.20	12	60	4	1.85	0.22	0.57	20.5	97	146	45	36	33	36	38	41	34	26	0.070	20	30	36	-
1.40	9	12	2	1.85	0.26	0.45	12.5	77	115	38	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.60	10	17	2	0.90	0.28	0.50	13.1	85	128	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.80	25	47	3	0.86	0.29	-	-	-	-	-	54	36	38	40	42	36	28	0.115	42	63	75	-
2.00	36	45	3	0.89	0.31	-	-	-	-	-	65	37	39	41	43	38	30	0.145	60	90	108	-
2.20	39	49	3	0.90	0.33	-	-	-	-	-	67	38	40	42	44	38	30	0.149	65	98	117	-
2.40	44	66	3	0.91	0.35	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	38	31	0.158	73	110	132	-
2.60	27	29	4	0.95	0.37	0.95	20.5	161	242	81	51	35	37	40	42	35	28	0.108	45	68	81	-
2.80	35	24	4	0.98	0.39	1.17	25.0	198	298	105	59	36	38	40	43	36	29	0.128	58	88	105	-
3.00	40	24	4	1.00	0.41	1.33	27.7	227	340	120	62	37	39	41	43	37	30	0.137	67	100	120	-
3.20	41	29	4	1.00	0.43	1.37	26.9	232	349	123	62	37	39	41	43	37	30	0.136	68	103	123	-
3.40	47	39	3	0.91	0.45	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	37	31	0.147	78	118	141	-
3.60	54	35	3	0.92	0.46	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	38	31	0.158	90	135	162	-
3.80	56	40	3	0.93	0.48	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	38	31	0.159	93	140	168	-
4.00	60	50	3	0.93	0.50	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	38	32	0.163	100	150	180	-
4.20	66	38	3	0.94	0.52	-	-	-	-	-	74	38	40	42	44	38	32	0.170	110	165	198	-
4.40	61	83	3	0.93	0.54	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	38	32	0.159	102	153	183	-
4.60	49	92	3	0.91	0.56	-	-	-	-	-	62	37	39	41	43	36	31	0.135	82	123	147	-
4.80	54	27	4	1.01	0.58	1.80	26.0	306	459	162	64	37	39	41	43	37	31	0.142	90	135	162	-
5.00	52	35	3	0.92	0.60	-	-	-	-	-	62	37	39	41	43	36	31	0.146	87	130	156	-
5.20	64	46	3	0.94	0.61	-	-	-	-	-	69	38	39	41	43	37	32	0.155	107	160	192	-
5.40	70	40	3	0.95	0.63	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	38	32	0.162	117	175	210	-
5.60	72	43	3	0.95	0.65	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	38	32	0.162	120	180	216	-
5.80	76	44	3	0.96	0.67	-	-	-	-	-	72	38	40	42	44	38	33	0.166	127	190	228	-
6.00	66	40	3	0.94	0.69	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	37	32	0.150	110	165	198	-
6.20	69	32	3	0.95	0.71	-	-	-	-	-	68	37	39	41	43	37	32	0.152	115	173	207	-
6.40	64	40	3	0.94	0.73	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	36	32	0.143	107	160	192	-
6.60	55	46	3	0.92	0.75	-	-	-	-	-	59	36	38	40	43	35	31	0.127	92	138	165	-
6.80	44	37	3	0.91	0.76	-	-	-	-	-	50	35	37	40	42	34	31	0.105	73	110	132	-
7.00	49	31	3	0.91	0.78	-	-	-	-	-	53	35	38	40	42	34	31	0.113	82	123	147	-
7.20	46	22	4	1.00	0.80	1.53	14.1	261	391	138	51	35	37	40	42	34	31	0.106	77	115	138	-
7.40	41	25	4	1.00	0.82	1.37	11.8	232	349	123	46	34	37	39	42	33	30	0.094	68	103	123	-
7.60	24	20	4	0.94	0.84	0.89	6.7	214	322	72	27	32	35	37	40	30	28	0.052	40	60	72	-
7.80	69	47	3	0.95	0.86	-	-	-	-	-	63	37	39	41	43	36	32	0.139	115	173	207	-
8.00	60	47	3	0.93	0.88	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0.124	100	150	180	-
8.20	61	76	3	0.93	0.90	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0.124	102	153	183	-
8.40	80	92	3	0.97	0.92	-	-	-	-	-	66	37	39	41	43	36	33	0.149	133	200	240	-
8.60	83	96	3	0.97	0.94	-	-	-	-	-	67	37	39	41	43	36	33	0.151	138	208	249	-
8.80	89	64	3	0.98	0.96	-	-	-	-	-	69	38	40	41	44	37	33	0.156	148	223	267	-
9.00	94	56	3	0.99	0.98	-	-	-	-	-	70	38	40	42	44	37	34	0.160	157	235	282	-
9.20	121	73	3	1.03	1.00	-	-	-	-	-	79	39	41	42	44	38	35	0.186	202	303	363	-
9.40	124	103	3	1.04	1.02	-	-	-	-	-	79	39	41	42	44	38	35	0.187	207	310	372	-
9.60	66	43	3	0.94	1.04	-	-	-	-	-	57	36	38	40	43	34	32	0.122	110	165	198	-
9.80	64	46	3	0.94	1.06	-	-	-	-	-	55	36	38	40	42	34	32	0.118	107	160	192	-
10.00	70	50	3	0.95	1.07	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0.125	117	175	210	-
10.20	71	38	3	0.95	1.09	-	-	-	-	-	58	36	38	40	43	35	32	0.125	118	178	213	-
10.40	126	67	3	1.04	1.11	-	-	-	-	-	77	39	41	42	44	38	35	0.181	210	315	378	-
10.60	129	84	3	1.04	1.13	-	-	-	-	-	78	39	41	42	44	38	35	0.183	215	323	387	-
10.80	143	102	3	1.06	1.16	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	38	36	0.192	238	358	429	-
11.00	145	104	3	1.07	1.18	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	38	36	0.192	242	363	435	-
11.20	169	67	3	1.10	1.20	-	-	-	-	-	86	40	42	43	45	39	37	0.208	282	423	507	-
11.40	154	80	3	1.08	1.22	-	-	-	-	-	82	39	41	43	45	38	36	0.196	257	385	462	-
11.60	167	104	3	1.10	1.24	-	-	-	-	-	84	40	41	43	45	38	37	0.204	278	418	501	-
11.80	121	107	3	1.03	1.26	-	-	-	-	-	73	38	40	42	44	37	35	0.168	202	303	363	-
12.00	115	75	3	1.02	1.28	-	-	-	-	-	71	38	40	42	44	36	35	0.161	192	288	345	-
12.20	96	131	3	0.99	1.30	-	-	-	-	-	64	37	39	41	43	35	34	0.142	160	240	288	-
12.40	159	92	3	1.09	1.33	-	-	-	-	-	81	39	41	43	44	38	36	0.193	265	398	477	-
12.60	166	100	3	1.10	1.35	-	-	-	-	-	82	39	41	43	45	38	37	0.197	277	415	498	-
12.80	174	201	3	1.11	1.37	-	-	-	-	-	83	40	41	43	45	38	37	0.201	290	435	522	-
13.00	192	137	3	1.14	1.39	-	-	-	-	-	86	40	42	43	45	39	37	0.211	320	480	576	-
13.20	161	115	3	1.09	1.41	-	-	-	-	-	80	39	41	43	44	38	36	0.190	268	403	483	-
13.40	177	156	3	1.12	1.44	-	-	-	-	-	83	40	41	43	45	38	37	0.199	295	443	531	-
13.60	215	202	3	1.15	1.46	-	-	-	-	-	89	40	42	43	45	39	38	0.220	358	538	645	-
13.80	225	102	3	1.15	1.48	-	-	-	-	-	90	41	42									

PROVA PENETROMETR. STATICA CPT 2
PARAM. GEOTECNICI diagrammi RZ-GP-90

PENETROMETRO STATICO tipo GOUDA da 10 t

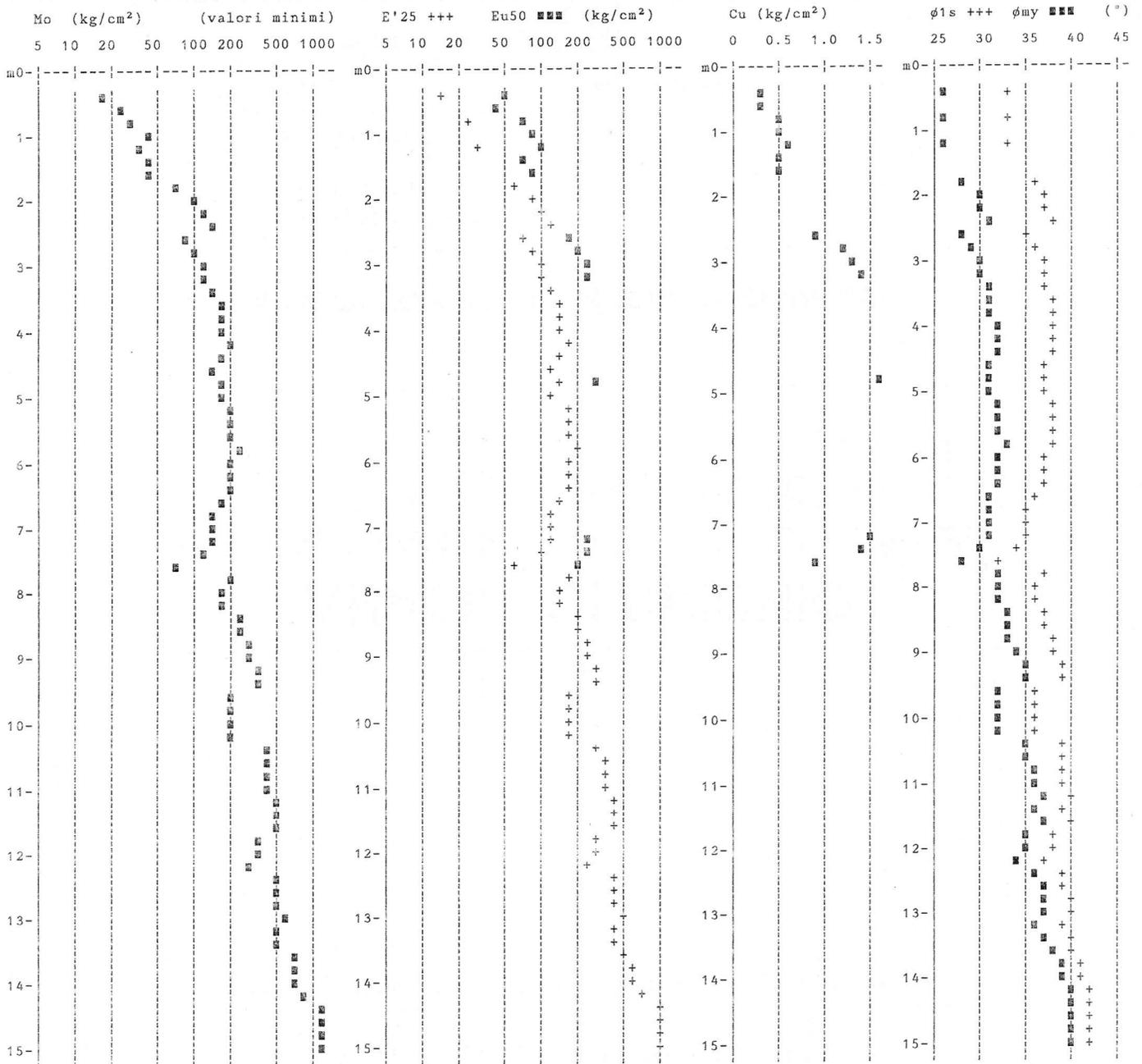
Cantiere : CENTRO SPORTIVO

Località : MONTICELLI ONGINA-LOC. SAN NAZZARO

data : 15/2/2012

quota inizio : PC

prof. falda = 1.50 m da quota inizio



COMUNE DI MONTICELLI D'ONGINA
PROVINCIA DI PIACENZA



Piano Regolatore Generale
Variante Anticipativa PSC
Ambito Q6 - Palazzetto dello Sport "San Nazzaro"

Elaborato :

DOCUMENTAZIONE INDAGINI GEOFISICHE

Committente :

COMUNE DI MONTICELLI D'ONGINA
Via Cavalieri di V. Veneto, 2
Monticelli d'Ongina (PC)

Data :

febbraio 2012

Aggiornamento :

A cura di :



Studio Geologico Ambientale

Dr.Geol. GABRIELE CORBELLI

Corso Garibaldi, 80 - 29017 Fiorenzuola d'Arda (PC)

Tel. 0523/944096 - Fax 0523-944096

E-mail: geo.corbelli@tiscali.it

Allegato :

2

PROVA MASW

SPECIFICHE TECNICHE

Per la determinazione della velocità media di propagazione delle onde di taglio entro la profondità di 30 m. dalla superficie (V_{s30}) è stato impiegato la tecnica MASW (Multichannel Analysis of Surface Wave).

È una tecnica di prospezione sismica che, attraverso la registrazione della modalità di propagazione delle onde di superficie (surface wave) o onde di Rayleigh nel sottosuolo permette di risalire alla velocità di propagazione delle onde di taglio S_h . Questa tecnica viene spesso utilizzata in quanto meno penalizzata da ambienti rumorosi.

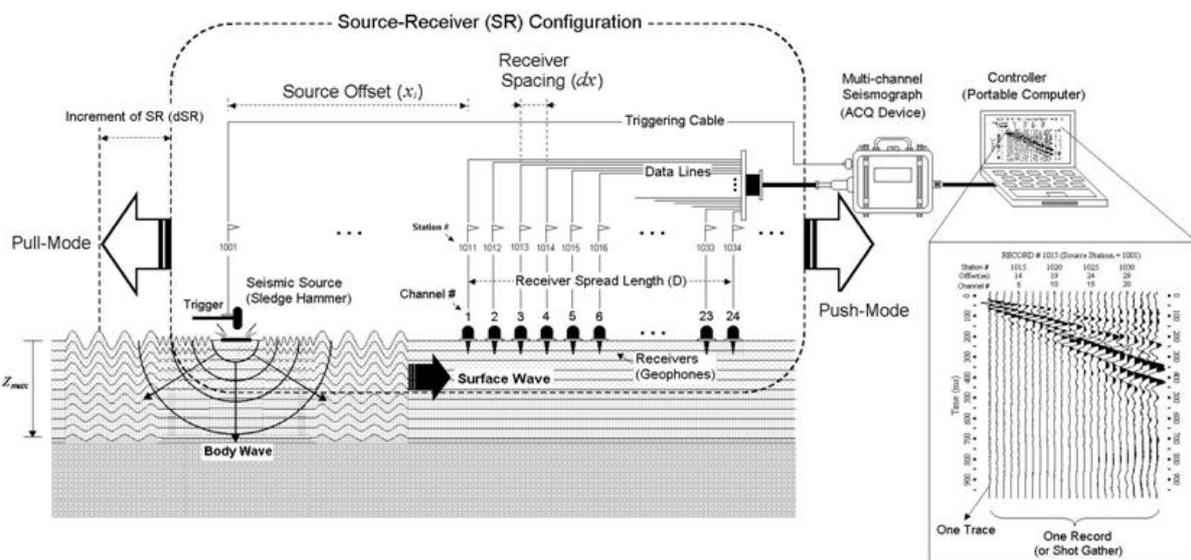


Figura 1 - Schematizzazione prospezione MASW

La prospezione sismica utilizza l'energia sismica immessa nel terreno mediante un'energizzazione (battuta di una mazza su di una piastra metallica poggiata sul terreno) che torna in superficie dopo aver percorso il sottosuolo lungo le traiettorie dei raggi rifratti. Questa tipologia di prospezione si realizza con uno stendimento sismico costituito da 12 o 24 o più geofoni allineati a distanza intergeofonica variabile tipicamente fra 0,5 e 2 ml che registrano le onde sismiche generate in corrispondenza di X punti di energizzazione dislocati tipicamente ad una distanza (offset) compreso fra 2 e 10 ml dal primo geofono all'esterno dello stendimento ed in allineamento con i geofoni.

Le caratteristiche di un'acquisizione per la tecnica MASW prevede una o più energizzazioni registrate per tempi di 1-2 sec con intervallo di campionamento di $250 \mu\text{s}$ -1ms.

Dal sismogramma, note le caratteristiche geometriche dell'acquisizione, si ottiene lo spettro delle velocità (diagramma velocità-frequenza) sul quale l'operatore individua la curva di dispersione.

La curva di dispersione viene sottoposta ad un processo di inversione basato su complessi algoritmi genetici che lavorano in un campo assegnato dall'operatore di ΔV (range di variazione

della velocità) e Δp (range di variazione dello spessore di terreno a velocità “costante”) che porta all'elaborazione di un modello del terreno espresso nel grafico profondità-velocità delle onde Sh con il relativo calcolo della V_{s30}

MODALITA' DI ESECUZIONE

Nel caso in esame a prova MASW è stata effettuata utilizzando la seguente strumentazione

- sismografo Geode –Geometrics : sismografo modulare a 24 bit ad elevata dinamica (144 dB di range dinamico totale – 105 dB istantanei a 2 msec di campionamento). all'ampia banda d'ingresso (1.75 Hz – 20 kHz, con velocità di campionamento da 0.02 msec a 16 msec con un array lineare di 24 geofoni a bassa frequenza di risonanza (4,5 Hz) con equidistanza di 2 m..
- Batteria ricaricabile 12 V,
- Cavo per sismica a rifrazione stranded, 130 mt con 24 takeouts SPT-21 a 5 metri di intervallo e due code da 7.5 mt l'una terminate con connettore Bendix 61S,
- Geofoni 4,5 Hz verticali, 395 Ohm con puntale da 3” ed 1,5 mt di cavo terminato con mueller clip singola MC-20-SP,
- Computer portatile.

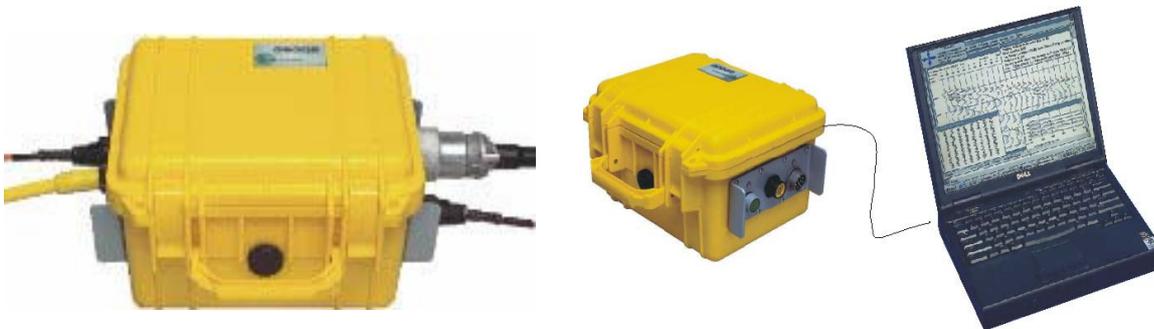


Figura 2 - Sismografo Geode Geometrics impiegato per le prospezioni MASW

L'analisi delle onde superficiali è stata eseguita utilizzando la strumentazione classica per la prospezione sismica a rifrazione disposta sul terreno secondo un array lineare da 24 geofoni con spaziatura pari a 2.0 m.

Per ottenere una buona risoluzione in termini di frequenza, oltre ad utilizzare geofoni da 4.5 Hz, è stato utilizzato un sismografo a 24 bit.

Nell'esecuzione della prova MASW attiva è stato utilizzato come sistema di energizzazione una mazza di 8 Kg battente su piattello metallico. Per aumentare il rapporto segnale/rumore si è proceduto alla somma di più energizzazioni (processo di stacking).

La sorgente è stata posta ad una distanza di 5 e 10 m dal primo geofono (Optimum Field Parameters of an MASW Survey”, Park et al., 2005; Dal Moro, 2008); l'acquisizione è stata effettuata variando l'intervallo di campionamento (sample rate) da 0,25 ms a 1 ms per una durata (record length) di 2 s



Figura 3 - Foto punto di esecuzione prospezione geofisica MASW.

Nelle figure seguenti vengono rappresentati i sismogrammi di registrazione, e lo spettro di velocità calcolato, per la registrazione che ha mostrato il migliore risultato, corrispondente alla seguente configurazione :

Distanza intergeofonica (m.)	2
Offset punto di energizzazione (m.)	5
Intervallo di campionamento (ms)	1,0
Tempo di campionamento (s)	2,0

Il processo di inversione della curva di dispersione consente di ricostruire l'andamento del profilo verticale della velocità V_s ; si nota la presenza di una coltre superficiale (spessore circa 3,50 m.) poco consistente (V_s 242-259 m/s), seguita da strati ghiaiosi mediamente addensati (V_s 322 m/s), estesi fino a profondità di circa 8,5 m., dove si registra un'aumento della velocità, connessa alla presenza di depositi ghiaiosi ad addensamento crescente con la profondità ($V_s > 481$ m/s).

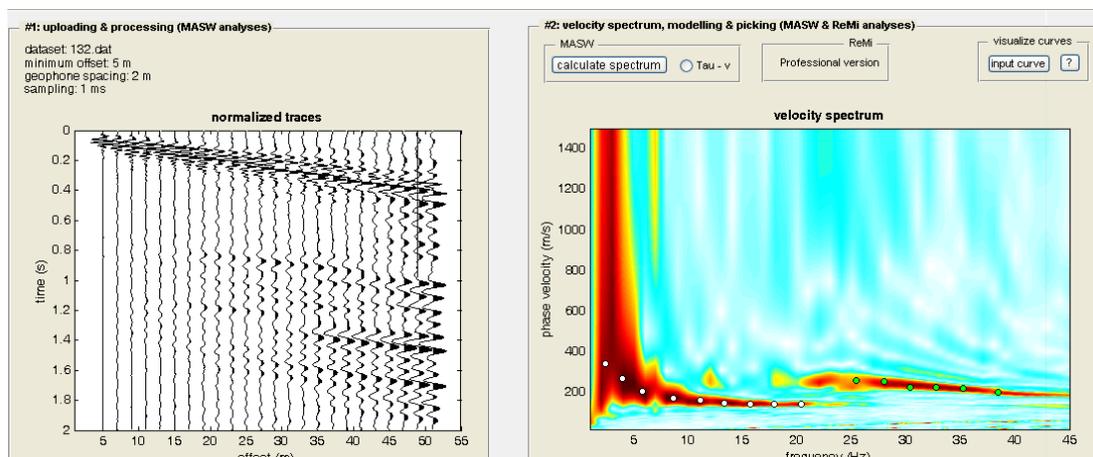


Figura 4 – Sismogrammi di registrazione e spettro di velocità MASW1

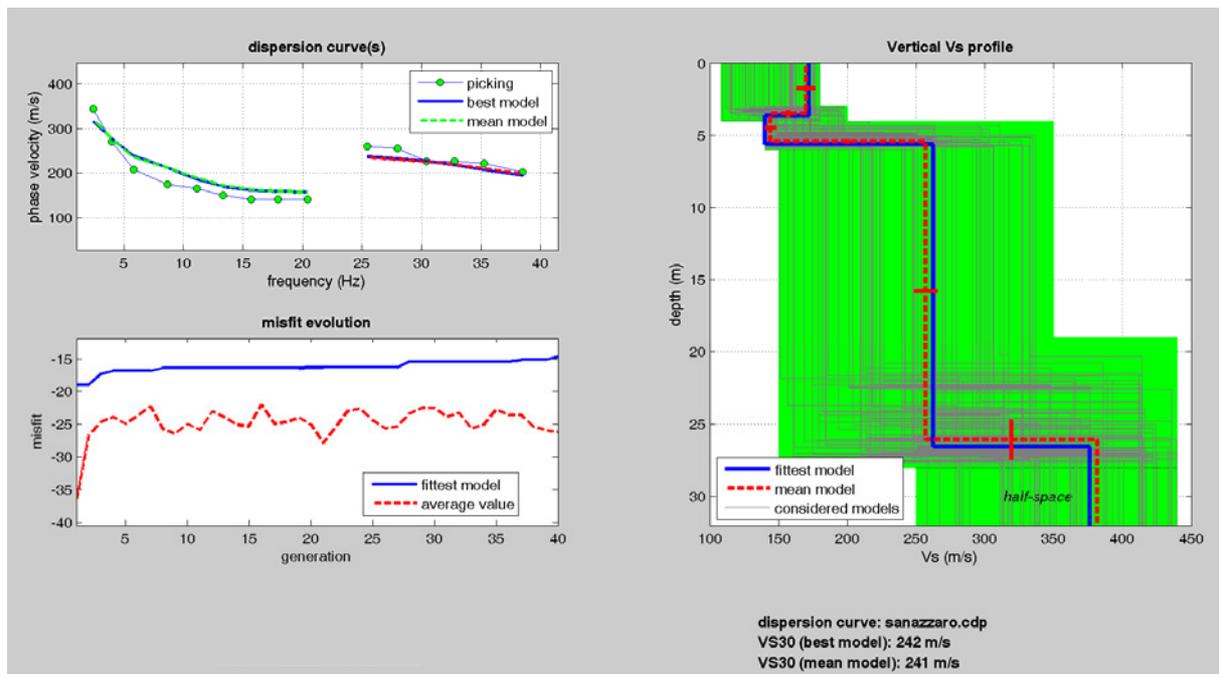


Figura 5 – Curva di dispersione e modelli di calcolo MASW

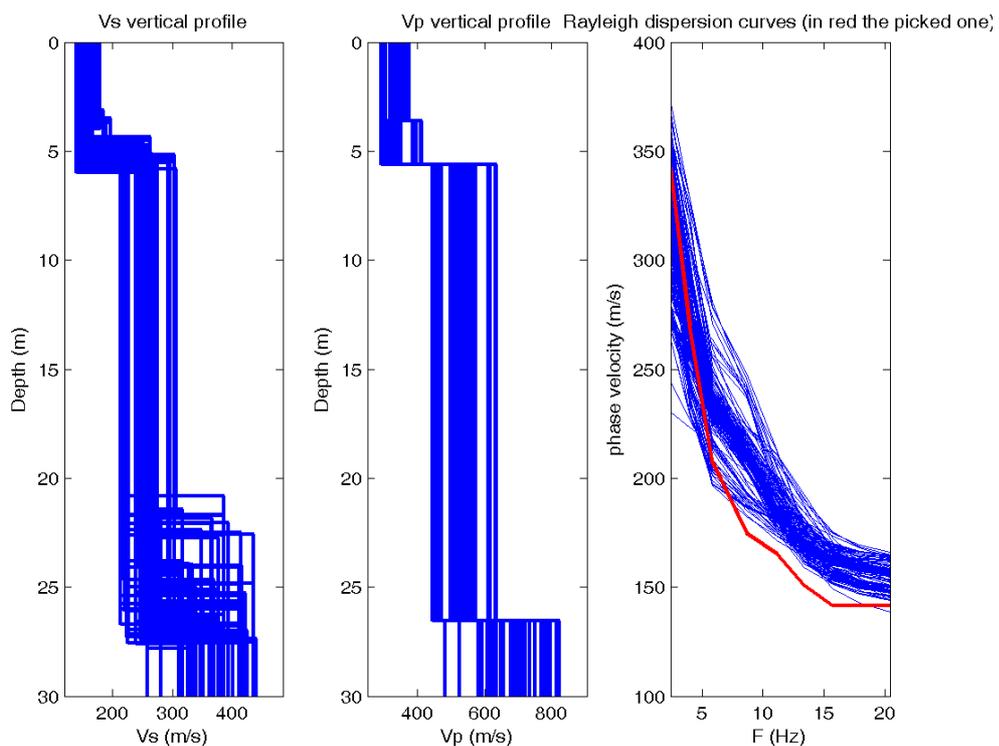


Figura 6 – Profili andamenti Vp/Vs e frequenze dei modelli elaborati

I risultati ottenuti in termini di velocità delle onde di taglio, relativamente al modello medio (**mean model**) sono i seguenti :

Mean model

- Vs (m/s): 170, 144, 257, 382
- Standard deviations (m/s): 7, 4, 9, 32
- Thickness (m): 3.5, 1.9, 20.6
- Standard deviations (m/s): 0.2, 0.1, 1.4
- Density (gr/cm³): 1.80, 1.76, 1.90, 1.97
- Shear modulus (MPa): 52, 37, 126, 288

Analysis: Rayleigh Waves

Approximate values for Vp and elastic moduli

Vp (m/s): 354, 300, 535, 715

Poisson: 0.35, 0.35, 0.35, 0.30

Bulk modulus (MPa): 156, 110, 377, 625

Young's modulus (MPa): 141, 99, 339, 749

Lamé (MPa): 122, 86, 293, 433

La velocità media Vs30 è stata calcolata secondo l'espressione

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} h_i/v_i}$$

ove hi = spessore in mt. dello strato i-esimo

Vi = velocità delle onde di taglio dello strato i-esimo

Le valutazioni eseguite portano ad un valore di

$$V_{s30} = 241 \text{ m/s}$$

I risultati ottenuti consentono di valutare il suolo di fondazione in esame, sulla base della classificazione di cui al D.M. 14/01/08 come rientrante nella seguente :

Categoria C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti, con spessori superiori a 30 m caratterizzati da graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori del VS30 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).
--------------------	--

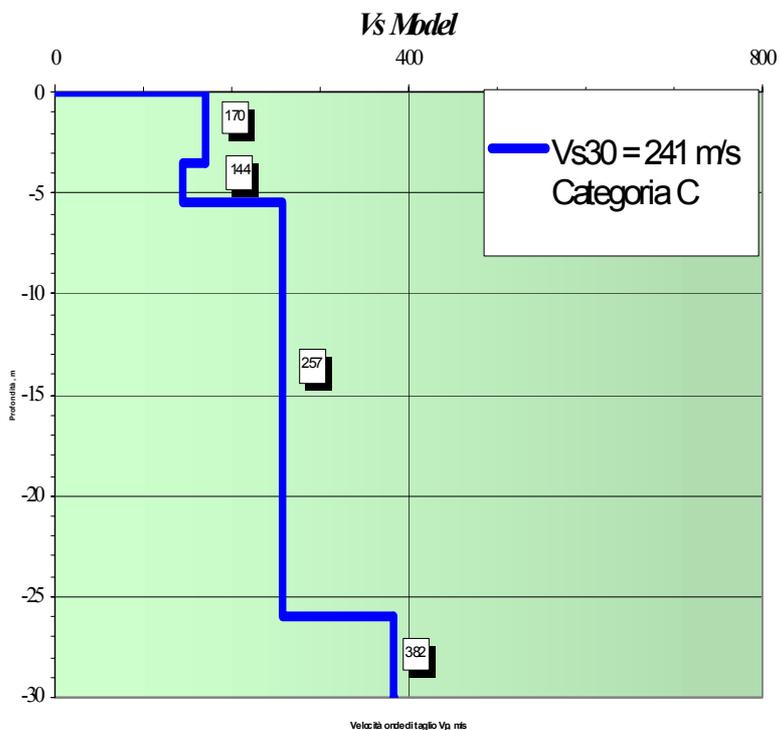


Figura 7 – Diagramma di velocità Vs – Sito Monticelli – San Nazzaro