

COMMITTENTE



GRANFRUTTA ZANI
Società Cooperativa Agricola a r.l.
Via Monte Sant'Andrea, 4 - FAENZA (RA)

Tel. (+39)0546.695211 Fax (+39)0546.41775
www.granfruttazani.it - info@granfruttazani.it

PROGETTO

COMUNE DI FAENZA
VARIANTE AL PRG 1996
SCHEDA N. 139 - Via Monte Sant'Andrea

TITOLO

ADOZIONE
RELAZIONE GEOLOGICA

RESPONSABILE ELABORATO

P.P.V.
ING. GUIDO VIOLANI

DOTT. VAN ZUTPHEN ALBERT



Guido Violani



**Società di
Geologia
Territoriale**

S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com

03					
02					
01					
00	ADOZIONE	A. Van Zutphen	A. Van Zutphen	Guido Violani	28/11/11
REV.	EMESSO PER	REDATTO	CONTROLLATO	APPROVATO	DATA

TIPOLOGIA URBANISTICO
FASE DEFINITIVO
STATO CONOSCITIVO

CODICE COMMESSA .
CODICE ELABORATO .
SCALA -

TAVOLA

RESPONS. PROGETTO ING. GUIDO VIOLANI
PROGETTISTI STUDIO ARCH. RICCARDO CASAMASSIMA
ARCH. MARIA CRISTINA VIOLANI
GEOM. GIOVANNI VIOLANI

COLLABOR. TECNICI GEOM. MATTEO DONIGAGLIA
GEOM. MATTEO NERI
GEOM. TAMARA PALMA
COLLABOR. AMM.VI DANIELA VILLA

VIOLANI ASSOCIATI

Via Bergantini, 6 - 48018 Faenza RA Italy - Tel (+39) 0546 680844 (r.a.) Fax (+39) 0546 699446
Studio Tecnico C.F. P.IVA 02061670390 www.violaniassociati.it segreteria@violaniassociati.it

Regione Emilia Romagna
COMUNE DI FAENZA
Provincia di Ravenna

**RELAZIONE
GEOLOGICA**

*Variante al PRG 96
Scheda n. 139 PRG
Ubicazione in via Monte Sant'Andrea n. 4*

Granfrutta Zani Cooperativa Agricola



**Società di
Geologia
Territoriale**

*S.G.T. sas.
di Van Zutphen Albert & C.
Via Matteotti 50
48012 Bagnacavallo (RA)
www.geo55.com*

Versione	Data	
1	Novembre 2011	



1. PREMESSA.....	2
2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI	5
2.1 Lineamenti strutturali.....	10
3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI	12
3.1. Pluviometria.....	12
3.2. Evapotraspirazione	12
3.3. Idrometria	12
4. IDRO - GEOMORFOLOGIA	13
5. IDROGEOLOGIA	18
6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA	21
7. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOMECCANICHE	23
7.1 Misure digitali del rumore sismico eseguite con il “Tromino”	24
8. MICROZONAZIONE SISMICA	28
8.2 Liquefazione	36
9. CONSIDERAZIONE GEOTECNICHE.....	37
9.1 Metodo utilizzato per la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici	37
9.2 Valutazione dei parametri geotecnici caratteristici.....	40
9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato	40
9.3 Valutazione degli Stati Limite Ultimi (SLU)	42
9.4 Valutazione dello Stato Limite di Esercizio (SLE) – deformazioni irreversibili	43
10. CONCLUSIONI	45

1. PREMESSA

La presente indagine preliminare è stata programmata allo scopo di fornire la base conoscitiva dei parametri geologici e geotecnici del della variante di PRG in oggetto da realizzarsi in via Monte Sant'Andrea n. 4 e finalizzata all'ampliamento dell'attuale stabilimento per la lavorazione della frutta della Cooperativa Agricola Granfrutta Zani.

In altri termini il presente studio identifica gli elementi principali della geologia locale facilitandone il confronto con le singole ipotesi di Pianificazione, fornisce gli elementi di base permettendo di operare scelte ragionate ed, infine, fornisce le indicazioni preliminari geologiche e geotecniche di massima utili per le successive fasi di approfondimento.

La presente relazione è stata condotta seguendo le varie normative di legge e/o direttive di interesse, in particolare si è fatto riferimento:

- Al D.M. 11.03.88 (sez. H) e pubblicato sul supplemento ordinario della G.U. n.127 del 01.06.88,
- Alla Circolare Regionale (Dipartimento Ambiente e Territorio) n.1288 del 11.02.1983,
- Piano Territoriale Paesistico Regionale,
- Al Piano Territoriale di Coordinamento Provinciale,
- Alla Legge nazionale 236/88 sulle captazioni idriche per il consumo umano
- Alle Norme del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino del Reno.
- D.M. 14/01/2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni"
- Del.Reg.1677/2005 con indicazioni rispetto alle norme tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- All'atto di indirizzo e coordinamento tecnico ai sensi dell'art. 16, comma 1, della L.R. 20/2000 "Indirizzi per gli studi di microzonizzazione sismica in Emilia-Romagna per la pianificazione urbanistica" approvato con D.G.R. n. 2131 del 02-05-2007.
- Al Piano Strutturale del Comune di Faenza

In questa prima fase, per la realizzazione dello studio in oggetto si è proceduto alla raccolta e selezione critica di tutti i dati bibliografici riguardanti il territorio di interesse ed un adeguato intorno; tali dati sono stati successivamente integrati tramite rilevamenti sul territorio. Inoltre sono state analizzate le caratteristiche litostratigrafiche e geomeccaniche del sottosuolo del territorio oggetto di studio, elaborando, alla luce di quanto emerso, una serie di considerazioni sui possibili rischi geologici dell'area oggetto di variante e dei relativi approfondimenti necessari per completare il quadro geologico, geotecnico e idrogeologico.

Pertanto scopo della presente relazione sarà quella di individuare gli eventuali rischi geologici, in senso lato, e di indicare le eventuali opportune azione di mitigazione degli stessi a cui si si dovrà attenere in fase di realizzazione dell'espansione urbanistica. Ovvero della necessità di realizzare ulteriori analisi di approfondimento.

Brevemente si riporta la relazione del rischio a cui ci si è fatto riferimento nel presente elaborato.

$$R=H*V*E$$

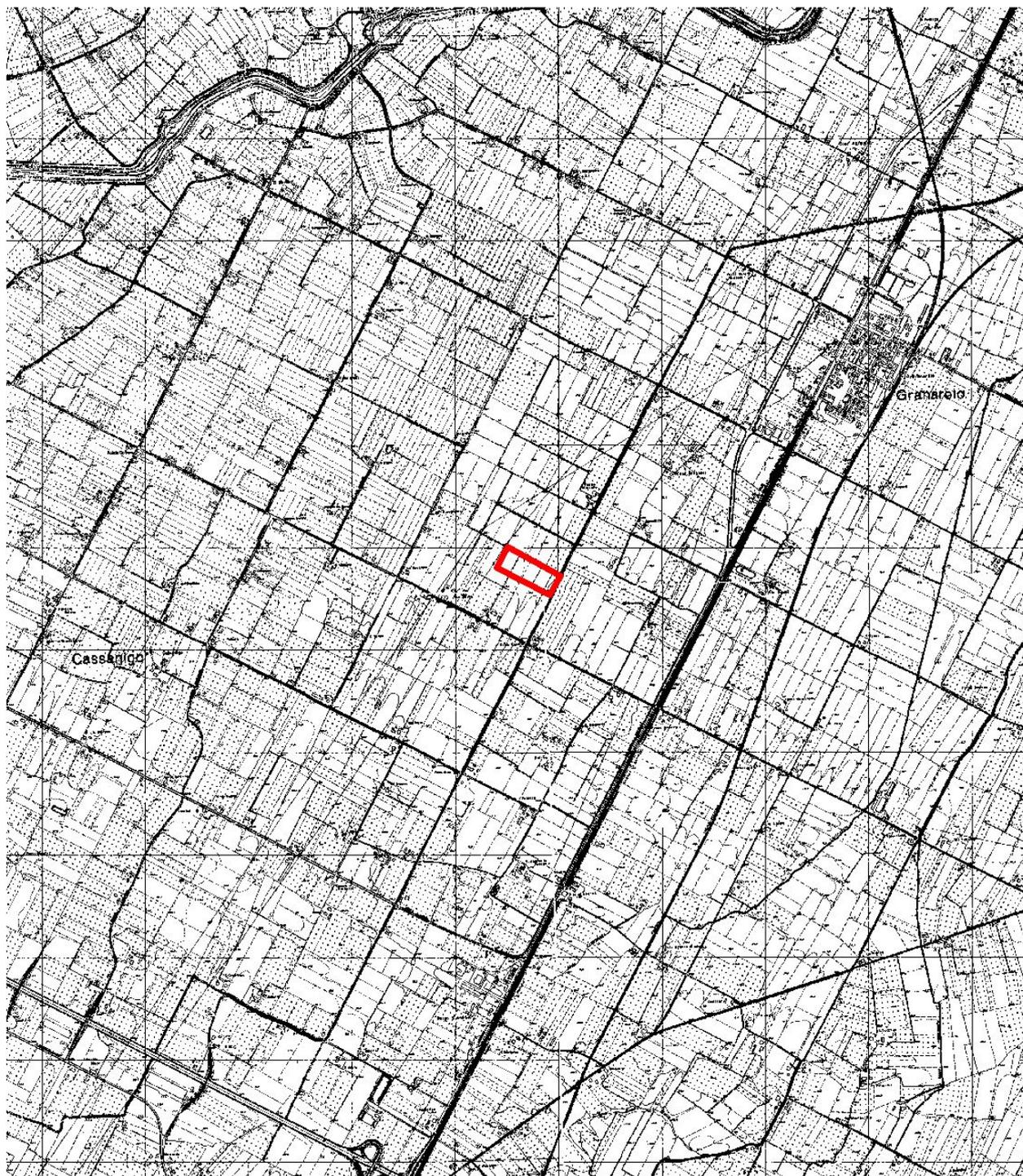
Dove

R = rischio

H = pericolosità

V = vulnerabilità

E = elementi a rischio



COROGRAFIA

 Area oggetto di variante al prg





VOLO AIMA 1996

 Area oggetto di variante al prg

100 0 100 200 300 400 Meters

A horizontal scale bar with alternating black and white segments, used for measuring distances in meters.

2. LINEAMENTI GEOLOGICI GENERALI

Le caratteristiche fisiche generali, la composizione litologica, l'assetto strutturale, il grado di stabilità attuali di un territorio sono la risultante e la sintesi della sua evoluzione geologica.

Per una migliore comprensione della geologia del territorio in esame, risulta utile avere un quadro, sia pure schematico e riassuntivo, dei lineamenti e della storia geologica della più ampia unità regionale di cui l'area in esame è parte.

Il territorio dove si trova la località Sant'Andrea è inserito, anche se in modo marginale, nel vasto bacino sedimentario della Valle Padana e più precisamente nel lembo sud-orientale della stessa, delimitato a Nord dal corso del Po e a Sud dalle propaggini collinare dell'Appennino Romagnolo.

La storia geologica di questa pianura, la sua genesi e le sue vicissitudini evolutive possono essere ricondotte, nel loro insieme, ad un lento e progressivo ricoprimento del settore meridionale della fossa occupata dall'alto Adriatico già a partire dalla fase centrale della orogenesi alpina, da un lato, e di quella appenninica, dall'altro, cioè nell'oligocene, come confermano le risultanze della perforazioni condotte nell'area per ricerche di idrocarburi.

L'attuale assetto geologico è la risultante di un complesso avvicendamento di fasi erosive in alternanza a fasi prevalentemente sedimentarie, sia in senso verticale sia in senso orizzontale, in relazione al perdurare di una dinamica di abbassamenti del substrato, di fenomeni di subsidenza del materasso alluvionale che si stava formando, con conseguenti arresti della regressione marina o addirittura episodi di ingressione e formazione di fasi lagunari lungo la fascia preappenninica.

Solo nel Quaternario più recente l'assetto tettonico manifesta una sorta di equilibrio raggiunto e, alla prevalente tendenza alla subsidenza e deposizione prevalentemente marina, subentra un periodo di più estesi fenomeni sedimentari fluviali, ai quali è concomitante il progressivo ritiro del mare verso la configurazione dell'attuale costa.

Il quaternario è contraddistinto da una fase deposizionale marina iniziale (Pleistocene) e una fase deposizionale continentale (Olocene) che prosegue anche attualmente.

La stratigrafia pleistocenica presenta frequenti variazioni litologiche. Le sabbie si intercalano a sedimenti più fini limoso sabbiosi o limoso argillosi, e nelle parti sommitali si fanno sempre più frequenti litotipi di ambiente lagunare salmastro.

La stratigrafia olocenica è dominata dalla più recente regressione marina in concomitanza con le grandi glaciazioni intervallate da lunghi periodi di clima più mite durante i quali prevale l'azione di trasporto dei numerosi corsi d'acqua.

Il limite Olocene-Pleistocene, cioè alluvioni-Quaternario marino, presenta una profondità di circa 60 m ÷ 80 m in corrispondenza dell'allineamento Massa Lombarda - Lugo - Bagnacavallo, risalendo lateralmente fra i 20 m e 40 m in corrispondenza delle zone di Alfonsine e di Cotignola - Bagnara.

Da quanto esposto risulta che il bacino subsidente padano, ed in particolare il suo settore sud-orientale, è un'area geologicamente giovane e conseguentemente instabile. Questo carattere di instabilità permane tuttora.

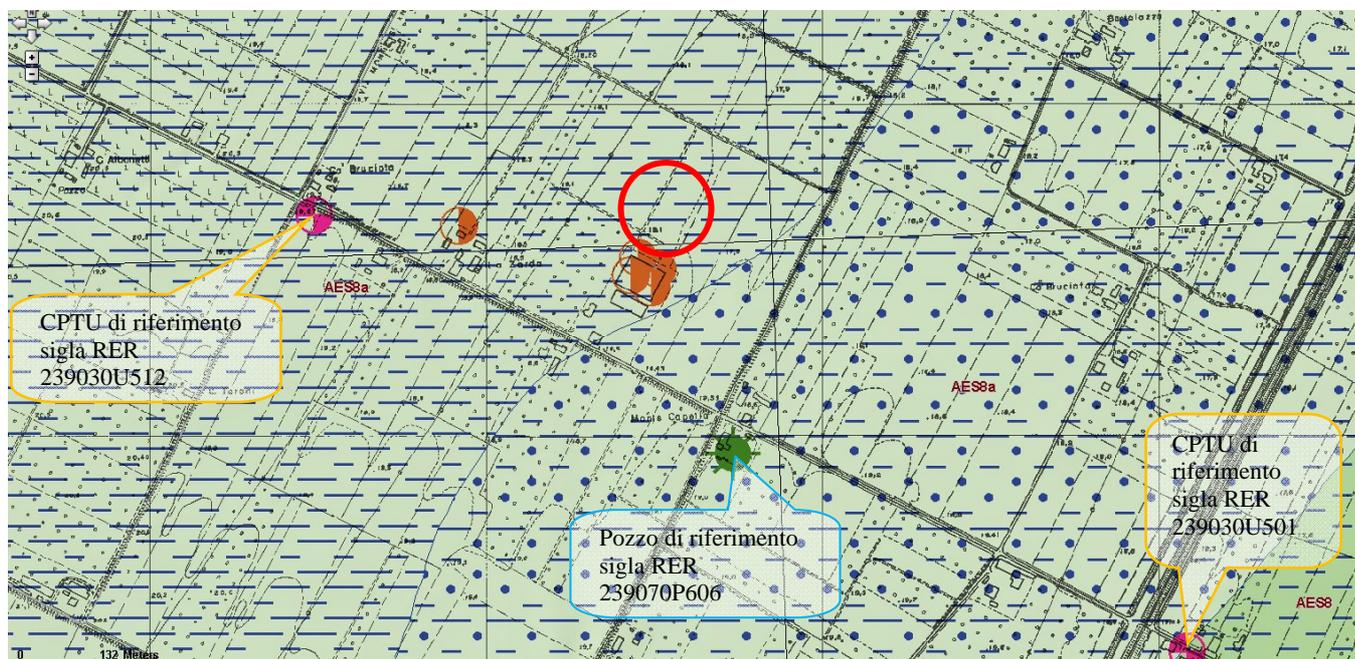
Infatti, in base alla ripetizione delle livellazioni I.G.M., si è verificato, ed è probabilmente ancora in atto, un innalzamento delle regioni poste ad occidente dell'asse Genova-Brescia, ed un abbassamento ad oriente con epicentro nel delta del Po, ed indici più elevati nella costa adriatica.

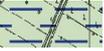
In particolare l'area di interesse è inserita nella bassa pianura faentina, che si estende a quota inferiore di 19/16m s.l.m., ed è costituita da alluvionali depositatesi in gran parte in età storica, in particolare età post-romana, a granulometria prevalentemente fine (sabbie, limi e argille), con suoli calcarei e poco evoluti. Essa si caratterizza, sotto l'aspetto geomorfologico, per una "freschezza" delle morfologie fluviali, tra cui sono riconoscibili soprattutto i dossi e paleodossi fluviali, cioè gli argini naturali subattuali o estinti dei principali corsi d'acqua.

Nell'area in esame la cartografia del PSC Faentino evidenzia la presenza di alluvioni di interdosso di pianura caratterizzata da argille e limi prevalenti. Tale cartografia risulta coerente con la carta

geologica della Regione Emilia-Romagna che pone l'area di interesse su depositi interfluviali, ai margini di un paleodosso che si trova verso Est.

Al di sotto di questa copertura si rinviene la conoide del F. Lamone che nella zona di interesse si trova alla profondità di circa 30 metri.



	AES8 - Subsistema di Ravenna
	AES8a - Unità di Modena
	Deposito di piana inondabile (area interfluviale) - Argilla Limosa
	Deposito di canale, argine e rotta fluviale - Sabbia Limoso Argillosa - Piana alluvionale

AES8 - Subsistema di Ravenna

Ghiaie da molto grossolane a fini con matrice sabbiosa, sabbie e limi stratificati con copertura discontinua di limi argillosi, limi e limi sabbiosi, rispettivamente depositi di conoide ghiaiosa, intravallivi terrazzati e di interconoide. L'unità comprende più ordini di terrazzo nelle zone intravallive. Argille, limi ed alternanze limoso-sabbiose di traccimazione fluviale (piana inondabile, argine, e traccimazioni indifferenziate). Il tetto dell'unità è rappresentato dalla superficie deposizionale, per gran parte relitta, corrispondente al piano topografico. A tetto suoli, variabili da non calcarei a calcarei, a basso grado di alterazione con fronte di alterazione potente meno di 150 cm, e a luoghi parziale decarbonatazione; orizzonti superficiali di colore giallo-bruno. I suoli non calcarei e scarsamente calcarei hanno colore bruno scuro e bruno scuro giallastro, spessore dell'alterazione da 0,5 ad 1,5 m, contengono frequenti reperti archeologici di età del Bronzo, del Ferro e Romana. I suoli calcarei appartengono all'unità AES8a. nel sottosuolo della pianura: depositi argillosi e limosi grigi e grigio scuri, arricchiti in sostanza organica, di piana inondabile non drenata, palude e laguna passanti, verso l'alto, a limi-sabbiosi, limi ed argille bruni e giallastri di piana alluvion Il contatto di base è discontinuo, spesso erosivo e discordante, sugli altri subsistemi e sulle unità più antiche. Lo spessore massimo dell'unità è circa 20m.

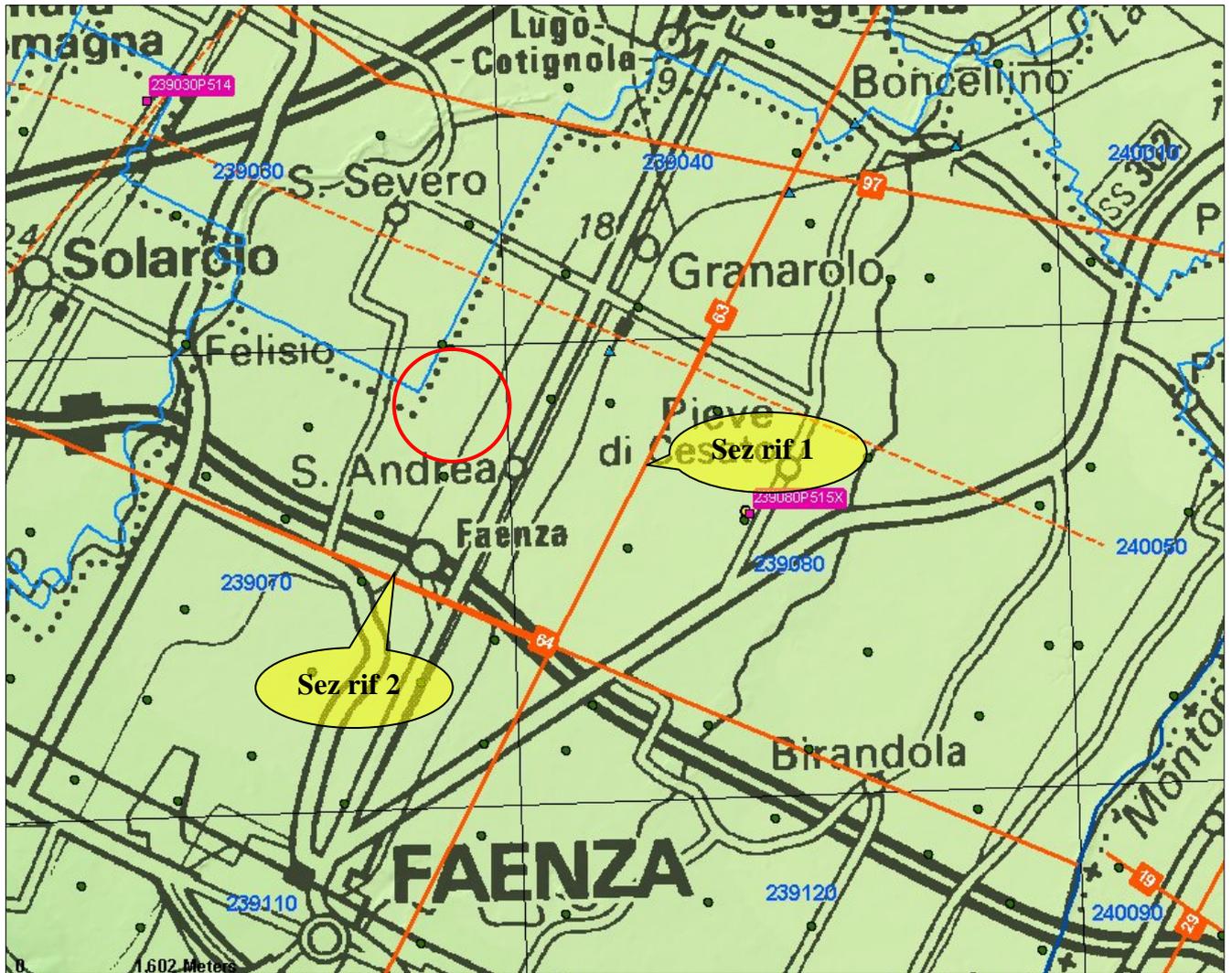
Pleistocene sup. - Olocene

AES8a - Unità di Modena

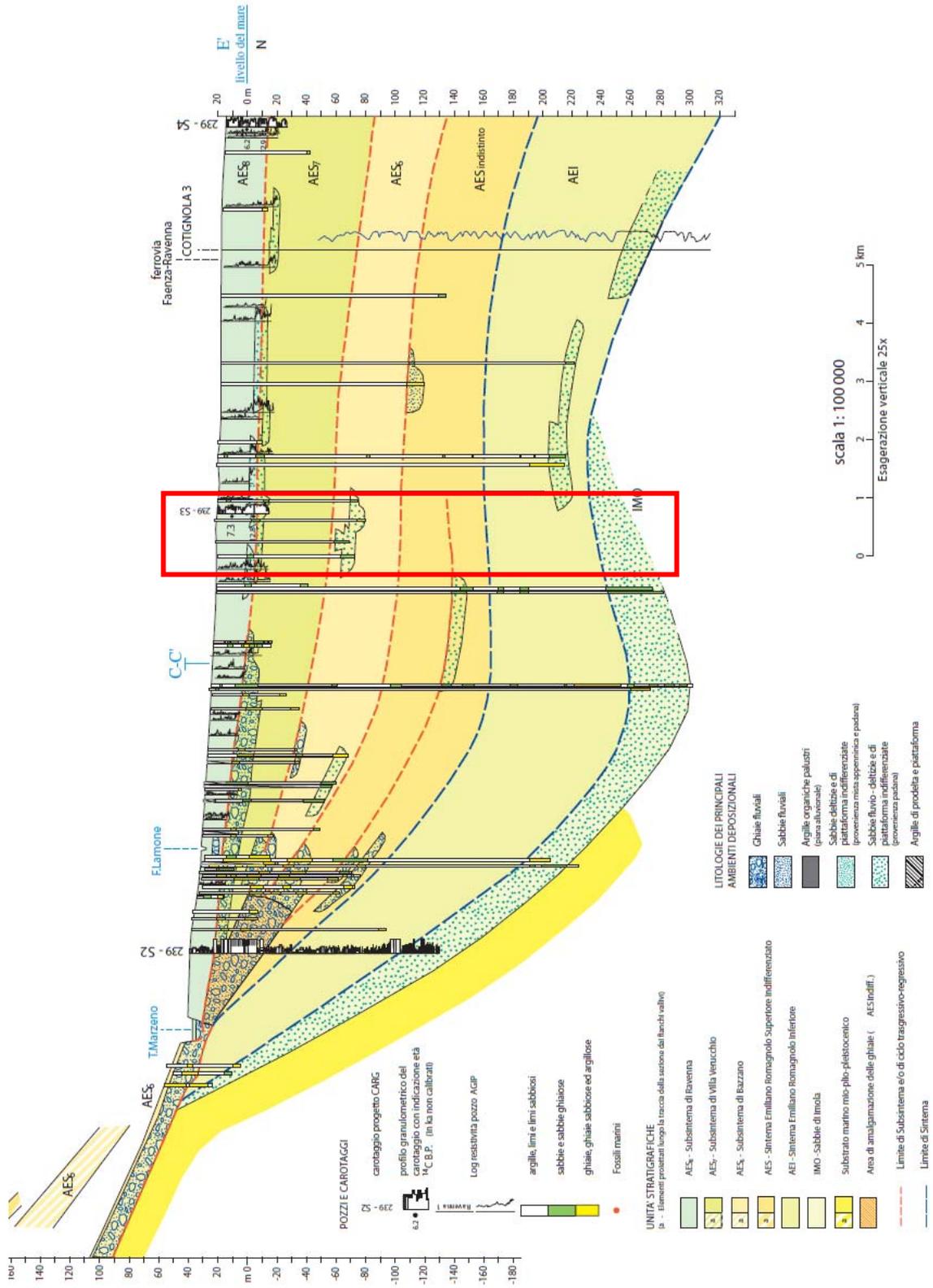
Ghiaie prevalenti e sabbie, ricoperte da una coltre limoso argillosa discontinua, talora organizzate in corpi a geometrie lenticolari, nastriformi, tabulari e cuneiformi. Depositi alluvionali intravallivi, terrazzati (primo ordine dei terrazzi nelle zone intravallive), deltizi, litorali, di conoide e, localmente, di piana inondabile. Nella costa e nel Mare Adriatico sabbie di cordone litorale e di fronte deltizia passanti ad argille e limi di prodelta e di transizione alla piattaforma. Limite superiore coincidente con il piano topografico dato da un suolo calcareo di colore bruno olivastro e bruno grigiastro. Il profilo di alterazione è di esiguo spessore (meno di 100 cm). Può ricoprire resti archeologici di età romana del VI secolo d.C Lo spessore massimo dell'unità è generalmente di alcuni metri, talora plurimetrico.

Olocene

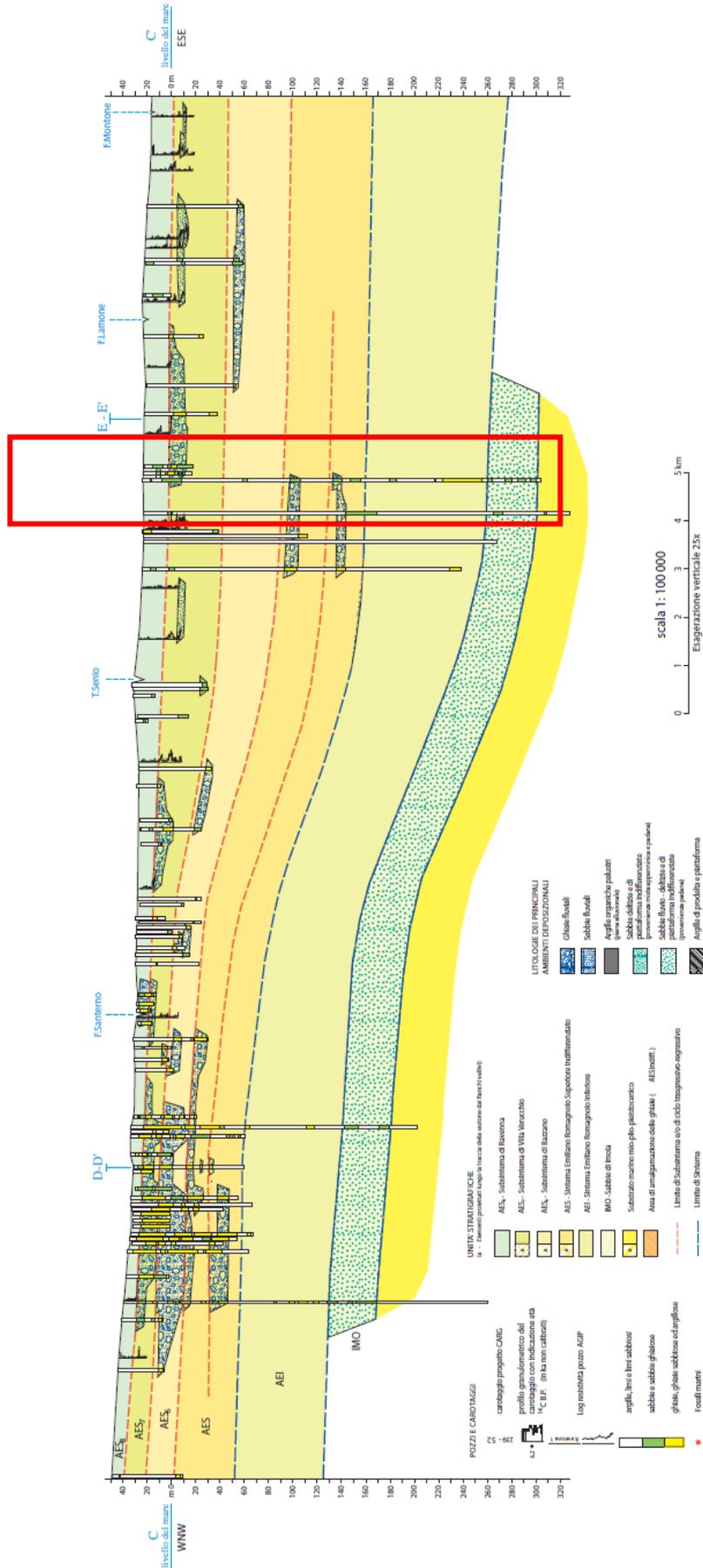
Sezioni geologiche tratte dal sito del Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia-Romagna



Sezione geologica di riferimento 1 per la zona.



Sezione geologica di riferimento 2 per la zona.



2.1 Lineamenti strutturali

Lo schema strutturale locale è caratterizzato da uno stile a pieghe, di norma asimmetriche con vergenza verso N, ad andamento NW-SE con frequenti ondulazioni assiali ed una immersione generale verso SE.

Nei terreni neogenici il piegamento è avvenuto in due fasi distinte tra Miocene e Pliocene e prima del Pliocene medio. La seconda fase ha influito maggiormente nell'area emilano-romagnola, dove la discordanza tra i termini del Miocene e quelli del Pliocene inferiore è attenuata, mentre si osserva un più accentuato piegamento ed una maggiore erosione dei termini del pliocene inferiore.

Ai fenomeni plicativi si sovrappone la già citata subsidenza differenziale, con deposizione più intensa nelle sinclinali e minore al culmine delle anticlinali.

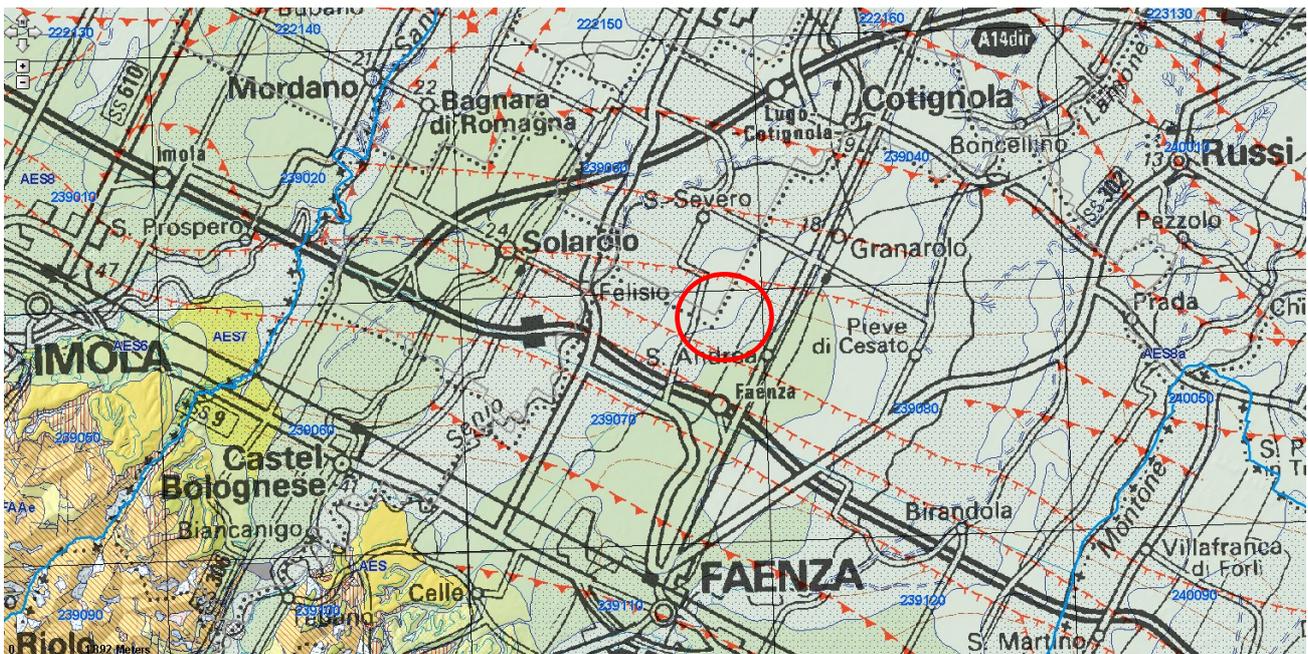
Le pieghe pedeappenniniche sono accompagnate dallo sviluppo di faglie a carattere distensivo, talora grandiose, e sono inoltre sovente interrotte da faglie con direzione NE-SW con rigetto prevalentemente orizzontale.

Nella più ampia unità di territorio in esame da N a S si riconoscono i seguenti motivi strutturali principali:

- Sinclinale di S.Romualdo-Piombone;
- Anticlinale di Ravenna e di Alfonsine;
- Sinclinale romagnola (asse ONO-ESE passante in corrispondenza di Fusignano);
- Anticlinale di Cotignola;
- Sinclinale di Forlì.

Le strutture sepolte plioceniche influenzano, sia pure con grado decrescente col diminuire della profondità, l'assetto dei sedimenti pleistocenici, che risultano blandamente ondulati e presentano una generale pendenza verso SE secondo l'immersione degli assi strutturali pliocenici.

I sedimenti alluvionali recenti hanno un assetto più irregolare ed articolato. Infatti pur avendo una tendenziale e debole pendenza verso NE secondo la direzione di deflusso degli attuali corsi appenninici, presentano variazioni di potenza anche rilevanti, derivanti da ondulazioni del letto con depressioni ad andamento appenninico, probabilmente riferibili a paleoalvei.



3. LINEAMENTI CLIMATOLOGICI

Il territorio della località di interesse è climatologicamente inquadrabile in un regime sublitoraneo padano.

Il graduale passaggio da condizioni climatiche di tipo costiere, presenti lungo il litorale ravennate, a condizioni di tipo padano si rendono sempre più manifeste procedendo verso il retroterra. In tal modo nell'area di pianura in cui rientra il territorio della località analizzata si registrano condizioni climatiche che sono tipiche della pianura interna e che vedono nella temperatura dell'aria, nell'umidità e nella ventosità, le maggiori diversificazioni rispetto alla pianura costiera.

In questa area, il clima assume una individuale fisionomia i cui aspetti significativi sono costituiti da una maggiore escursione termica giornaliera, un aumento del numero di giornate con gelo, un aumento di frequenza delle formazioni nebbiose, una attenuazione della ventosità.

Meno evidenti risultano invece le diversificazioni negli apporti pluviometrici rispetto alla pianura costiera.

3.1. Pluviometria

All'interno del territorio in cui ricade la località di S.Andrea non sono ubicate stazioni pluviometriche, pertanto per valutare il regime pluviometrico si farà riferimento alla stazione di Faenza (alt. 35 m s.l.m.), capoluogo della località in esame.

Considerando un periodo trentennale (01.01.1956 - 31.12.1985), l'altezza di precipitazione media annua risulta:

Faenza 757.2 mm

Considerando che il territorio in esame ricade in prossimità della stazione di Faenza, si può considerare una altezza di precipitazione media di 757 mm/anno, media per il periodo di trenta anni suddetto. L'apporto annuo medio risulta quindi di 757.000 mc/kmq.

3.2. Evapotraspirazione

Sulla base dei dati della stazione climatologica di Faenza, per la quale si rendono disponibili anche i dati termometrici, la temperatura media annua estesa al territorio comunale risulta di 13.7 °C, la temperatura media minima risulta di 9.1 °C, mentre la temperatura massima media risulta di 18.2 °C.

La relativa evapotraspirazione media annua, calcolata con la formula di L. Turc valida per grandi bacini, risulta:

$$ETR = P / 0.9 + (P^2 / L^2)$$

dove:

P = precipitazione media annua (757 mm)

T = temperatura media annua (13.7° C)

$L = 300 + 15 * T + 0,05 * T^3$

$ETR = 757 / 2.33 = 324 \text{ mm} = 42\% \text{ delle precipitazioni}$

Pertanto a livello molto indicativo risulta che 433 mm di afflussi meteorici defluiscono attraverso il reticolo idrografico superficiale o si infiltrano nel sottosuolo, mentre i restanti 324 mm vengono restituiti all'atmosfera per evapotraspirazione.

3.3. Idrometria

Il complesso reticolo idrografico del territorio in esame è il risultato di tutta una serie di interventi antropici che hanno agito sui corsi d'acqua naturali e hanno creato canali artificiali per lo scolo delle acque.

Limitando l'analisi ad alcune considerazioni di carattere generale utili ai fini della identificazione dei problemi idrogeologici del territorio in esame, si considera il comportamento di analoghi bacini di pianura a deflusso noto avendo come riferimento i dati emersi dal presente studio.

Il coefficiente teorico medio per bacini di pianura ha valori compresi tra 0.1 e 0.2, considerando però che nel territorio in esame è presente una rete scolante artificiale che risulta esercitare una prevalente azione drenante, solo in parte compensata dalle perdite locali del reticolo idrografico naturale, si può ritenere probabile un coefficiente di deflusso pari a 0.3, per cui si avrebbe:

$$I = 757 - 324 - 227 = 206 \text{ mm}$$

In definitiva l'infiltrazione efficace annuale alimentante la falda freatica risulterebbe mediamente di 206 mm, quindi con un apporto di 206.000 mc/kmq.

4. IDRO - GEOMORFOLOGIA

Il territorio di interesse è situato proprio al centro tra il Torrente Senio ed il Fiume Lamone, in un'area interfluviale.

L'esame della carta ipsometrica evidenzia una superficie topografica costituita da un piano inclinato in direzione NE con pendenza media di circa il due per mille.

L'area in esame è inserita all'interno di due principali elementi emergenti antropici costituiti rispettivamente dalla S.P. n. 8 Naviglio con l'adiacente Canale Naviglio Zanelli, corso d'acqua di ex-forza motrice, posti ad una distanza di circa 840 m a Est, e dal sistema arginato del T. Senio, a circa 3000 m a Ovest del sito in esame.

L'area non risulta essere stata allagata durante l'evento estremo del 1996. Tale evento corrisponde a tempi di ritorno di 100 anni, evidenziando la sua sicurezza idraulica rispetto al sistema della bonifica.

L'attuale morfologia dell'area in esame è il risultato di un intenso rimodellamento antropico che, a scopo di bonifica, ha obliterato gli originali lineamenti geomorfologici, e ha praticamente sostituito tutto il reticolo idrografico naturale con un denso reticolo artificiale.

Tutto il reticolo idrografico presenta direzione di scorrimento generale verso NNE e le acque dell'area in esame risultano essere scolate dal Fosso Vecchio, scolo di bonifica principale della zona, che scorre in adiacenza Est dell'area in esame e recapita le acque direttamente nel Destra Reno a Nord di Alfonsine.

Lo scolo corre incassato e sul lato Ovest presenta delle depressioni artificiali che per la loro posizione possono fungere da cassa di laminazione sia per l'invarianza idraulica sia per eventuali tracimazioni dello scolo.

L'analisi degli allagamenti accaduti durante l'evento eccezionale del 1996 (tempo di ritorno di 100 anni) ricavata dai dati provinciali, non evidenzia allagamenti dell'area oggetto di variante.

Al riguardo si è proceduto alla realizzazione del DEM di pianura della zona in cui ricade l'area in esame. A partire da tale elaborazione, si sono poi analizzati i massimi tiranti idrici previsti nella zona in caso di allagamento, indipendentemente dall'origine e dalla probabilità, utilizzando la funzione "identify sink" dell'applicativo Hydro.

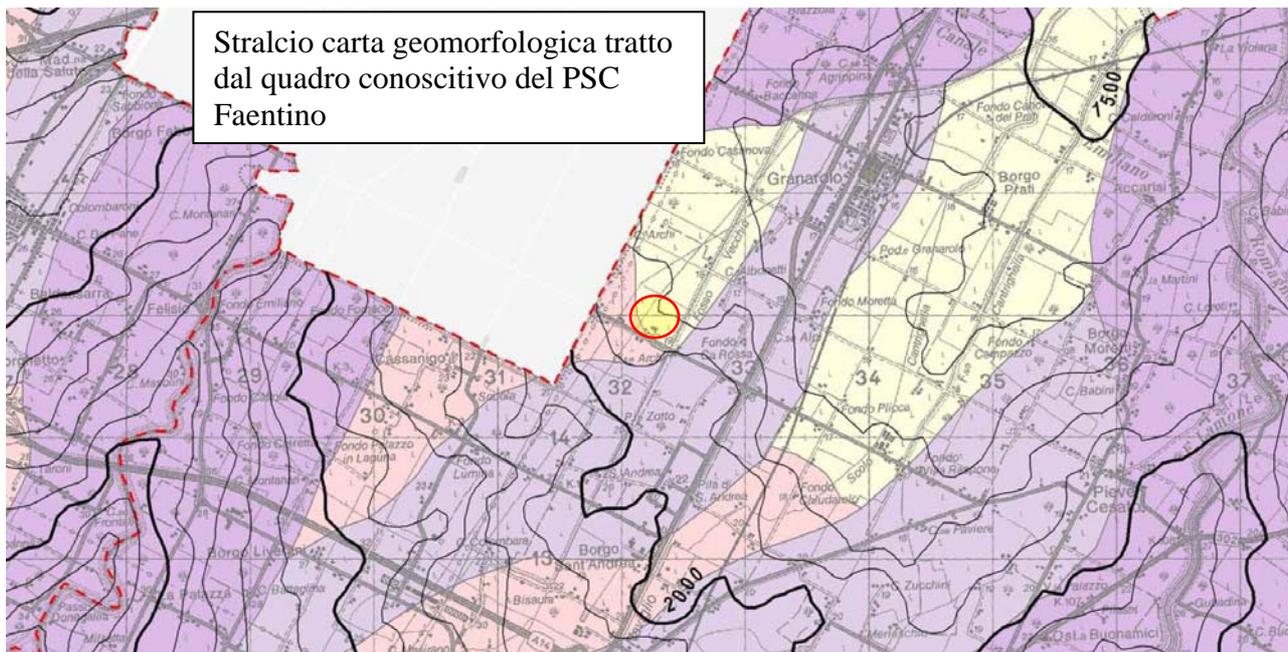
Tale elaborato ha evidenziato delle possibili zone di accumulo in alcuni punti dell'area oggetto di variante, con possibili tiranti idrici corrispondenti ad un'altezza di circa 20÷30 cm sopra al piano di campagna attuale.

Pertanto in fase di urbanizzazione, a favore della sicurezza considerato che dalle analisi del passato gli allagamenti con T100 appaiono poco probabili, risulta comunque opportuno che per i futuri fabbricati il piano di calpestio sia posto almeno circa 40 cm sopra l'attuale piano di campagna.

Infine, osservando la perimetrazione del Piano Stralcio del T. Senio, dell'ADB Reno, nell'ultima versione, si evidenzia che l'area di lottizzazione risulta esclusa da possibili allagamenti dai corsi d'acqua naturali.

Infine si osserva che il trend di subsidenza della zona, ricavato dalla cartografia del PSC Faentino, risulta compreso tra 10 e 19 mm/anno.

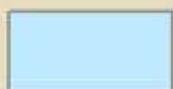
Stralcio carta geomorfologica tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino



Morfologie fluviali



Aree alluvionali terrazzate intravallive e della media pianura



Aree alluvionali in evoluzione



Aree alluvionali di interdosso

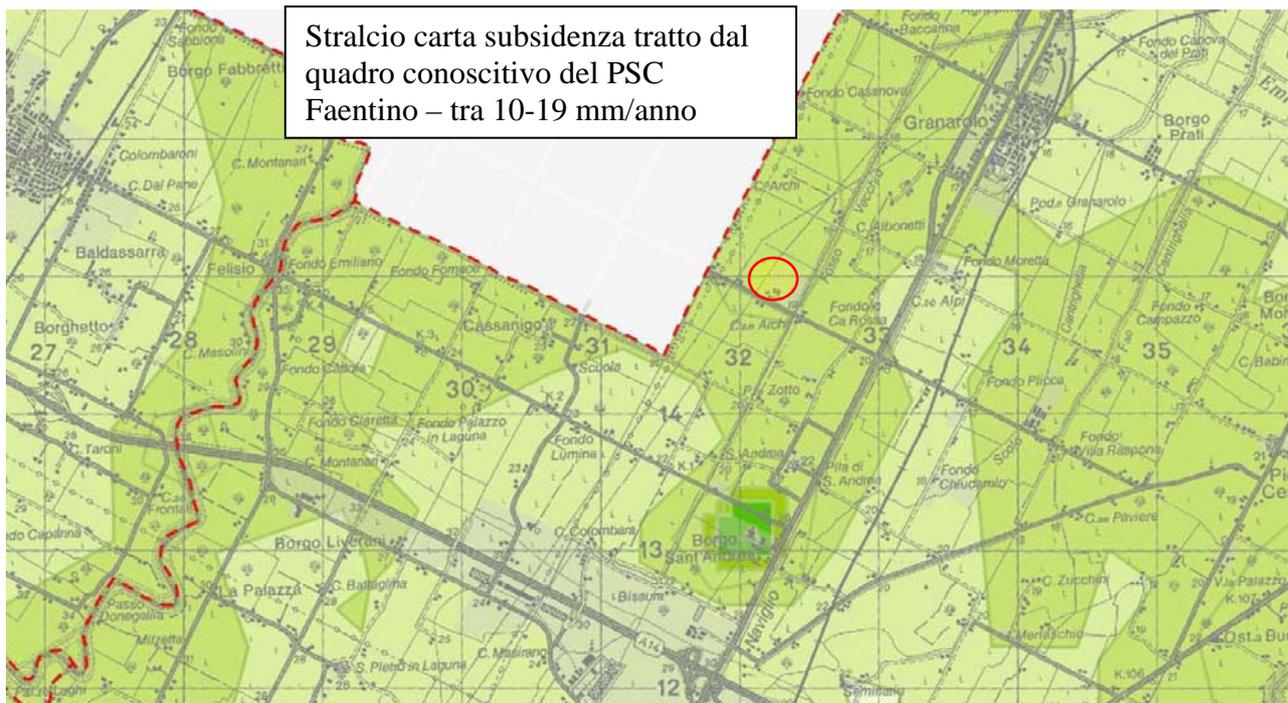


Dossi fluviali sub-attuali



Paleodossi fluviali

Stralcio carta subsidenza tratto dal
quadro conoscitivo del PSC
Faentino – tra 10-19 mm/anno



Confini comunali



Territorio pianificato

Subsidenza in mm/anno



0 \ -4



-5 \ -9



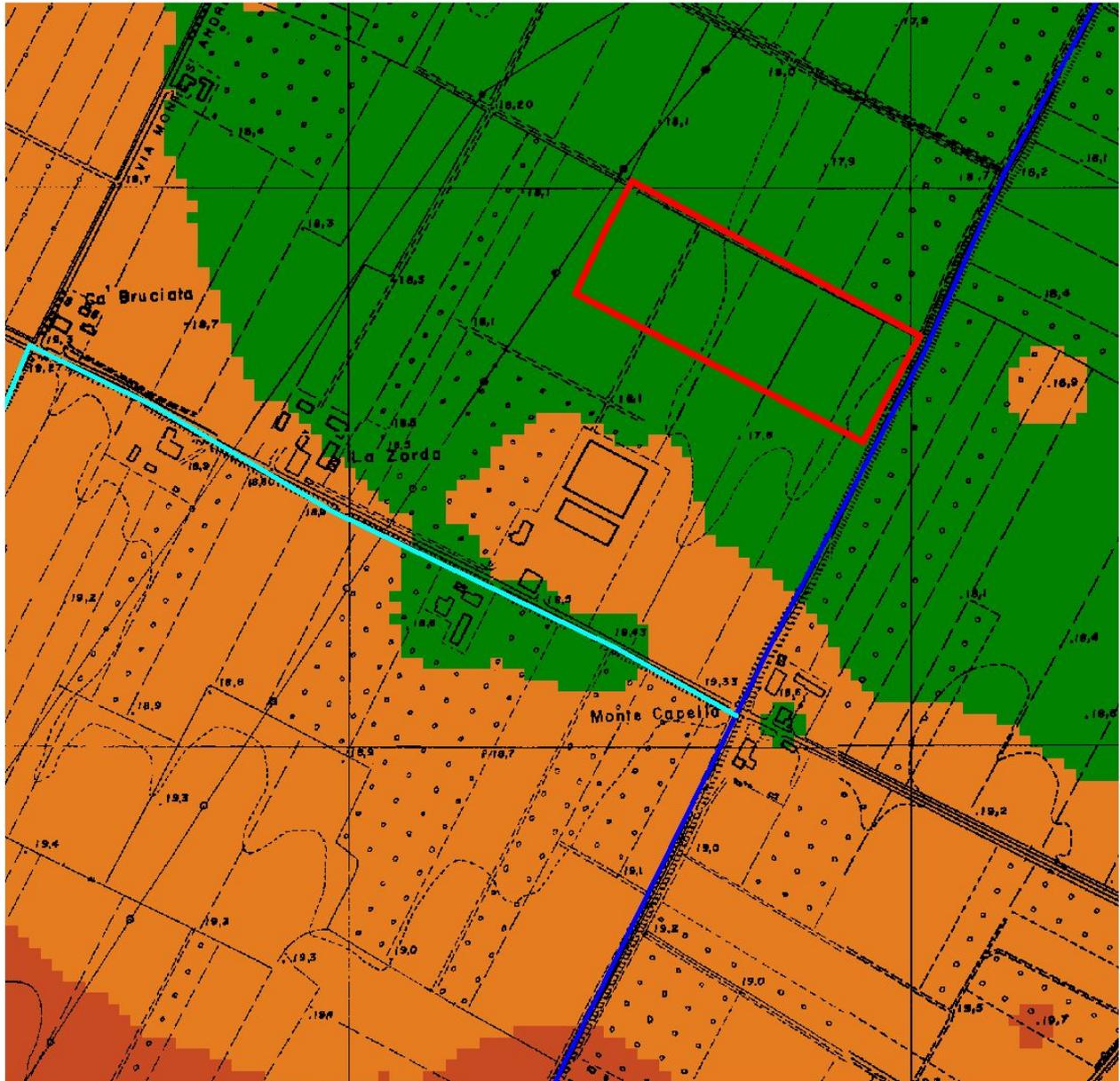
-10 \ -19



-20 \ -24



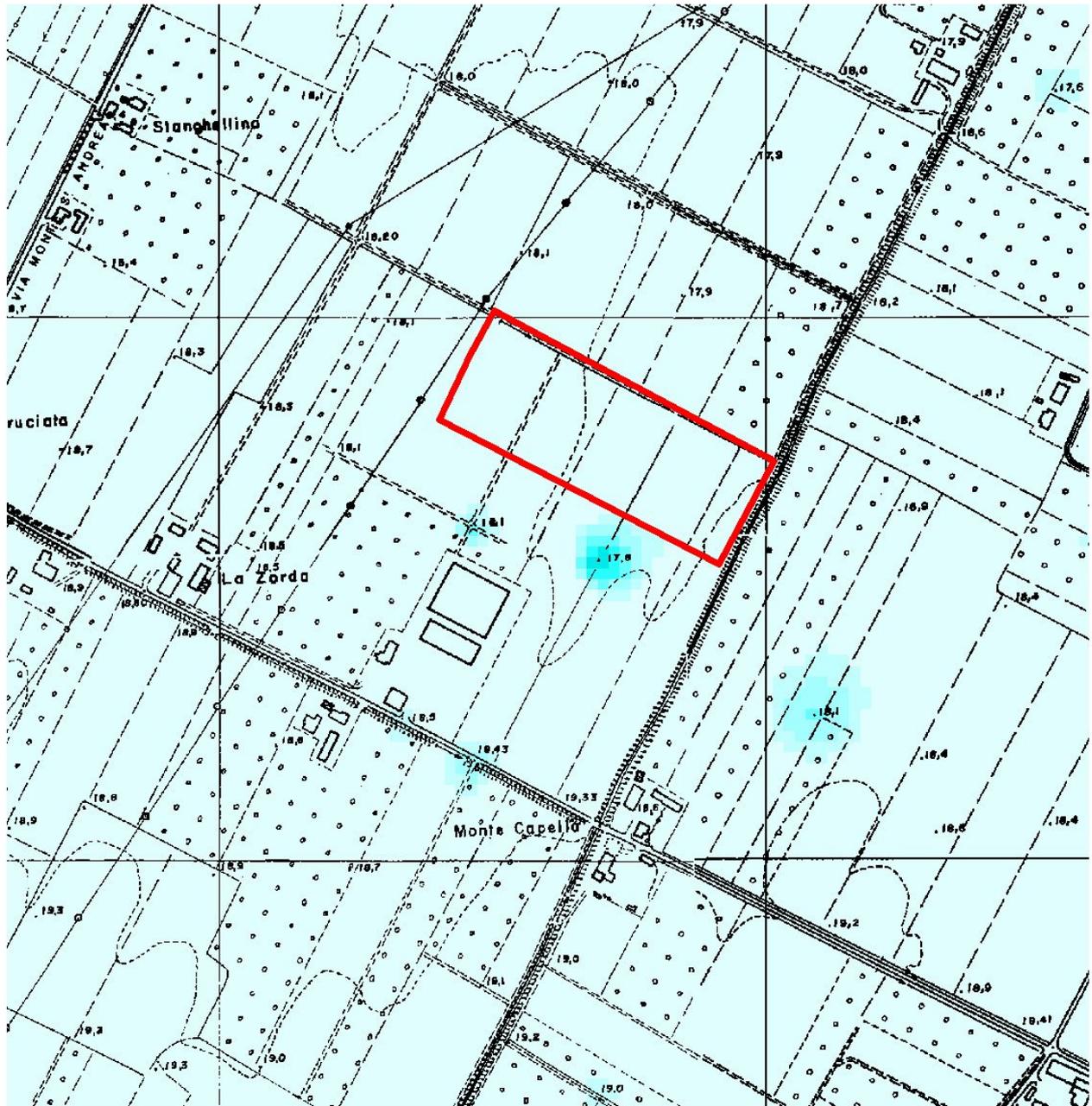
-25 \ -30



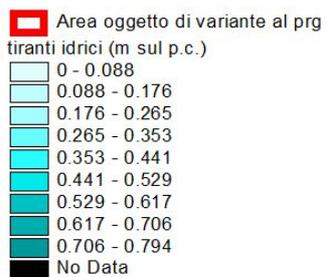
DEM - MODELLO DIGITALE ALTIMETRICO

- ▭ Area oggetto di variante al prg
- Reticolo idrografico
- ▬ Scolo Principali
- ▬ Canale Naviglio Zanelli
- ▬ Scolo secondario
- DEM (m s.l.m.)
- 15.002 - 15.912
- 15.912 - 16.822
- 16.822 - 17.732
- 17.732 - 18.642
- 18.642 - 19.552
- 19.552 - 20.462
- 20.462 - 21.372
- 21.372 - 22.282
- 22.282 - 23.192
- No Data





TIRANTI IDRICI ATTESI IN CASO ALLAGAMENTI



5. IDROGEOLOGIA

La falda libera superficiale ha una particolare incidenza ed un ruolo peculiare ai fini edificatori, sia per quanto riguarda la sua possibile influenza sui parametri del carico ammissibile, sia per la salubrità degli edifici, sia per le possibili invasioni di acqua in eventuali scantinati, sia per la sua influenza sulla risposta sismica del terreno.

Al fine di caratterizzare la falda freatica del zona di interesse si fatto riferimento allo studio è freaticometrico realizzato dalla relazione geologica allegata al PRG 96, eseguendo opportune verifiche in campagna che hanno confermato i caratteri idrogeologici del territorio emersi dal suddetto precedente studio.

Per l'area in esame il suddetto studio evidenzia valori compresi tra -2.0 m e -3.0 m dal piano di campagna.

I livelli misurati nelle prove eseguite all'interno dell'attuale stabilimento e in alcuni pozzi adiacenti, ha evidenziato valori compresi tra -1.3 m (prova n. 2 del 1998) e -3.3 m (prova 4 del 1985) dal p.c., quindi considerando le differenze di quote non sempre note i diversi periodi di misure e le eventuali anomalie locali, i valori risultano nel complesso coerenti a quanto riportato nella relazione geologica di PRG 96. Pertanto il livello posto attorno a 2.0 m dal p.c. deve considerarsi un valore di medio idrogeologico.

In generale si osserva che valori misurati risultano in accordo con le misure effettuate per la relazione geologica della Variante Generale di PRG 2006.

L'analisi della carta delle isofratriche evidenzia che l'area in esame si trova in adiacenza Est ad una linea di deflusso delle acque freatiche.

La schema idrogeologico profondo è caratterizzato da una copertura alluvionale di terreni sostanzialmente impermeabili che ricoprono e proteggono la sottostante conoide distale del Fiume Lamone, che contiene i principali acquiferi della zona.

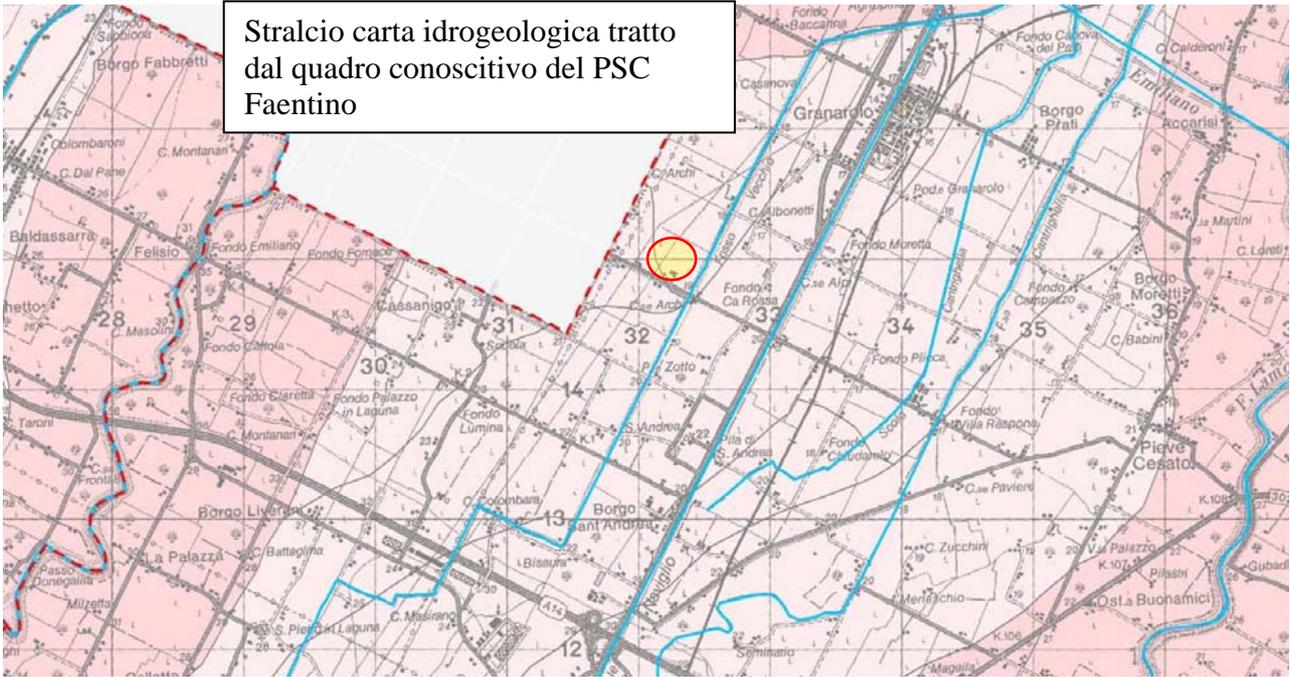
Per avere una visione della stratigrafia idrogeologica si riporta quella ricavata dalla scheda di un pozzo in adiacenza all'area di interesse e estratto dal data base della Regione Emilia-Romagna.

Pozzo di riferimento sigla 239070P606

Prof. da p.c. (m)	Descrizione litologica tratta dalla scheda pozzo	Falda captata
Da 0 a 6 m	argilla	
Da 6 a 9 m	sabbia	
Da 9 a 31 m	Argilla	
Da 31 a 35 m	Sabbia	Falda captata
Da 35 a 63 m	Argilla e torba	
Da 63 a 90 m	argilla	
Da 90 a 95 m	sabbia	Falda captata

La scheda riporta un livello statico a circa -17 m dal p.c. nel 1989. Tale livello non risulta molto diverso da quello riscontrato in un pozzo della rete ARPA (CodiceRA17-01) presente poco a sud dell'area in esame che evidenzia per le misure del 2007 un livello compreso tra 17.5 m e 21.1 m.

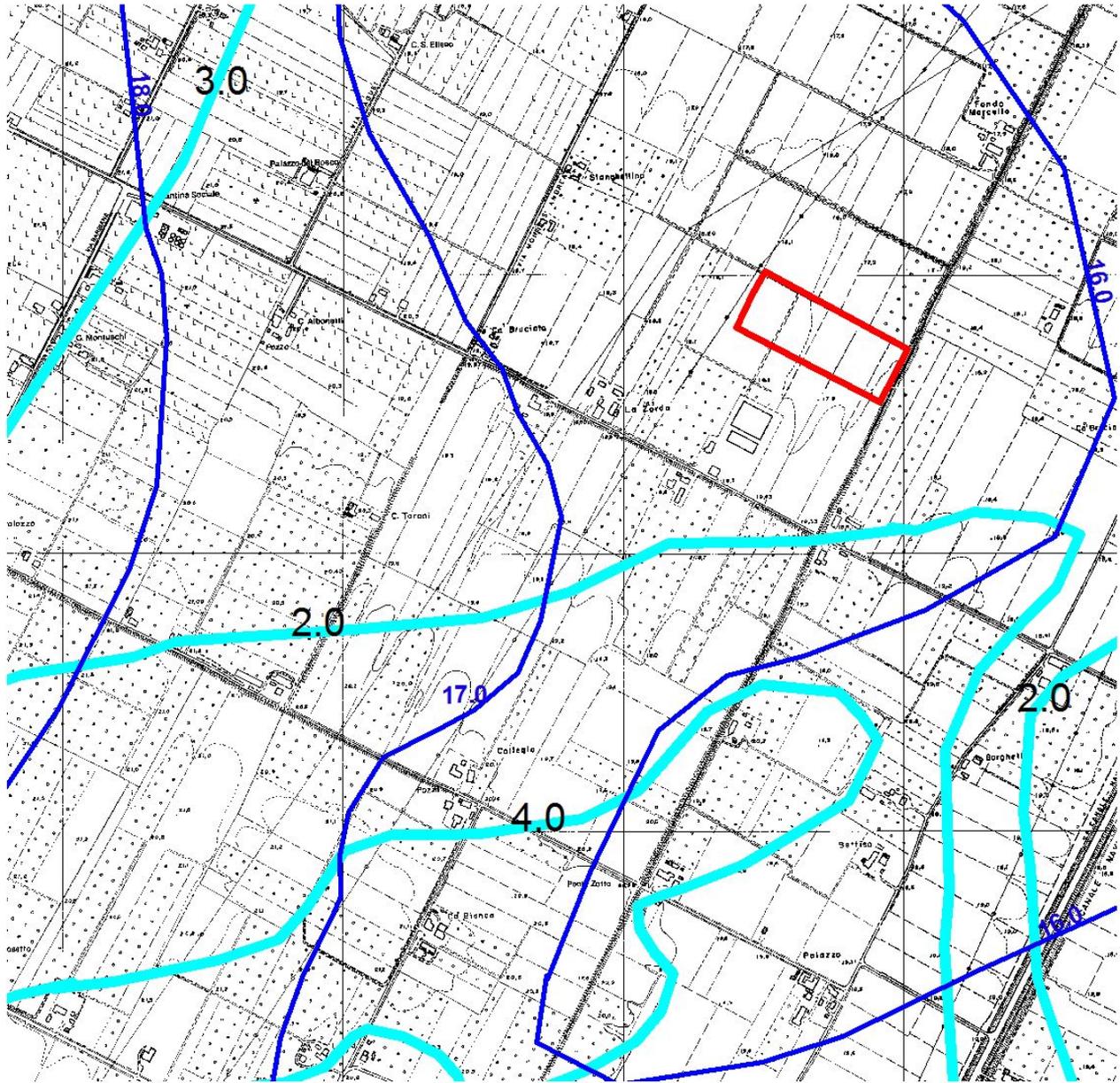
Stralcio carta idrogeologica tratto dal quadro conoscitivo del PSC Faentino



-  Reticolo idrografico
-  Principali invasi idrici
-  Sorgenti
-  Risorgive

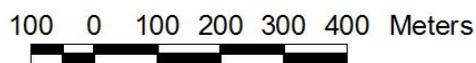
Zonazione dei terreni e delle rocce affioranti in base al grado di permeabilità (G. Castany, 1982)

-  Rocce e terreni permeabili ($K > 10^{-4}$ m/s)
(Formazione Gessoso-Solfifera, "Spungone", Formazione delle Sabbie Gialle, Alluvioni dei dossi fluviali sub-attuali, Alluvioni di fondovalle e depositi alluvionali in evoluzione)
-  Rocce e terreni mediamente permeabili ($10^{-4} < K < 10^{-7}$ m/s)
(Membri prevalentemente arenacei della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies arenaceo-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre, Alluvioni di paleodosso fluviale, Alluvioni di interdosso)
-  Rocce e terreni poco permeabili ($10^{-7} < K < 10^{-9}$ m/s)
(Membri prevalentemente pelitici della Formazione Marnoso-Arenacea, Litofacies pelitico-sabbiosa della Formazione delle Argille Azzurre)
-  Rocce e terreni impermeabili ($K < 10^{-9}$ m/s)
Formazione dei Ghioli di Letto, Formazione delle Argille Azzurre)



IDROGEOLOGIA

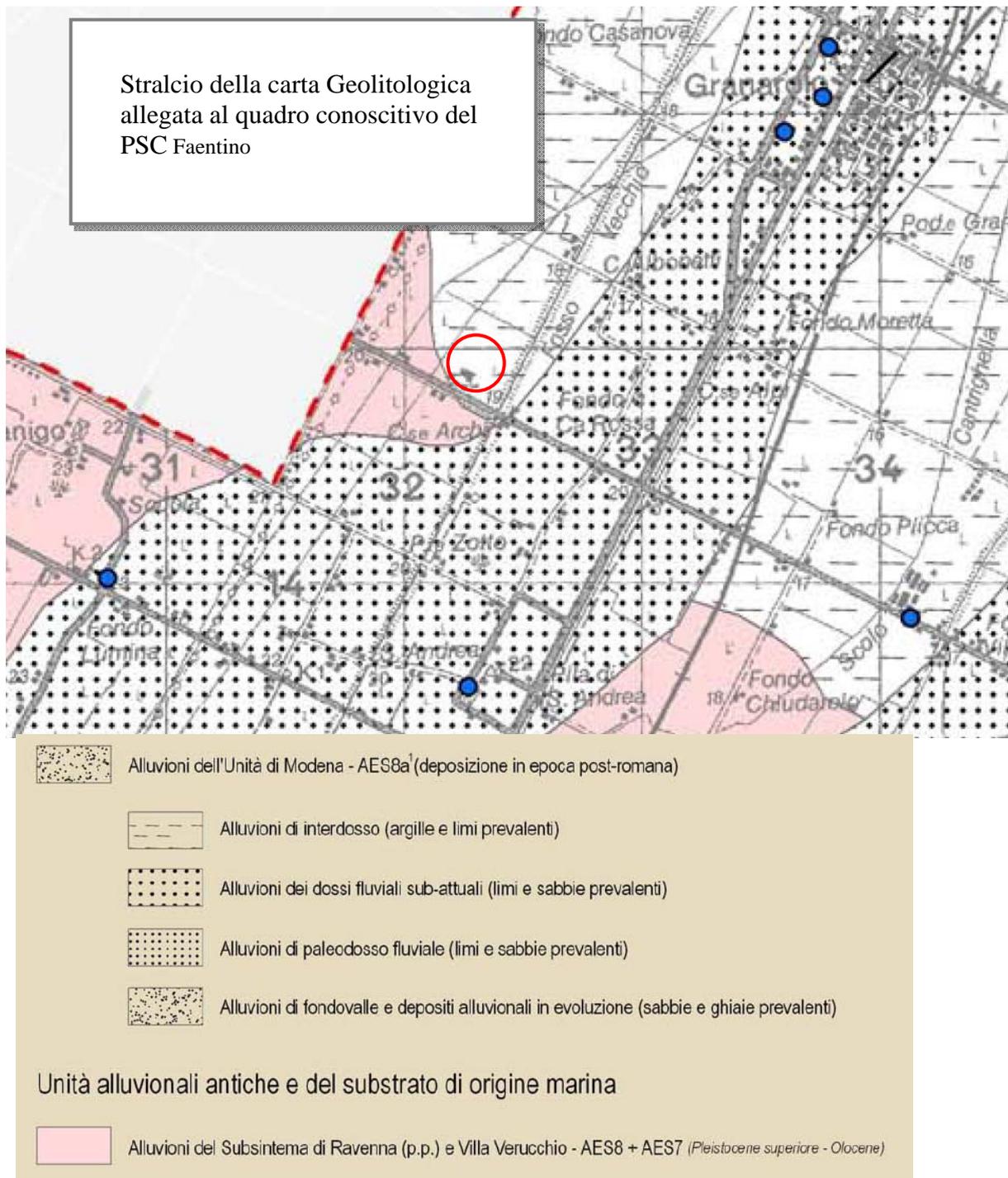
-  Area oggetto di variante al prg
-  Isofreatiche (m slm)
-  Isobate (m da p.c.)



6. LITOLOGIA SUPERFICIALE E PEDOLOGIA

La carta Geologia e dei Suoli Regionale evidenzia per la massima parte dell'ara in esame litologie sabbie prevalenti limoso argillose di piana alluvionale.

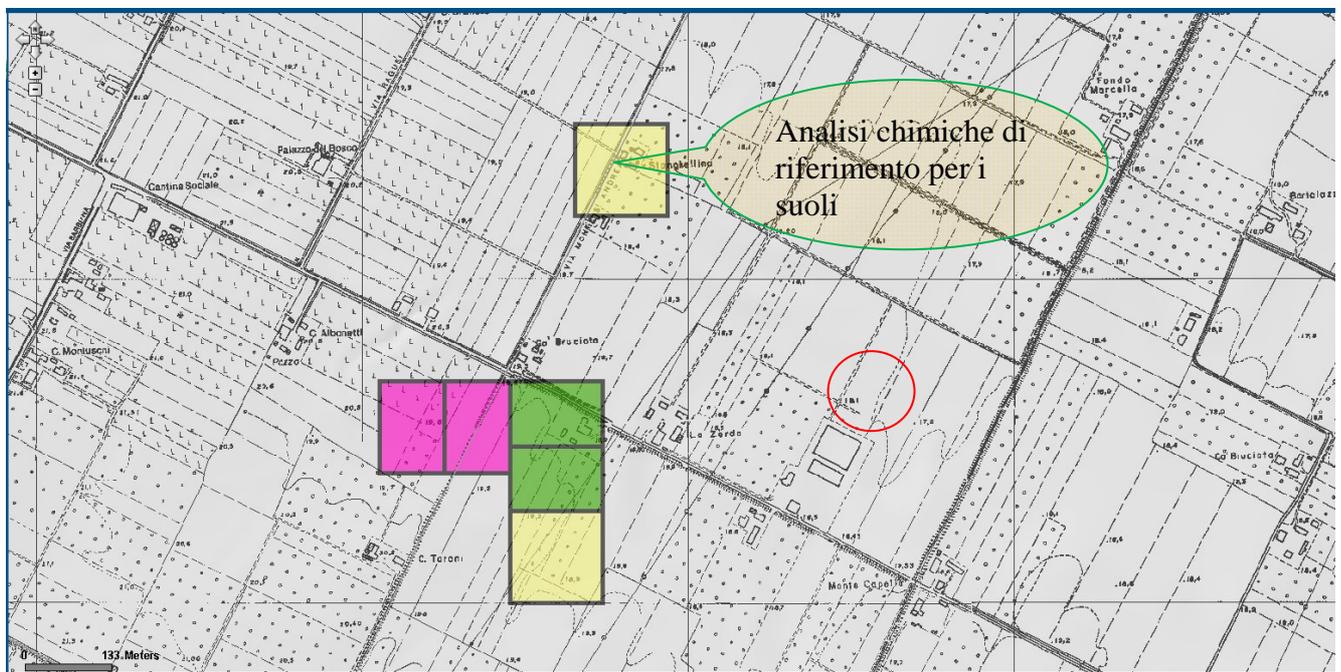
In base alla carta geolitologica allegata al quadro conoscitivo del PSC Faentino, l'area risulta interessata da alluvioni dell'Unità di Modena – AES8a – alluvioni di interdosso (argille e limi prevalenti).



La pedologia evidenzia per l'area in esame suoli appartenenti alla consociazione dei suoli SANT'OMOBONO franco argilloso limosi. Il cui assetto culturale ottimale è a vigneti, frutteti: pomacee, barbabietole da zucchero.

Alcune analisi agronomiche realizzate in adiacenza alla zona in esame realizzate dal servizio pedologico della Regione Emilia-romagna, evidenzia i seguenti valori:

Campione Analisi terreno	Prof. cm	Sabbia %	Limo %	Argilla %	Mat. org. %	pH in H2O	Calc tot %	Calc attivo %	K2O ass. %	P2O5 ass. %	Ntot %
29563	0-20	16	52	32	2	7.6	20	9	420	188	1.4
29564	0-20	18	54	24	2.1	7.5	21	9	500	185	1.8
53503	20-80	16	52	32	1.9	7.6	19	10	310	119	1.4
53502	20-80	18	52	30	1.9	7.5	20	9	380	126	1.5



7. CARATTERISTICHE STRATIGRAFICHE E GEOMECCANICHE

Al fine di comprendere le caratteristiche litostratigrafiche e geotecniche dell'area oggetto di variante al PRG, si farà riferimento alle prove eseguite in passato per la realizzazione dei fabbricati dello stabilimento esistente, ed alle prove profonde realizzate nella zona dalla Regione Emilia-Romagna nell'ambito del progetto CARG.

Per le prove penetrometriche si utilizzò un Penetrometro statico con punta meccanica per le prove eseguiti presso lo stabilimento. Mentre per le prove della Regione Emilia-Romagna si utilizzò un penetrometro elettrico con piezocono.

In ogni caso le punte meccanica ed elettrica presentavano dimensioni standard europee:

- Punta conica per la misura della resistenza alla punta con area pari a cmq 10 ed angolo di 60°;
- Manicotto per la misura dell'attrito laterale di cmq 150;

In considerazione della bassa variabilità litostratigrafica orizzontale di questi ambienti deposizionali, le prove di riferimento, anche se non realizzate proprio sull'area oggetto di variante, permettono ugualmente bene di caratterizzarne il substrato:

Unità A	<i>Da 0.0 m a -1.0 m dal p.c.</i> terreno agrario di alterazione superficiale areato;
Unità B	<i>Da -1.0 m circa a -25.0 m dal piano di campagna</i> terreni limoso argillosi con alcune intercalazioni di livelli sabbioso limose con spessore decimetrico, a partire da -8.0 m dal p.c.. I litotipi limoso argillosi presentano consistenza prevalentemente plastica. I valori penetrometrici sono mediamente compresi tra 1.4 MPa e 2.2÷2.5 MPa; i livelli limoso-sabbiosi presentano valori penetrometrici medi attorno a 3÷5 MPa.
Unità C	<i>Da circa -25 m a -28.0 m dal piano di campagna, massima profondità indagata per la prova penetrometrica della Regione Emilia-Romagna, sigla 239030U512</i> Terreni sabbiosi addensati con valori penetrometrici compresi tra 16 MPa e 19÷20 MPa. Arresto dell'avanzamento a -27.5 m dal p.c. per rifiuto penetrometrico: presenza di ghiaie della conoide del Fiume Lamone.

Nel complesso i terreni del substrato dell'area oggetto di studio presentano omogeneità litostratigrafia.

Nelle varie prove eseguite la falda freatica è stata riscontrata alla profondità compresa tra -1.2 m, prova regionale, e -3.5 m, prova n. 4/1885 eseguita da Angelo Angeli.

7.1 Misure digitali del rumore sismico eseguite con il “Tromino”

Dalle misure sismiche passive (Tromino) è possibile giungere alla valutazione dell'amplificazione sismica di risonanza del substrato di interesse e della V_{s30} , valore più significativo per valutare la risposta sismica di un determinato sito.

Infatti i maggiori danni a seguito di un sisma di progetto si hanno proprio per corrispondenza tra periodo proprio del sottosuolo e quello della struttura in esame, con possibilità che si abbiano pericolosi fenomeni di risonanza.

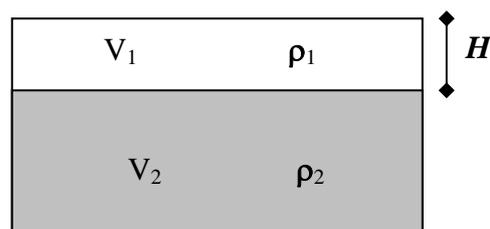
Il Tromino è uno strumento in grado di misurare i microtremori. Il tremore sismico, comunemente definito “rumore sismico”, esiste ovunque sulla superficie della terra. Esso è principalmente costituito da onde superficiali, ovvero da onde elastiche prodotte dall'interferenza costruttiva di onde P ed S che si propagano negli strati superficiali. Il rumore sismico è prodotto essenzialmente dal vento o dalle onde marine. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali. I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume, P o S. In essi giocano un ruolo fondamentale le onde superficiali, che hanno velocità prossima a quella delle onde S, il che spiega la dipendenza di tutta la formulazione della velocità di queste ultime.

Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo da rumore sismico registrato in un sito. Tra questi, la tecnica che si è maggiormente consolidata nell'uso è quella dei rapporti spettrali tra le componenti del moto orizzontale e quella verticale (Horizontal to Vertical Spectral Ratio, HVSR o H/V), proposta da Nogoschi e Igaraschi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo.

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente facili da comprendere in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato. Considerando lo schema della figura sottostante in cui gli strati 1 e 2 si distinguono per le diverse densità (ρ_1 e ρ_2) e le diverse velocità delle onde sismiche (V_1 e V_2). Un'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizioni di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (λ) è 4 volte (o suoi multipli dispari) lo spessore H del primo strato. La frequenza fondamentale di risonanza (f_r) dello strato 1 relativa alle onde S è pari a

$$f_r = \frac{V_{s1}}{4 * H}$$

Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza corrispondenza 1:1. Ciò significa che la curva H/V relativa ad un sistema a più strati contiene l'informazione relativa alle frequenze di risonanza (e quindi dello spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando la sopra riportata equazione.



L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per a) in contenuto di frequenza, b) la risposta strumentale

e c) l'ampiezza del segnale quando le registrazioni vengono effettuate in momenti con rumore di fondo più o meno alto.

Un aspetto assai importante è che il rumore sismico agisce come sorgente di eccitazione per la risonanza del sottosuolo e degli edifici più o meno come una luce bianca diffusa illumina gli oggetti eccitando le lunghezze d'onda tipiche di ciascun oggetto e dandogli il suo tipico colore.

Questo risulta molto importante a livello ingegneristico perché se un edificio ha frequenze proprie di vibrazione uguali a quelle del substrato su cui è fondato, durante un sisma, si assiste al fenomeno dell'accoppiamento delle vibrazioni. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

La calibrazione delle misure dei microtremori è stata eseguita in base alle indagini geognostiche eseguite sul sito di indagine.

Nell'area è stato eseguito uno stendimento SASW/MASW e n. 1 Tromini (T1) in corrispondenza della SASW/MASW, quindi utilizzato per l'inversione della curva in combinazione con la misura SASW/MASW.

La prova eseguita impiegando la suddetta metodologia dei microtremori ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem & Sing (1981), correlata ed integrata con le misure attive Masw, una ***Vs30 attorno a 213 m/s.***

L'analisi delle frequenze fondamentali di amplificazione del sito evidenzia l'amplificazione di risonanza tipica del terreno e, di conseguenza, l'altezza critica degli edifici che in caso di sisma possono entrare in risonanza con il terreno.

Nel caso specifico è possibile individuare le seguenti frequenze tipiche per il deposito esaminato, significative per gli edifici

Frequenza (f=Hz)	Periodo (T=sec)
0.95	1.05
9	0.11

Tale aspetto risulta certamente più significativo della valutazione della Vs30. Infatti una struttura risulta particolarmente vulnerabile se presenta un periodo di vibrazione simile a quello del sottosuolo, potendo essere soggetta ad un fenomeno di amplificazione per risonanza.

Altezza critica degli edificio per doppia risonanza

Il modo di vibrare fondamentale dell'edificio in progetto può essere stimato utilizzando la formula riportata al paragrafo 7.3.3.2 delle NTC 2008:

$$T_1 = C_1 * H^{3/4}$$

Dove

T_1 = modo di vibrare principale dell'edificio nella direzione in esame

C_1 = coefficiente che vale 0.085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0.075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato, 0.05 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura

H = altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione.

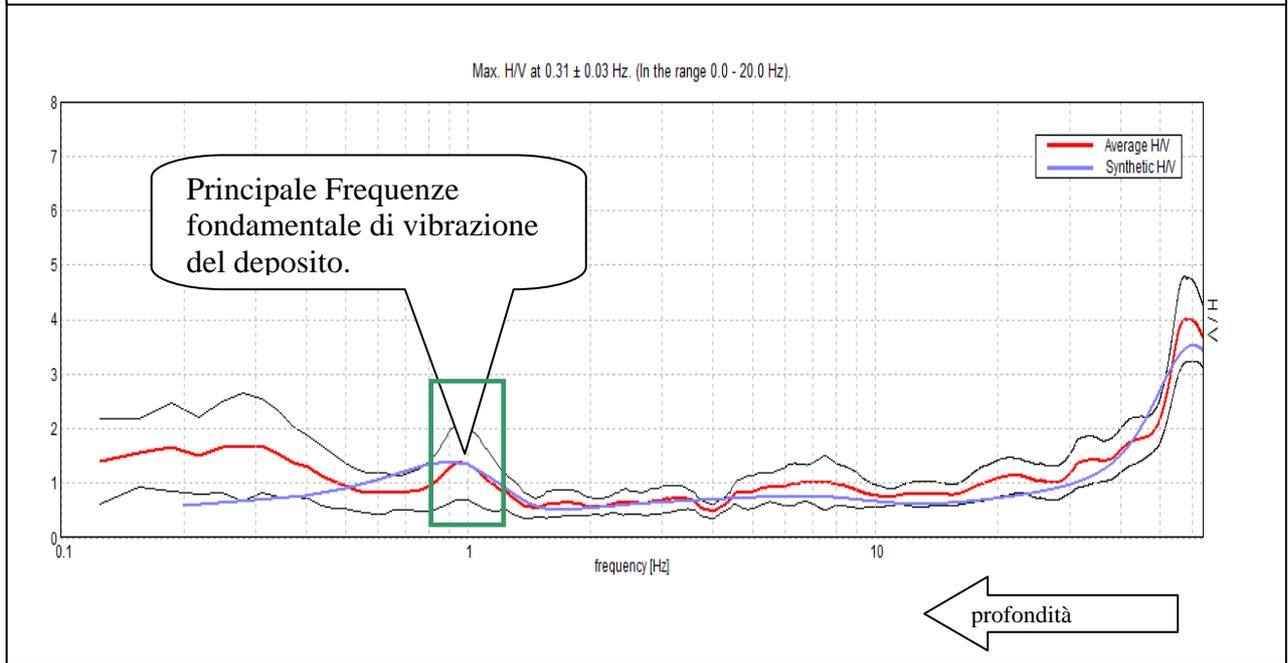
Pertanto con periodo fondamentale del sottosuolo pari a $T=0.95$ ed in subordine 0.11 sec, l'altezza critica degli edifici risulterà

Altezza critica degli edifici per effetti di risonanza								
N. Misura	Vs30 m/s	Frequenze fondamentali di risonanza del deposito (Hz)	Periodi fondamentali di risonanza del deposito T (sec)	Altezza critica edifici in muratura (n. piani)		Altezza critica dal piano di fondazione di edifici a telaio in calcestruzzo armato $C_1=0.075$ (m)	Altezza critica dal piano di fondazione di edifici con struttura qualsiasi $C_1=0.05$ (m)	Altezza critica dal piano di fondazione di edifici con struttura a telaio in acciaio $C_1=0.085$ (m)
T1	213	0.95	1.05	10.53	12.63	33.85	58.13	28.65
		9	0.111	1.1	1.3	1.7	2.9	1.4

I suddetti valori risultano unicamente di massima e di guida per la progettazione.

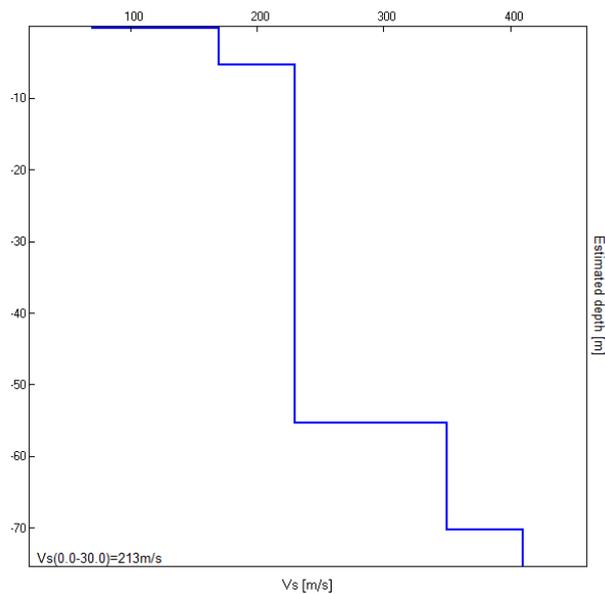
Comunque le verifiche del modello sismico sulle opere in progetto potranno essere utilmente confrontate con la frequenza fondamentale del sito indagato.

Misura dei microtremori effettuate sul sito di progetto



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	70	0.35
5.30	5.00	170	0.35
55.30	50.00	230	0.35
70.30	15.00	350	0.35
inf.	inf.	410	0.35

Vs(0.0-30.0)=213m/s



8. MICROZONAZIONE SISMICA

Da quanto riportato sul PSC Faentino l'area appartiene ad un ambito con depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di V_{s30} variabili tra <180 e 360 m/s.

Questa area non rientra tra quelle analizzate da un punto di vista sismico. Ad ogni modo, a livello indicativo, si osserva che ricade tra due aree, quella attorno a Granarolo e quella posta subito a Nord dell'autostrada, su cui è prevista un'analisi di secondo livello.

N.T.C. 14-01-2008

Le misure dei microtremori, realizzate con il "Tromino", confrontate con le indagini geognostiche realizzate nella zona, hanno permesso di verificare una **V_{s30} attorno a 213 m/s, quindi suoli di categoria C.**

Latitudine	44.3485
Longitudine	11.9141
Tipo di opera	2
Classe d'uso	Classe II
Vita Nominale (V_N)	≥ 50 anni
Coefficiente d'uso (C_U)	1.0
Vita di riferimento ($V_N \times C_U$)	50 anni
Accelerazione su suolo di riferimento rigido - SLV (ag/g)	0.199
Categoria di sottosuolo	C
Coefficiente di amplificazione per tipo di suolo (S)	1.41
Categoria topografica (T1)	1.0
Coefficiente di amplificazione per categoria topografica (S_T)	1.0
Accelerazione massima al suolo (a_{max}/g)= (ag/g)*S*S _T	0.281

D.G.R. n. 112/2007

L'area di interesse si trova in ambiente di "PIANURA 2" avendo il substrato con $v_s > 800$ m/s ad una profondità sicuramente superiore ai -100 m, come riscontrabile dalla Carta Sismotettonica pubblicata dalla Regione Emilia-Romagna e come osservabile dalla curva h/v del tromino che evidenzia il bedrock con $V_s > 800$ m/s a frequenze attorno a 0.4÷0.4 Hz, quindi molto profonde.

Sempre da tale cartografia si osserva che il meccanismo focale sismico si riferisce a comportamenti compressivi (faglia inversa).

Al comune di Faenza viene attribuita una accelerazione massima al suolo riferita a suoli molto rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s) corrispondente ad $a_g = 0.205g$.

In 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.) (PIANURA 2) si devono usare le seguenti tabelle.

F.A. P.G.A.

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.5	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.3	1.1	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.1s < T_0 < 0.5s$

V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	1.8	1.8	1.7	1.7	1.5	1.4	1.3	1.2	1.0	1.0

F.A. INTENSITA' SPETTRALE - $0.5s < T_0 < 1.0s$

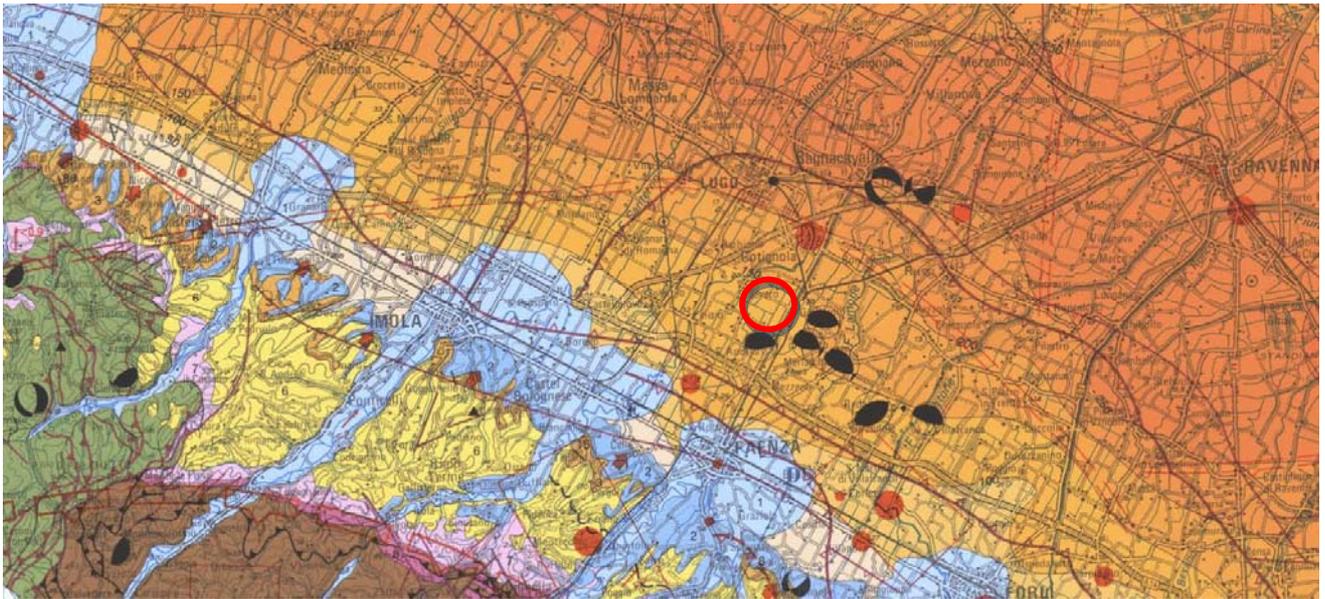
V_{s30}	200	250	300	350	400	450	500	600	700	800
F.A.	2.5	2.3	2.3	2.0	1.8	1.7	1.7	1.5	1.2	1.0

La prova eseguita utilizzando la metodologia dei microtremori ha evidenziato, utilizzando l'inversione H/V con il metodo proposto da Nakamura, secondo la teoria descritta da Aki (1964) e Ben-Menahem e Sing (1981), una V_{s30} media attorno a 213 m/s.

Pertanto il fattore di amplificazione da utilizzare saranno

- F.A. P.G.A. = 1.5
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.1s < T_0 < 0.5s$ = 1.8
- F.A. INTENSITA' SPETTRALE $0.5s < T_0 < 1.0s$ = 2.5

Per quanto riguarda l' a_g al suolo attribuita al sito in esame, facendo sempre riferimento alla già citata D.G.R., si ha un valore pari a $a_g = 0.205 * 1.5 = 0.307g$, quindi superiore a quanto ottenuto seguendo le procedure della normativa nazionale.



0 m s.l.m.

- 50
- 100
- 150
- 200
- 250
- 300
- 350
- 400

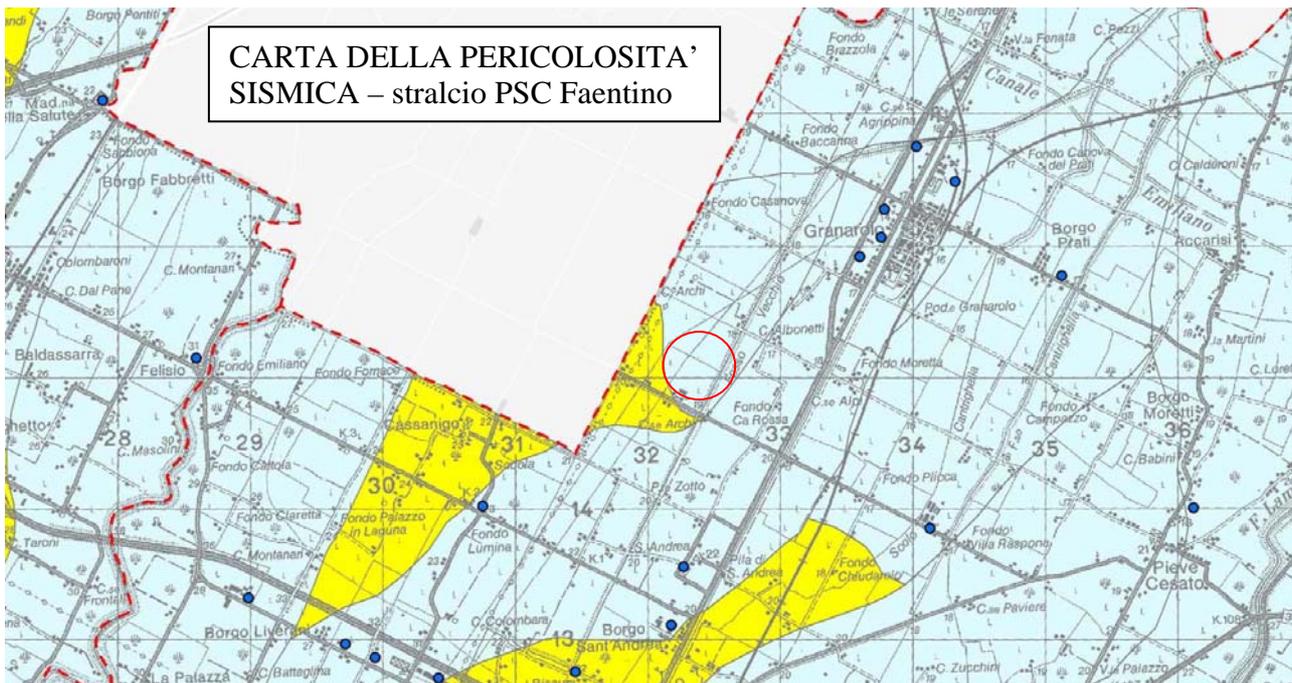
Ma = milioni di anni
My = millions of years

Isobate della base del Sistema Emiliano-Romagnolo superiore (depositi della Pianura Padana di età 0,45 Ma - Presente) riferita al livello del mare

Isobathes of the base of the Emilia-Romagna Upper Synthem (Po Plain deposits 0,45 My - Present in age) referred to the sea level

Meccanismi focali Earthquake focal solutions

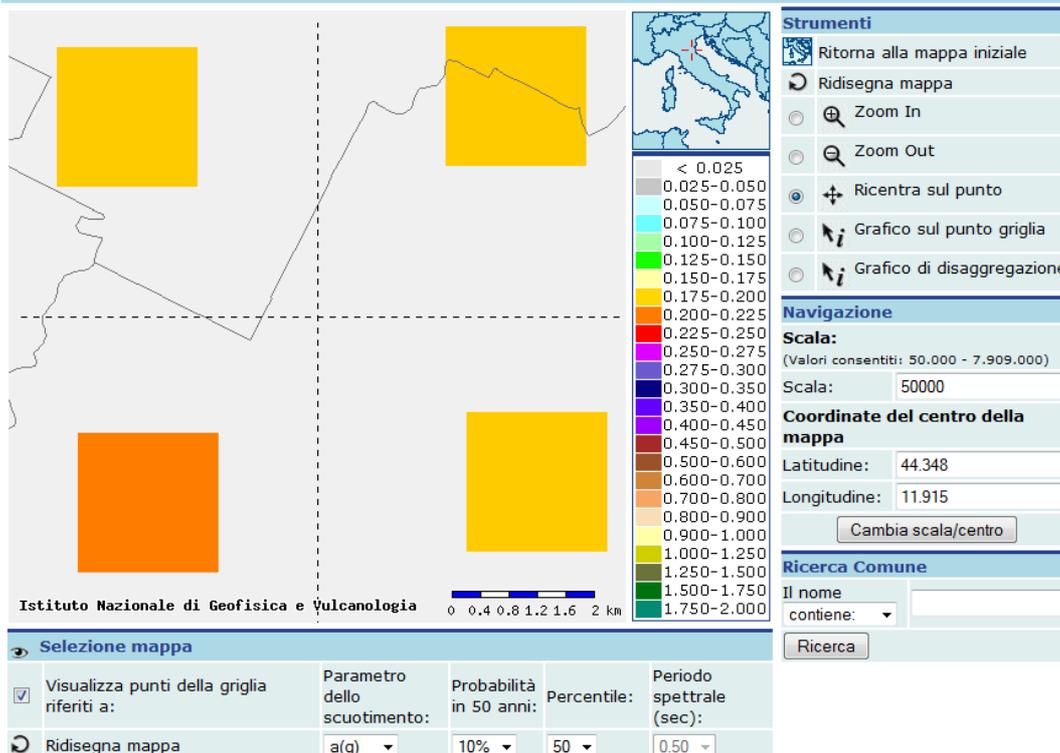




Categorie di suolo di fondazione

- A - Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di VS30 superiori a 800 m/s, comprendenti eventuali strati d'alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m
 - B - Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decime di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di VS30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s
 - C - Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di VS30 compresi tra 180 e 360 m/s
 - C/D - Depositi di terreni granulari da sciolti a mediamente addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di VS30 variabili tra <180 e 360 m/s
 - E - Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di VS30 simili a quelli dei tipi C e C/D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con VS30 >> 360 m/s
- — — — — Isobata 20 metri del substrato rigido

Mappe interattive di pericolosità sismica



Strumenti

- Ritorna alla mappa iniziale
- Ridisegna mappa
- Zoom In
- Zoom Out
- Ricentra sul punto
- Grafico sul punto griglia
- Grafico di disaggregazione

Navigazione

Scala: (Valori consentiti: 50.000 - 7.909.000)
Scala:

Coordinate del centro della mappa

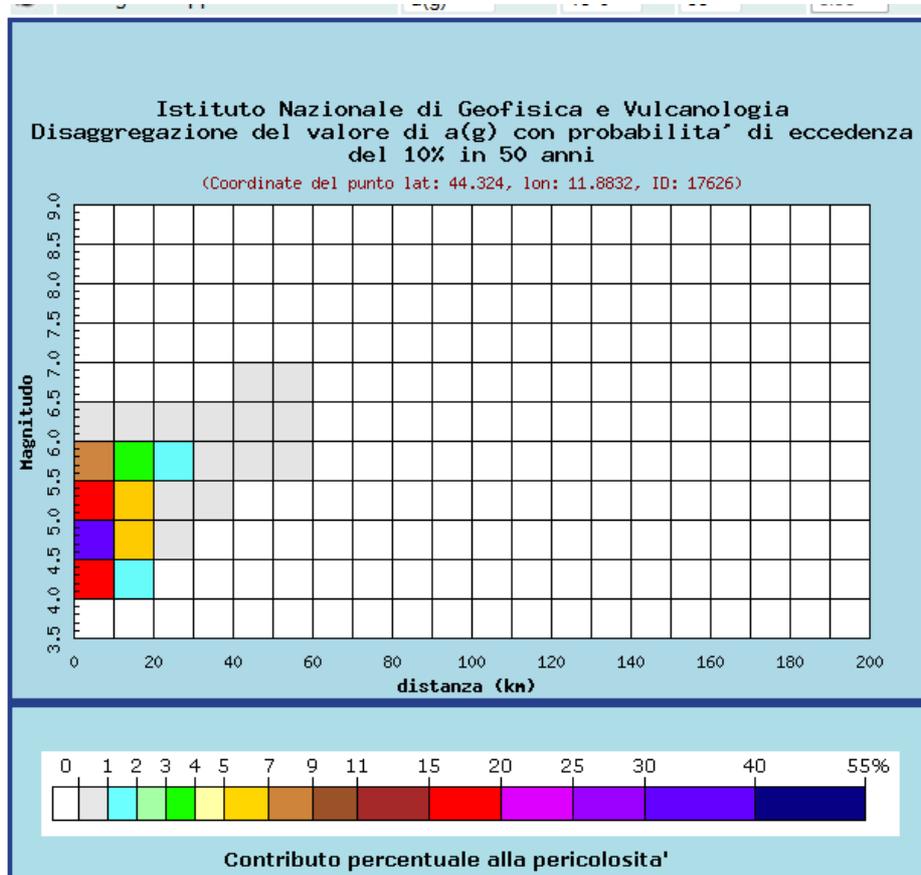
Latitudine:
Longitudine:

Ricerca Comune

Il nome contiene:

Selezione mappa

<input checked="" type="checkbox"/>	Visualizza punti della griglia riferiti a:	Parametro dello scuotimento:	Probabilità in 50 anni:	Percentile:	Periodo spettrale (sec):
<input type="checkbox"/>	Ridisegna mappa	a(g)	10%	50	0.50



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.324, lon: 11.8832, ID: 17626)										
	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	18.400	34.700	19.800	7.660	0.091	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	1.380	5.210	5.970	3.980	0.194	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.126	0.838	1.090	0.097	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.034	0.242	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.028	0.027	0.003	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.005	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

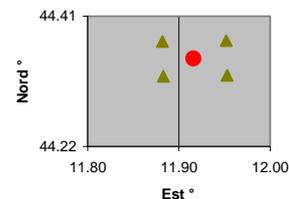
Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
4.930	6.720	0.985

VALUTAZIONE PARAMETRI SISMICI DEL SITO
CON RIFERIMENTO AL PROGETTO
SECONDO DECRETO MINISTERIALE DEL 14-01-2008



Ubicazione del sito

Comune Faenza
 Località via Monte Sant'Andrea
 Google Earth (WSG84) NTC2008 (ED50)
 Longitudine (° decimali) **11.9141** **11.9159**
 Latitudine (° decimali) **44.3485** **44.3495**



I 4 nodi del reticolo di riferimento per l'azione sismica intorno il punto di interesse

ID	Distanza al punta di interesse di (m)	Longitudine	Latitudine
17404	3.831	11.882	44.374
17626	3.858	11.883	44.324
17627	4.016	11.953	44.325
17405	4.033	11.952	44.375

Tipi di Costruzione			
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	< = 10	50
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	> = 50	
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali ed dighe di grande dimensioni o di importanza strategica	> = 100	

Classe d'uso		Coefficiente Cu	Progetto Coefficiente Cu
1	Occasionali presenza di persone	0.7	1
2	Normali affollamenti	1	
3	Affollamenti significativi	1.5	
4	Edifici con funzioni pubbliche o strategiche importanti	2	

Periodo di riferimento per l'azione sismica $V_r = V_n * C_u = 50$ anni

Stati Limiti		Probabilità di superamento nel periodo di riferimento $V_r = 50$ anni P_{vr}	Periodo di ritorno dell'azione sismica T_r (anni)
SLO	Stato Limite di Operatività	81%	30
SLD	Stato Limite di Danno	63%	50
SLV	Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%	475
SLC	Stato Limite di prevenzione del Colasso	5%	975

Valori sismici Decreto Ministeriale 14-01-2008

	a_g (m/sec ²)	a_g/g	Fo	Tc*
1. Stato Limite di Operatività	0.614	0.063	2.430	0.260
2. Stato Limite di Danno	0.783	0.080	2.412	0.270
3. Stato Limite di salvaguardia della Vita	1.950	0.199	2.405	0.307
4. Stato Limite di prevenzione del Colasso	2.478	0.253	2.445	0.320

Valori sismici DELIBERA 112 del 2007 REGIONE EMILIA-ROMAGNA

Per periodo di ritorno = 475 anni in comune di	a_g (m/sec ²)	a_g/g	M
Faenza	2.011	0.205	5.663

Valori applicati	a_g	a_g/g	Fo	TC*
3. Stato Limite di salvaguardia della Vita	1.950	0.199	2.405	0.307

TIPO DI SUOLO STIMATO
C

ACCELERAZIONE ED AMPLIFICAZIONE D.M. 14-01-2008

Stato Limite di salvaguardia della Vita $T_r = 475$

Accelerazione massima al substrato sismico	amax al substrato sismico	1.95 m/sec ²	0.199 g
Amplificazione per tipo di suolo	C	Ss	1.41
Amplificazione topografica		ST	1.00
S totale		Ss * ST	1.41
Accelerazione massima in superficie	amax in superficie	2.755 m/sec ²	0.281 g
ξ (%) coefficiente di smorzamento viscoso	5	fattore η	1.00

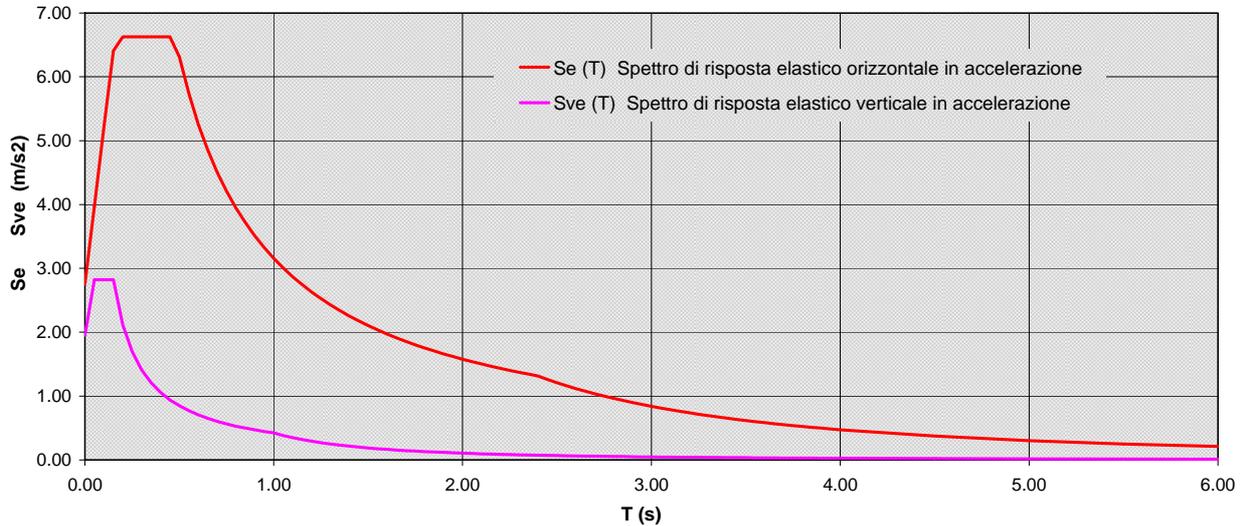
PERIODI DI SEPARAZIONI DEI RAMI DELLO SPETTRO

Tipo di suolo	C	ORIZZONTALE	VERTICALE
Tb		0.16	0.05
Tc		0.48	0.15
Td		2.39	1.00
Te		6.00	
Tf		10.00	

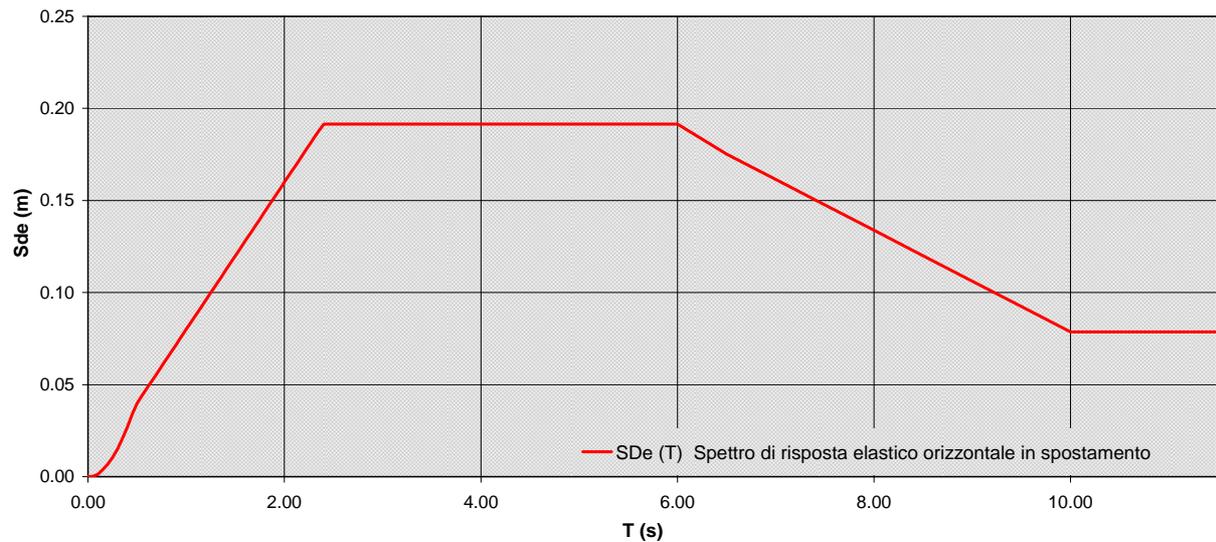
PARAMETRI DI PICCO

Accelerazione orizzontale massima	ag	2.755 m/sec ²
Velocità orizzontale massima	vg	0.21 m/sec
Spostamento orizzontale massimo	dg	0.08 m

Spettro di risposta elastico allo Stato Limite di salvaguardia della Vita in accelerazione (m/sec²)



Spettro di risposta elastico allo Stato Limite di salvaguardia della Vita in spostamento (m)



8.2 Liquefazione

Una sollecitazione sismica provoca una messa in accelerazione delle particelle del suolo che possono determinare liquefazione e/o modificazioni topografiche dell'area.

Ciò avviene in misura maggiore per quei terreni incoerenti poiché i granuli sottoposti a vibrazione perdono resistenza di attrito e quindi vengono favoriti fenomeni di scorrimento con assestamenti e rifluimenti, con possibili processi di liquefazione in caso di terreni saturi di acqua.

La coesione conserva invece la sua efficacia, indipendentemente dalla vibrazione; quindi i terreni coerenti presentano, praticamente, inalterata la resistenza alle azioni taglianti rapide e con essi sono più rari cedimenti delle opere per assestamenti e rifluimenti generati da azioni dinamiche quali quelle sismiche.

Considerando che le indagini realizzate nella zona hanno evidenziato la presenza ubiquitaria di terreni di natura argillosa fino a -20 m dal piano di campagna, si esclude già a priori che possano manifestarsi fenomeni di liquefazione nell'area in esame.

Considerando poi che i terreni argillosi limosi presentano una consistenza media, si può a priori escludere che si manifestino cedimenti post-sisma per i terreni coesivi.

Infine si osserva che la magnitudo momento per un sisma di progetto e per il sito in esame risulta inferiore al valore di $M=5$ ($M=4.93$) limite per cui le energie sono tali da poter indurre eventuali fenomeni di liquefazione.

9. CONSIDERAZIONE GEOTECNICHE

9.1 Metodo utilizzato per la valutazione dei parametri geotecnici caratteristici

Un aspetto essenziale del metodo degli stati limite riguarda la scelta dei parametri da introdurre nel modello di calcolo. Relativamente ai calcoli geotecnici con il criterio degli stati limite si devono considerare nelle relazioni i parametri caratteristici.

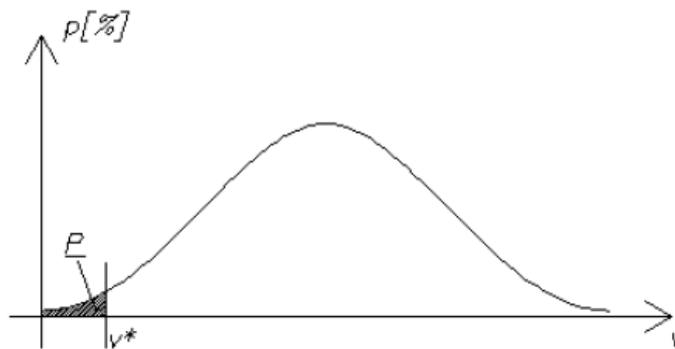
In base all'EC7, al punto 2.4.5.2.2(P), il valore caratteristico di un parametro geotecnico sarà scelto come una stima cautelativa del valore di influenza all'insorgere dello stato limite.

Da ciò discende:

- *Stima cautelativa*: si tratta di una stima che deve essere a favore della sicurezza. Cioè si deve tenere conto dell'incertezza esistente in geotecnica dovuta alla notevole variabilità delle proprietà dei depositi nonché all'incertezza dovuta alle informazioni non complete generalmente a disposizione tramite prove in situ e di laboratorio;
- *Valore che influenza l'insorgere dello stato limite*: il valore caratteristico è in funzione dello stato limite considerato, ad esempio la rottura al collasso verticale della fondazione. Si osserva che se invece della rottura al collasso verticale, esaminiamo la rottura allo slittamento, il valore del parametro geotecnico sarà generalmente diverso.

L'unica metodologia delineata dall'EC7 per la definizione dei valori caratteristici è di natura statistica, anche se questa non è resa obbligatoria, cioè non deve necessariamente essere adottata dai singoli stati membri.

Nel caso specifico utilizzando il metodo statistico il valore caratteristico di un particolare parametro di calcolo è definito come quel valore al quale è associato una determinata probabilità di non superamento.



Densità di probabilità p

Osservando la sopra riportata figura si rileva che P è la probabilità di non superamento della variabile v connessa al valore v^* (valore caratteristico cercato se $P=5\%$). v^* viene quindi calcolato imponendo che l'area P sia uguale a 5%.

In particolare in funzione del volume di terreno coinvolto nello stato limite considerato si possono presentare le seguenti situazioni:

1. Elevati volumi di terreno;
2. Piccoli volumi di terreno.

1. Elevati volumi di terreno

Quando la zona di influenza coinvolge elevati volumi di terreno bisogna selezionare un 5° percentile della distribuzione media.

$$x_k = \bar{x} \pm t_{n-1}^{0.95} \left(\frac{s}{\sqrt{n-1}} \right)$$

Dove:

- x_k = valore caratteristico desiderato
- \bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione
- t = valore della distribuzione di student ad n-1 gradi di libertà con probabilità u=95% (ossia $1-\alpha=0.95$ o alternativamente, $\alpha=0.05$)
- s = deviazione standard del campione
- n = numero di dati

2. Piccoli volumi di terreno

Nel caso che la rottura sia locale, ossia interessi volumi relativamente piccoli del terreno, la formula da applicare è la seguente.

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \cdot s \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot s$$

Dove:

- x_k = valore caratteristico desiderato
- \bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione
- z = distribuzione normale standardizzata
- s = deviazione standard del campione

3. Campioni di scarsa numerosità

Per campioni di scarsa numerosità è possibile utilizzare anche la più generica equazione di Schneider, che offre la seguente formula semplificata:

$$x_k = \bar{x} * 1 - \frac{COV}{2}$$

Dove:

- x_k = valore caratteristico desiderato
- \bar{x} = valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione
- COV = covarianza

Diversi autori propongono valori di covarianza per i vari parametri geotecnici Shneider (1997)

Angolo di attrito = 10%
Coesione = 40%
Modulo di comprimibilità = 40%

Phoon et al. 1995

Peso di volume naturale = 7%
Valore di q_c (MPa) per sabbie = 38%
Valore di q_c (MPa) per argille limose = 27%
Valore di q_T (MPa) per argille = 8%
Densità relativa (%) per sabbie = 10-40%

9.2 Valutazione dei parametri geotecnici caratteristici

Nel caso in esame, in base alla tipologia di edifici previsti nella lottizzazione, si ipotizza: Fondazioni a plinti con larghezza di circa 3 metri poste alla profondità di circa 1.5 metri;

Si evidenzia che in base alle indagini geognostiche eseguite, per le verifiche delle resistenze, si può schematizzare il sottosuolo considerando comportamento coesivo, scegliendo parametri in condizioni non drenate.

Nel caso specifico si è fatto riferimento alla prova penetrometrica CPT 1 realizzata nel 1998 per l'ampliamento del capannone.

Parametro per fondazioni superficiali (Larghezza: B=3 m, profondità: -1.0 m dal p.c.)		Valori Caratteristici
ANGOLO DI ATTRITTO	ϕ	-
COESIONE DRENATA	C'	-
COESIONE NON DRENATA	C_u	0.6÷0.7 daN/cm ²
ANGOLO DI ATTRITTO A VOLUME COSTANTE	ϕ_{cv}	-
COEFFICIENTE DI POISSON	σ	0.35÷0.4
MODULO ELASTICO	E	160÷210 daN/cm ²
Ki DI WINKLER VERTICALE PER PIASTRA 30 CM	K_i	2÷3 daN/cm ²
Kw DI WINKLER VERTICALE PER FONDAZIONE B = 3.0 m	K_w	0.8÷1 daN/cm ²
DENSITA' DEL TERRENO	γ	1900 daN/m ³
DENSITA' SECCO DEL TERRENO	γ_d	1300 daN/m ³

Tali valori caratteristici della coesione non drenata potranno essere applicati in prima approssimazione per la valutazione delle resistenze del terreno di fondazione ai carichi verticali agli SLU, per le due tipologie di fondazione ipotizzate, una volta note le caratteristiche dello specifico edificio in progetto.

Più precise valutazioni geotecniche dovranno essere eseguite in fase di definizione dei progetti definitivi ed esecutivi sulla base delle indagini specifiche, da integrarsi con quelle eseguite per questa relazione, ed alle caratteristiche strutturali dell' opera in progetto.

9.1.2 Parametri geotecnici caratteristici delle unità litostratigrafiche del sito indagato

Si valutano i parametri geotecnici caratteristici delle varie unità litostratigrafiche.

I parametri rappresentano una stima cautelativa rispetto a quanto emerso dal confronto tra le varie prove penetrometriche eseguite nell'area di interesse.

Unità litostratigrafica	Profondità di base dello strato considerato	Spessore	Litologia prevalente	Peso unità di volume naturale	Densità relativa	Angolo di attrito a rottura drenata	Angolo di attrito a rottura a volume costante	Coesione drenata	Coesione non drenata	Modulo di elasticità	Coefficiente di Poisson	Modulo edometrico	Grado di sovraconsolidazione
	m da p.c.	m		γ (kN/mc)	Dr (%)	ϕ' (°)	ϕ_{cv} (°)	c' (kPa)	cu (kPa)	E (MPa)	ν	M (MPa)	OCR
A**	1.5	1.5	AL	18	-	20	-	20÷30	30÷50	16÷18	0.35	4÷5	5÷6
B	18	16.5	LA-AL	19	-	22÷24	-	20÷30	60÷80	30÷60	0.4	5÷6	2÷3

A = argilla; L = limo; S = sabbia G = Ghiaia
Note: ** strato alterato, valori geotecnici da prendere con cautela

Per la valutazione dei cedimenti, nel caso specifico, si è fatto opportunamente riferimento ai valori medi del modulo edometrico (M) ricavato per ogni strato omogeneo risultante dall'interpretazione dei grafici.

9.3 Valutazione degli Stati Limite Ultimi (SLU)

In base alle NTC 2008 le valutazioni geotecniche delle SLU non possono più essere esemplificative, come per le precedenti normative.

Infatti per una corretta valutazione delle resistenze devono essere note le caratteristiche della struttura: massa, altezza, tipologia strutturale, duttilità etc.

Eseguire valutazioni di resistenza, ad esempio ai carichi verticali, senza sufficienti conoscenze del progetto, potrebbe risultare fuorviante e determinare considerazioni non appropriate alla situazione geotecnica in sito.

Pertanto, in attesa di specifiche istruzioni da parte delle amministrazioni preposte, in questa fase di progettazione della lottizzazione, cercando la coerenza con le relazioni geologiche e geotecniche ante NTC 2008, si procede alla valutazione del collasso al carico limite (N_{lim}) in condizioni *esclusivamente statiche*, senza tenere conto delle azioni del sisma.

Nel caso specifico si ipotizza una fondazione a plinto con larghezza di 3 metri, con incastro terreno-fondazione di 1 metro.

Per i parametri geotecnici, in condizioni non drenate, si utilizzano quelli caratteristici precedentemente ricavati.

Utilizzando i seguenti dati, ipotesi fondazione a plinti (esclusivamente condizioni statiche)

VALUTAZIONE DEL CARICO DI ROTTURA IN TERRENO OMOGENEO

Per la verifica del carico di rottura (Q_r) si applica la formula di Terzaghi:

$$Q_r = N_c * c * s_c * s_k + N_q * g_1' * D + 0.5 * N_g * g_2' * B * s_g = 46.0 \text{ ton/mq}$$

in cui:	N_c	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ	=	5.14	(Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_c = (N_q - 1) * \cotan(\phi)$
	N_q	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ	=	1.00	(Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_q = \tan^2(45 + \phi/2) * e^{(\pi * \tan(\phi))}$
	N_g	fattore di capacità portante dipendente dal ϕ	=	0.00	(Terzaghi, Prandtl & Vesic) $N_g = 2 * (N_q + 1) * \tan(\phi)$
		(fattori calcolati assumendo un angolo di attrito interno effettivo ϕ ed applicando una riduzione per ϕ per l'addensamento del terreno (s_k))	=	0.00	$s_k = 0^\circ$
	s_k	coefficiente di riduzione per addensamento basso	=	1.00	(1.0 per terreni molto addensati; 0.67 per terreni poco addensati)
	c	coesione	=	7.00	ton/mq
	g_1'	peso unitario efficace del terreno sopra la fondazione	=	1.90	ton/mc
	g_2'	peso unitario efficace del terreno sotto la fondazione	=	1.00	ton/mc
	D	profondità di posa della fondazione	=	1.50	m
	B	larghezza della fondazione	=	3.00	m
	L	lunghezza della fondazione	=	3.00	m
	s_c	coefficiente di forma della fondazione	=	1.20	(1.0 per nastriformi; 1.2 per quadrate e circolari)
	s_g	coefficiente di forma della fondazione	=	0.80	(1.0 per nastriformi; 0.8 per quadrate; 0.6 per circolari)

Applicando un fattore di sicurezza uguale a tre da applicare al carico di rottura (Q_r), come prescritto del D.M.LL.PP. dell' 11-03-1988 si ottiene un carico ammissibile di:

$$Q_a = Q_r / 2.3 = 20.0 \text{ ton/mq} = 2.00 \text{ daN/cmq} = 200 \text{ kPa}$$

Risultati

Risolvendo il metodo sopra enunciato sulla base dei dati sopra elencati si può affermare che il carico limite di una fondazione siffatta nelle condizioni sopra descritte è pari a:

$$N_{lim} = 460 \text{ [kPa]}$$

$$R_d = 200 \text{ [kPa]}$$

9.4 Valutazione dello Stato Limite di Esercizio (SLE) – deformazioni irreversibili

Al fine di valutare in prima analisi l'entità delle deformazioni irreversibili delle prevedibili strutture della lottizzazione, si esegue la verifica dei cedimenti ipotizzando una fondazione a plinti di 3x3 m posta a 100 cm dal piano di campagna e con una pressione diffusamente distribuita sul terreno di $Q_{am} = 100 \text{ kPa}$

Per la distribuzione dei carichi in profondità si è fatto uso del metodo di Steinbrenner con soluzione di Ohde, considerando una superficie di carico priva di rigidità e uniformemente caricata. Mentre i relativi assestamenti del terreno sono stati verificati applicando la teoria dei cedimenti a tempo infinito e all'80% del costipamento dei pori.

Per la $\Sigma s = \Sigma(\Delta h \cdot m_v \cdot \Delta p)$

con

s = entità del cedimento (cm)

Δh = spessore del terreno sottoposto al calcolo (cm)

Δp = carico agente sullo spessore considerato (Kg/cmq)

m_v = coefficiente di compressibilità volumetrica (cmq/Kg)

si ottengono i risultati riportati nelle tabelle allegate: i cedimenti ottenuti dai calcoli risultano compatibili con le prevedibili tipologie di fabbricati della lottizzazione in progetto.

Considerazioni più precise potranno in ogni caso essere eseguite alla luce di indagini specifiche sul sito di progetto ed in base alla effettiva tipologia di fabbricato in progetto.

	FONDAZIONE A PLINTI	
Località: Via Monte Sant'Andrea	LARG. FONDAZIONE (m)	3.00
Comune: Faenza	LUNGH. FONDAZIONE (m)	3.00
Cantiere: Granfrutta Zani	PROF. DELLA FONDAZIONE: (m)	1.50
	CARICO APPLICATO: KN/mq	100.00

CPTE N. 1		COEFFICIENTE	MODULO	CARICHI APPLICATI	CEDIMENTI DEI	TOTALE
PROFONDITA' STRATI		DI	CONFINATO	ALLE DIVERSE	SINGOLI	DEI
(m)		COMPRESSIBILITA'	DRENATO	PROFONDITA'	SPESSORI	CEDIMENTI
		mv	M	p	s	Σs
		(mq/MN)	(MPa)	(MPa)	(cm)	(cm)
da	1.50 a 3.00	0.2083	4.80	0.093	2.91	5.29
da	3.00 a 8.00	0.1667	6.00	0.022	1.81	2.39
da	8.00 a 18.00	0.1818	5.50	0.003	0.57	0.57

Si consideri che i valori così come calcolati risultano maggiori rispetto a quelli che realmente dovrebbero manifestarsi. Secondo diversi autori i cedimenti reali dovrebbero risultare compresi tra una metà ed un quarto di quelli calcolati con il metodo suddetto. Pertanto i cedimenti attesi risultano i seguenti:

PROVA N.	CEDIMENTO CALCOLA*	CEDIMENTO ATTESO
	S=cm	S/4 = cm
CPTE N.1	5.29	1.32

10. CONCLUSIONI

L'area oggetto dell'indagine è caratterizzata da un morfotipo antropico, si trova nella zona agricola della pianura Faentina e la morfologia è pianeggiante con quote attorno a 18 ÷ 19 m slm.

L'idrografia principale è costituito dalla Scolo Fosso Vecchio che scorre in adiacenza Est dell'area oggetto di variante al PRG e risulta l'impluvio del microbacino idrografico a cui appartiene l'area in esame. Tale scolo è un canale principale di bonifica defluisce nel Canale Destra Reno a Nord di Alfonsine.

L'area non è mai stata soggetta ad allagamenti. Anche l'evento estremo del 1996 non ha determinato allagamenti dell'area in esame.

La falda idrica nell'area di progetto presenta mediamente un livello statico compreso tra di -2.0 m e -13.0 m dal p.c..

La presenza di un livello di falda prossimo al p.c. impone all'atto della progettazione esecutiva dei fabbricati di considerare tutte quelle opere necessarie ad evitare allagamenti di eventuali scantinati e risalita capillare lungo le murature.

A grandi linee, i terreni dell'area indagata sono costituiti prevalentemente da terreni limoso-argillosi a consistenza media fino a circa 25 m dal piano di campagna. Da tale profondità iniziano i terreni granulari appartenenti alla conoide distale del F. Lamone.

In base al Piano Stralcio di Bacino di T. Senio l'area oggetto di variante al PRG non ricade in zona perimetrata. In base a tale Piano l'area è soggetto all'art. 20 relativo alle prestazioni del territorio in merito all'invarianza idraulica.

In base alle NTC 2008 l'area di interesse presenta un valore di $a_g/g = 0.199$, con un substrato appartenente alla categoria di suolo C. Risulta un coefficiente di amplificazione sismica per tipo di suolo $S=1.41$ ed, essendo in zona pianeggiante, il coefficiente di amplificazione morfologico risulta $S_T = 1$, quindi con accelerazione massima al suolo risulterà di $a_{max}=0.281g$.

Considerando la presenza di terreni coesivi fino a -20 m dal piano di campagna, si esclude a priori la possibilità che si verificano fenomeni di liquefazione del substrato in esame.

Le frequenze fondamentali di risonanza del substrato del sito in esame, di interesse per l'ingegneria, risultano pari a

Frequenza (f=Hz)	Periodo (T=sec)
0.95	1.05
9	0.11

Le strutture di progetto dovranno avere frequenze diverse al fine di evitare pericolosi fenomeni di risonanza.

Per l'area di lottizzazione in esame non risultano significative differenziazioni areali relativamente alle caratteristiche geologiche, sismiche e geotecniche, risultando nel complesso uniforme ai fini del progetto di lottizzazione.

I cedimenti in condizioni statiche valutati ipotizzando una generica fondazione a plinti risultano nel complesso accettabili per le prevedibili strutture di progetto.

Alla luce delle indagini e delle valutazioni sopra esposte, si ammette l'idoneità dell'area di interesse ai fini della fattibilità geologica, sismica e geotecnica per la realizzazione di fabbricati, così come delineati dal progetto di variante al PRG e con le indicazioni riportate nella presente relazione.

Si rammenta che, in ogni caso, il presente studio ha solo carattere di indagine di massima e che, quindi, ogni costruzione dovrà essere corredata da opportuna relazione tecnica a carattere esecutivo, come prescritto dalle Norme Tecniche sulle Costruzioni e dalle relative circolari esplicative che saranno in vigore all'atto degli esecutivi.

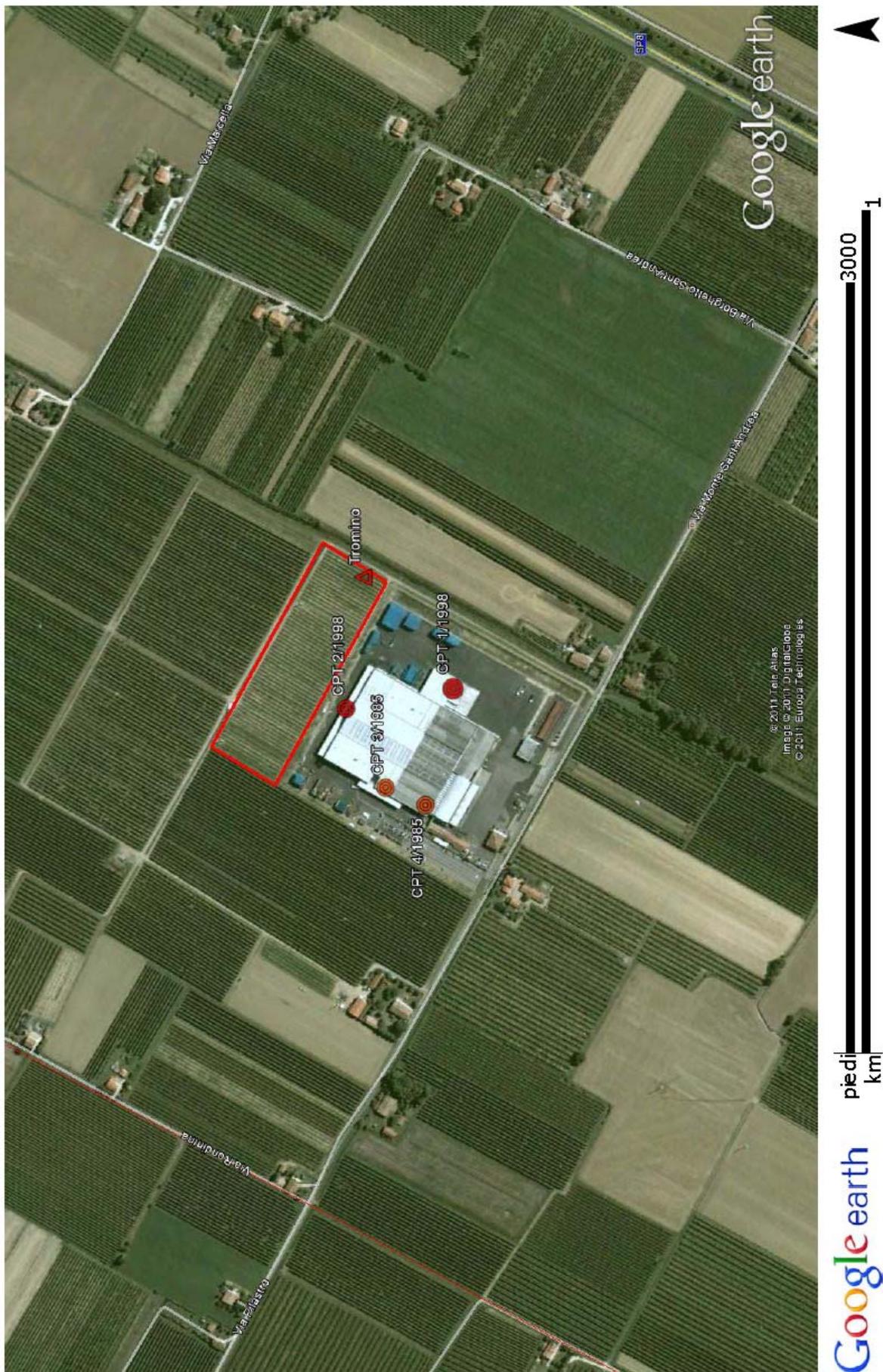
Novembre, 2011



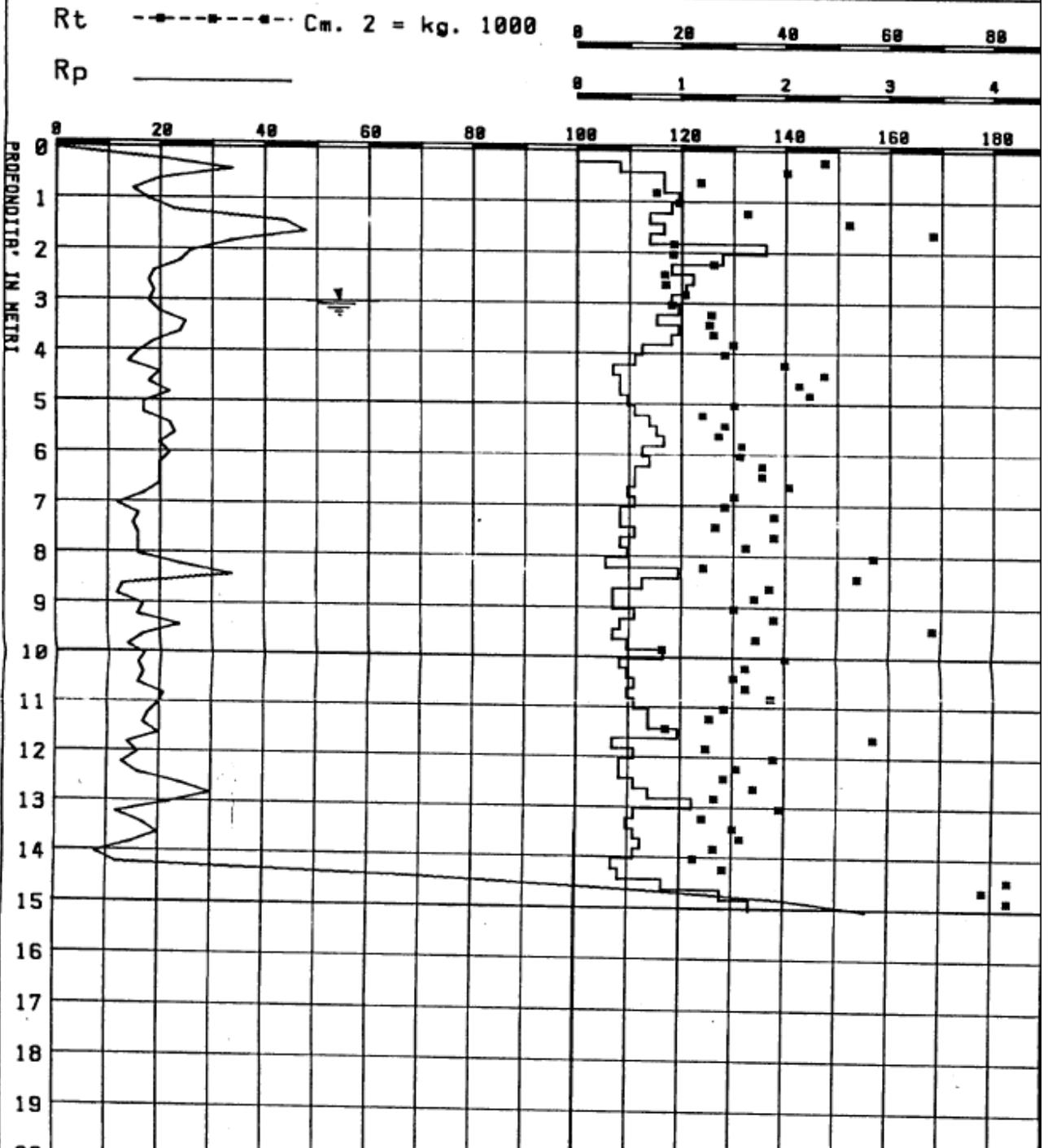
[Handwritten signature in blue ink]

ALLEGATI

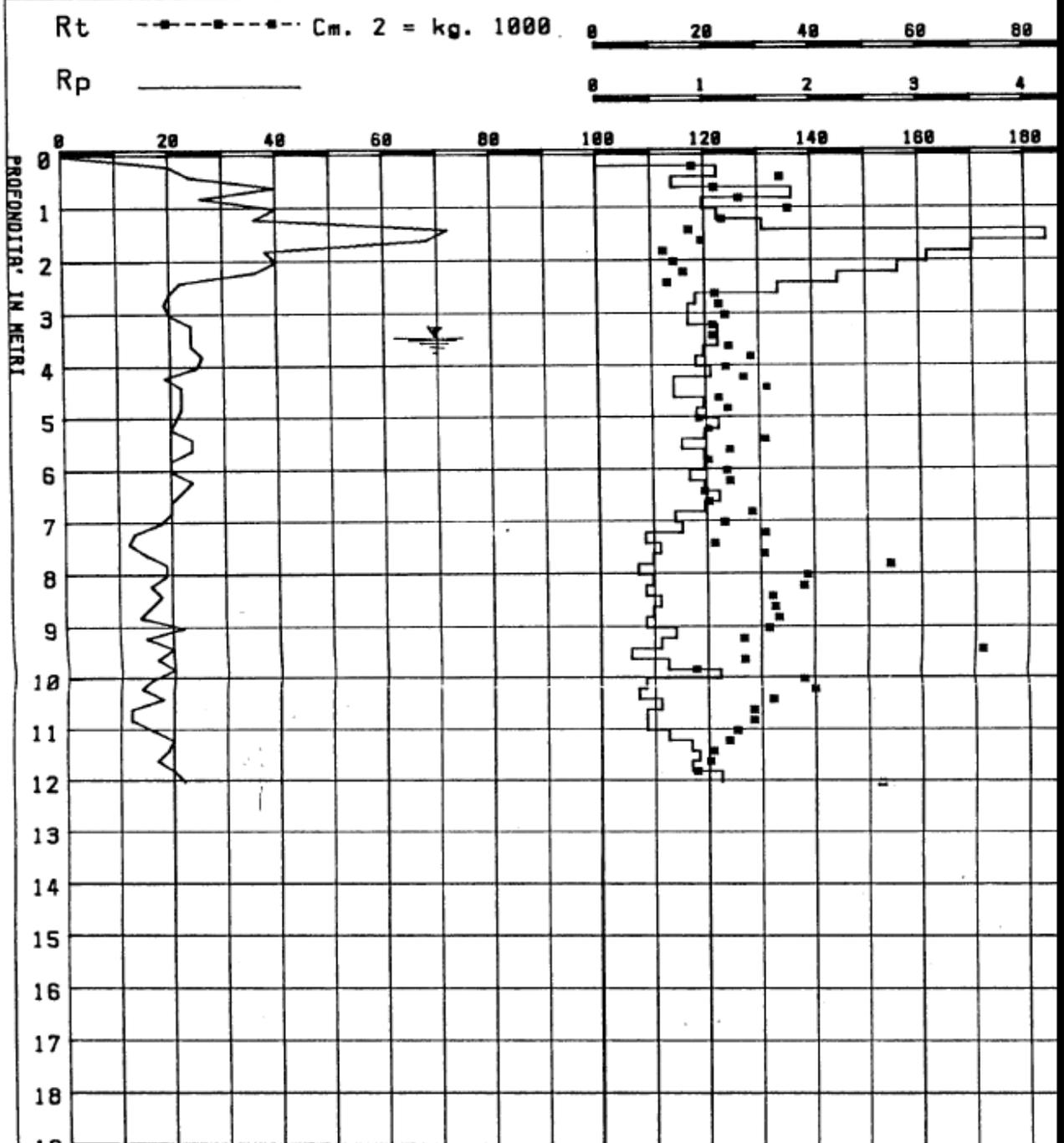
Ubicazione prove realizzate in passato di riferimento per le valutazioni geotecniche



IMPRESA GEOTECNICA Dott. ANGELO ANGELI - C
 COMMITTENTE : F.LLI ZANI - Fondo Ma
 CANTIERE : FAENZA - Via Monte S.
 DATA: 241085 QUOTA: p.c. - LIVELLO AC
 PENETROMETRIA STATICA N. 3 - ATTREZZO :



IMPRESA GEOTECNICA Dott. ANGELO ANGELI -
 COMMITTENTE : F.LLI ZANI - Fondo Ma
 CANTIERE : FAENZA - Via Monte S.
 DATA: 241085 QUOTA: p.c. - LIVELLO AC
 PENETROMETRIA STATICA N. 4 - ATTREZZO :



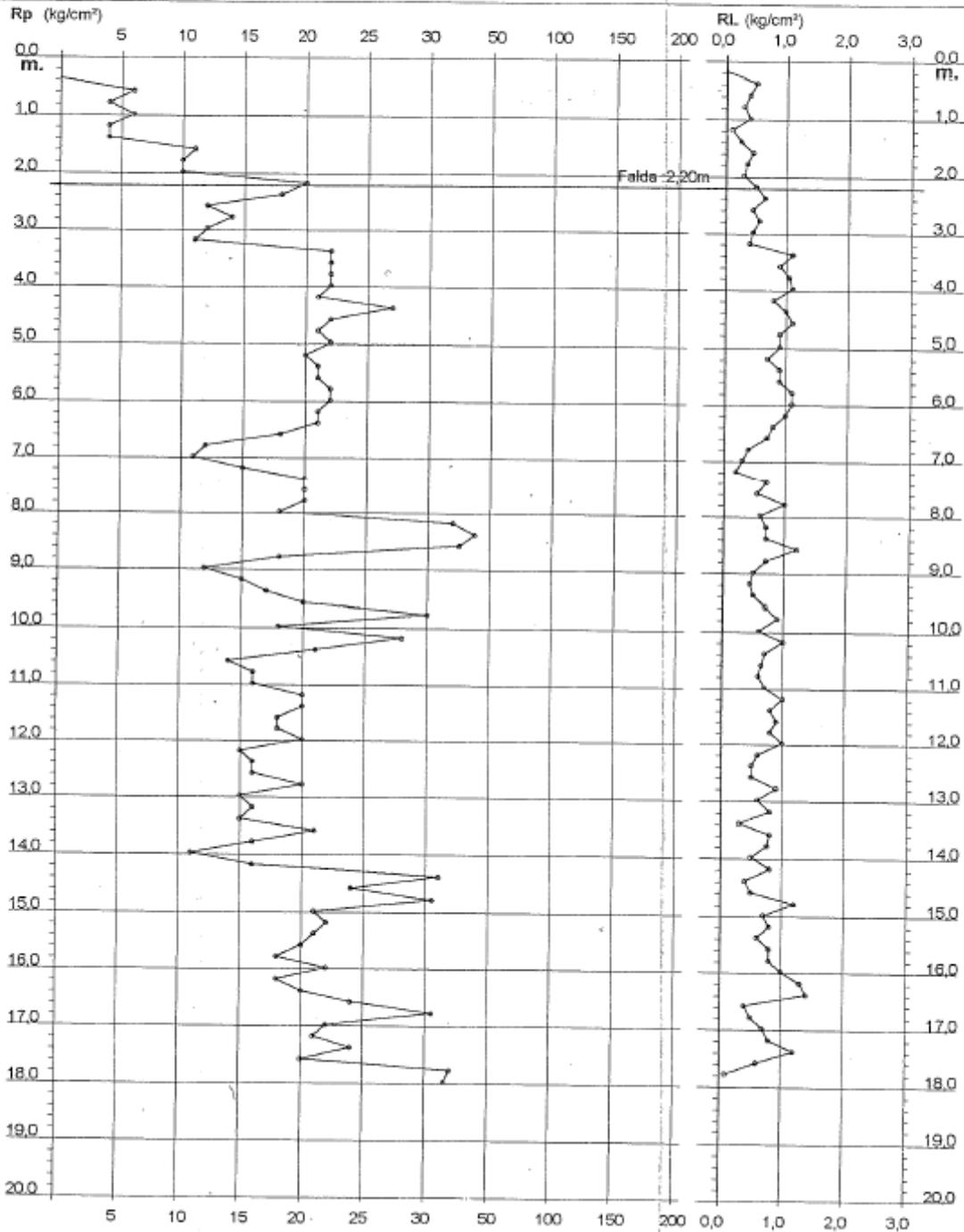
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 1

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.
- lavoro : Variante al P.R.G. Vigente
- località : Granarolo Faentino (Ra)

- data : 13/02/1998
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 2,20 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 100



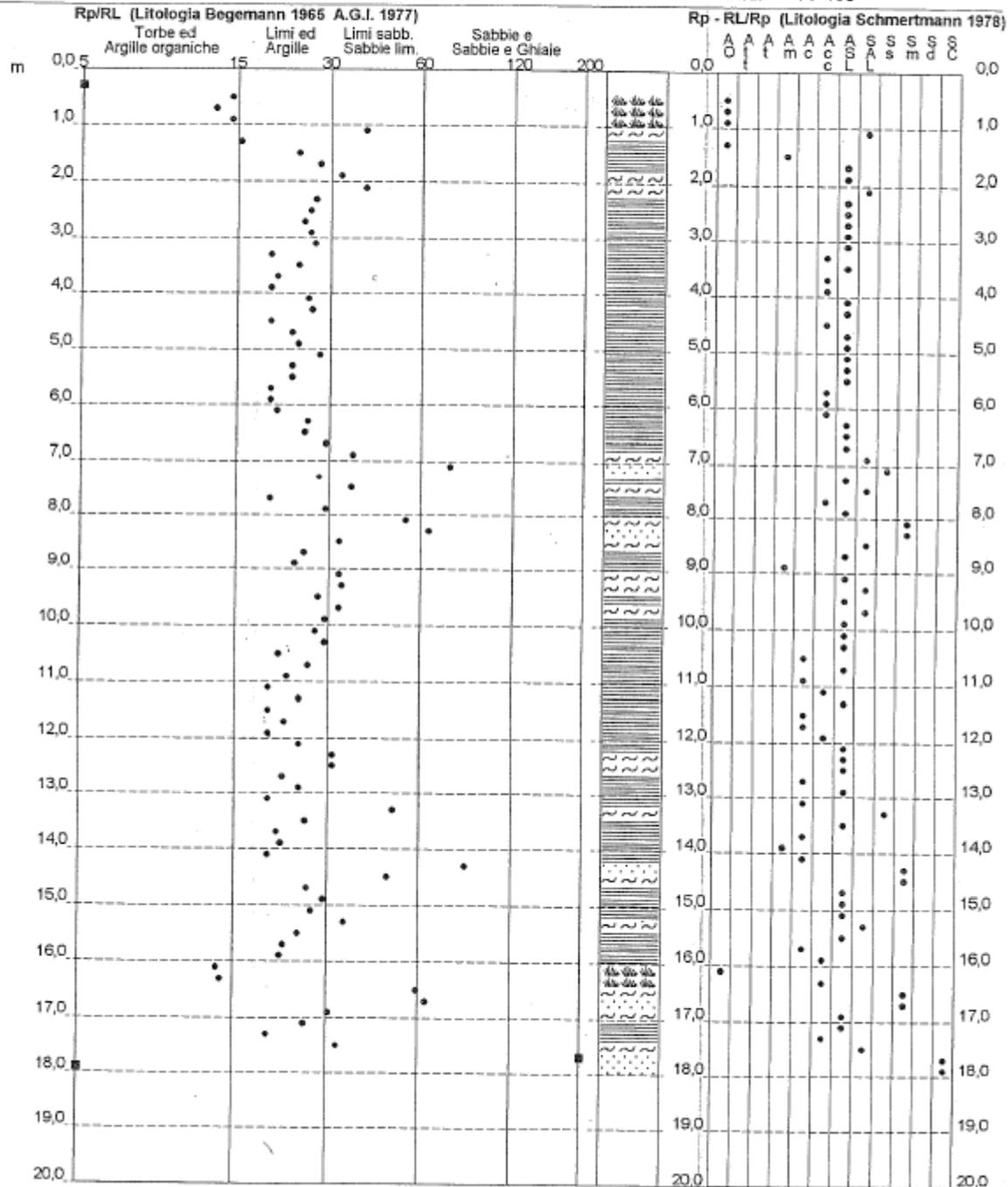
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 1

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.
 - lavoro : Variante al P.R.G. Vigente
 - località : Granarolo Faentino (Ra)
 - note :

- data : 13/02/1998
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 2,20 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 100



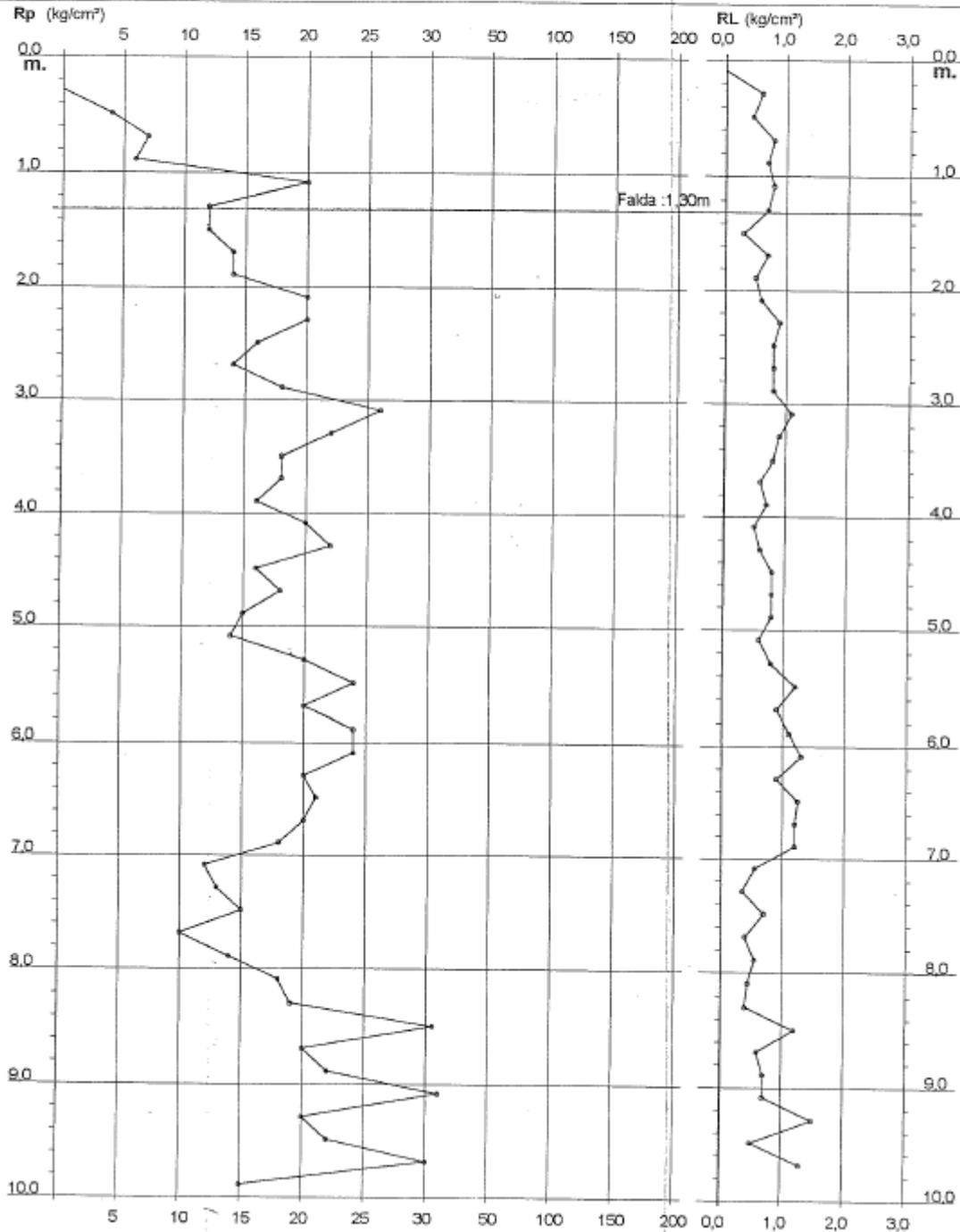
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
DIAGRAMMA DI RESISTENZA**

CPT 2

2.010496-02

- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.
- lavoro : Variante al P.R.G. Vigente
- località : Granarolo Faentino (Ra)

- data : 13/02/1998
- quota inizio : Piano Campagna
- prof. falda : 1,30 m da quota inizio
- scala vert. : 1 : 50



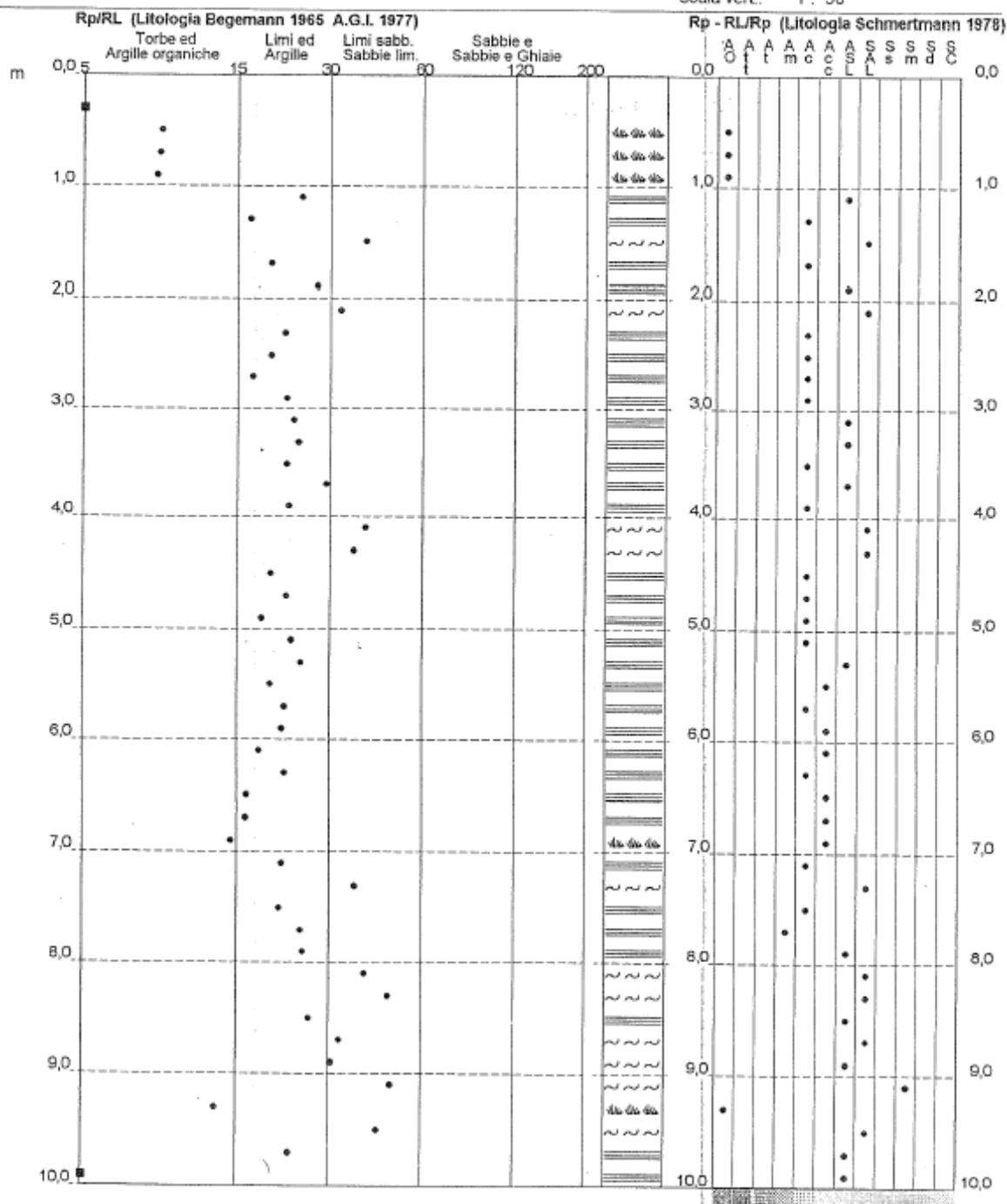
**PROVA PENETROMETRICA STATICA
 VALUTAZIONI LITOLOGICHE**

CPT 2

2.010496-02

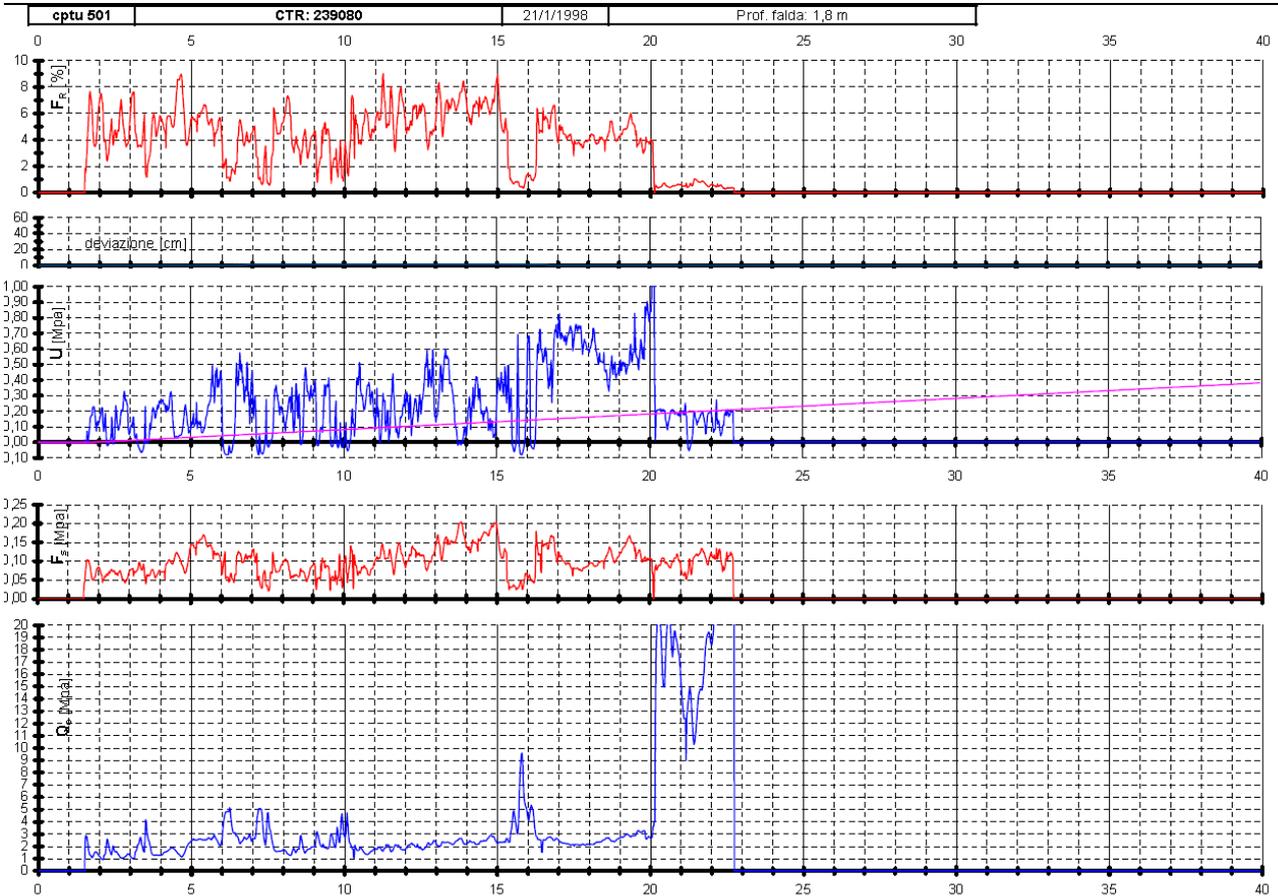
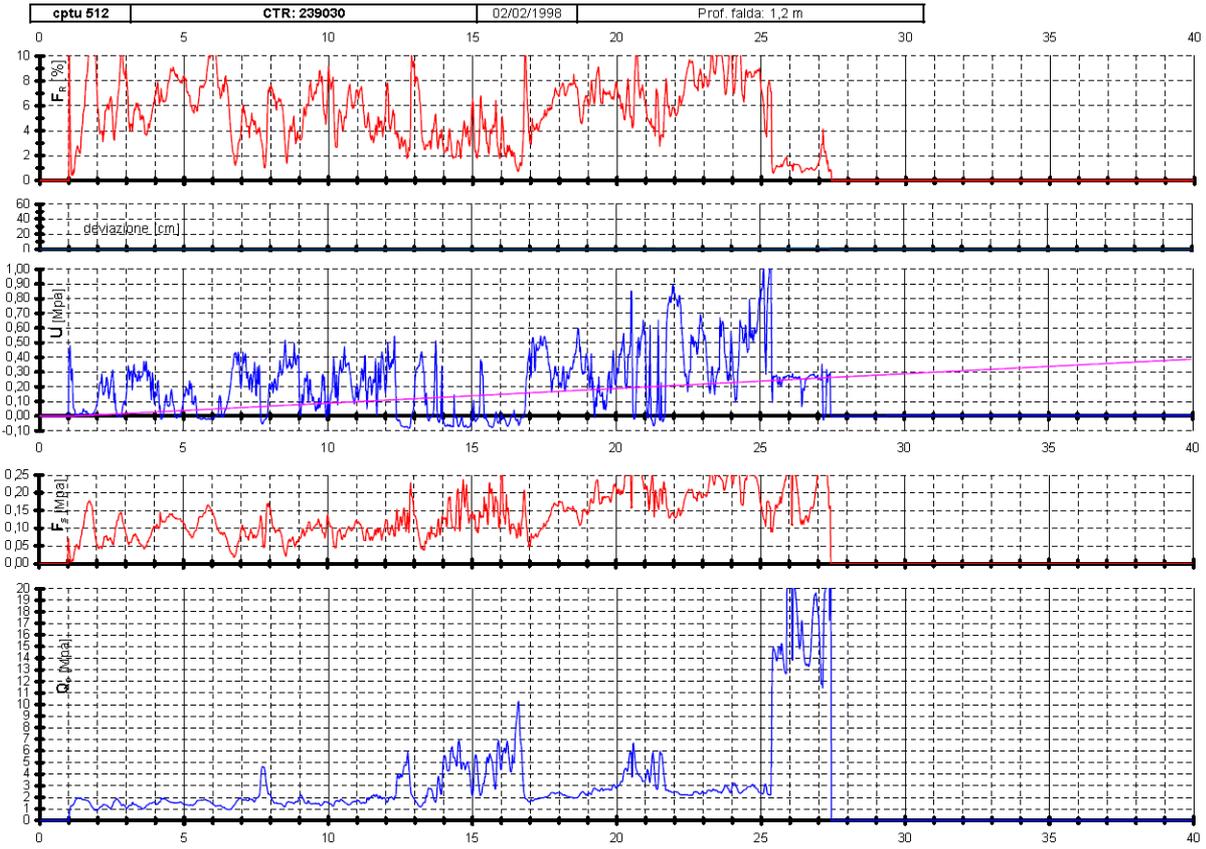
- committente : Granfrutta Zani s.c. a r.l.
 - lavoro : Variante al P.R.G. Vigente
 - località : Granarolo Faentino (Ra)
 - note :

- data : 13/02/1998
 - quota inizio : Piano Campagna
 - prof. falda : 1,30 m da quota inizio
 - scala vert. : 1 : 50



Software by: Dr. D. MERLIN - 0425/840820

Prove di riferimento regionali (vedi stralcio carta geologica allegata)



FAENZA - SANT_ANDREA VIA SANT_ANDREA, GRANFRUTTA ZANI T1

Instrument: TEN-0017/01-07

Start recording: 22/11/11 19:20:41 End recording: 22/11/11 19:34:42

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

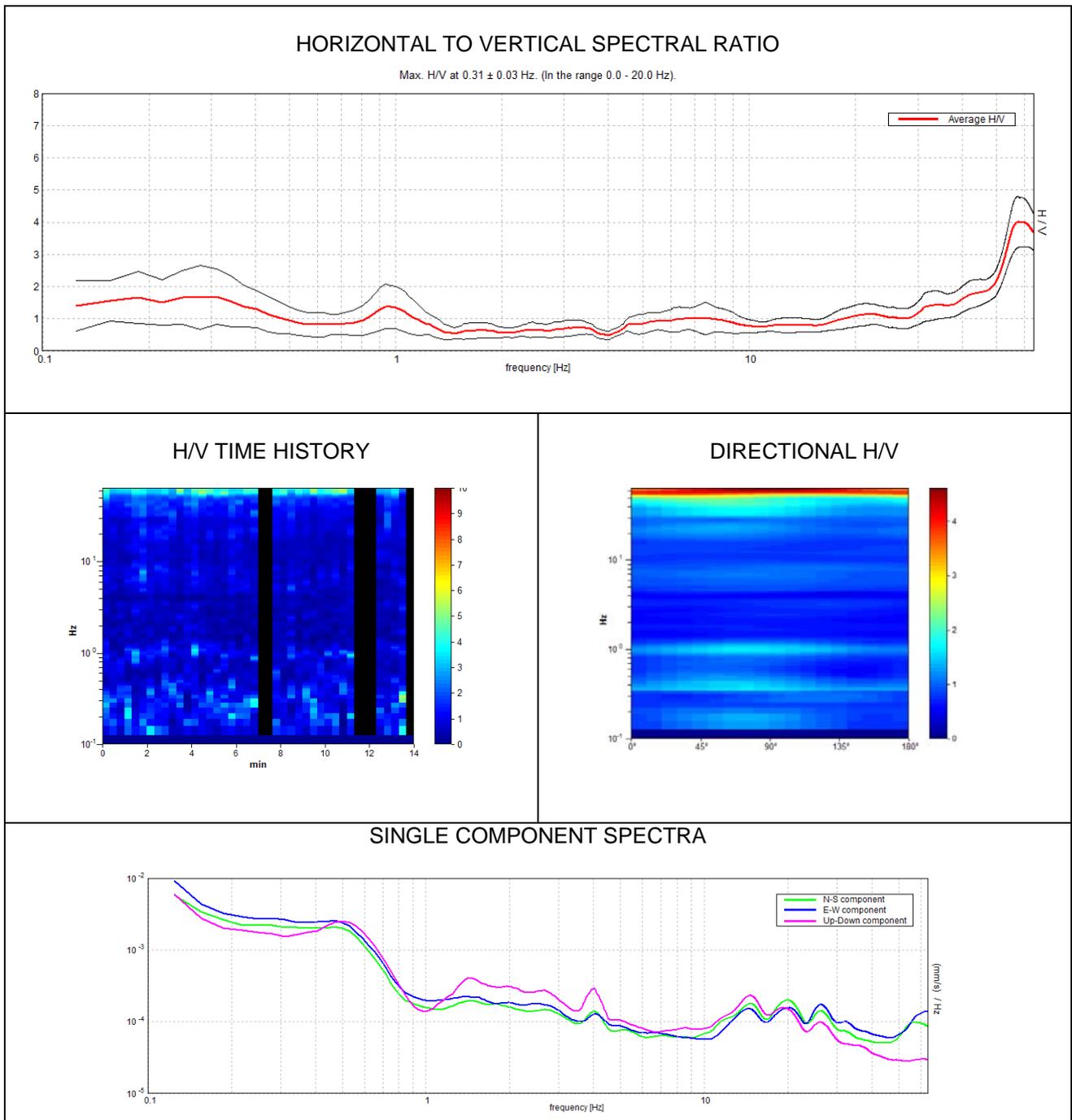
Trace length: 0h14'00". Analyzed 86% trace (manual window selection)

Sampling rate: 128 Hz

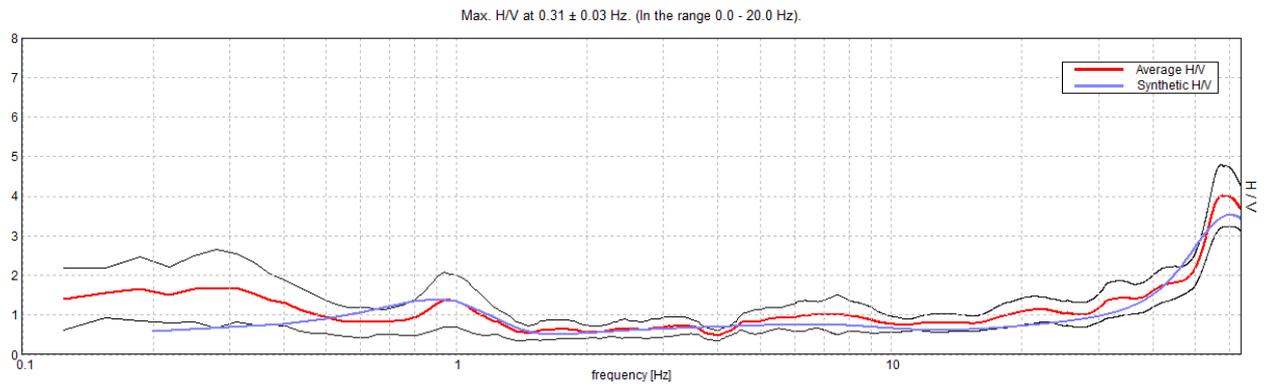
Window size: 20 s

Smoothing type: Triangular window

Smoothing: 10%

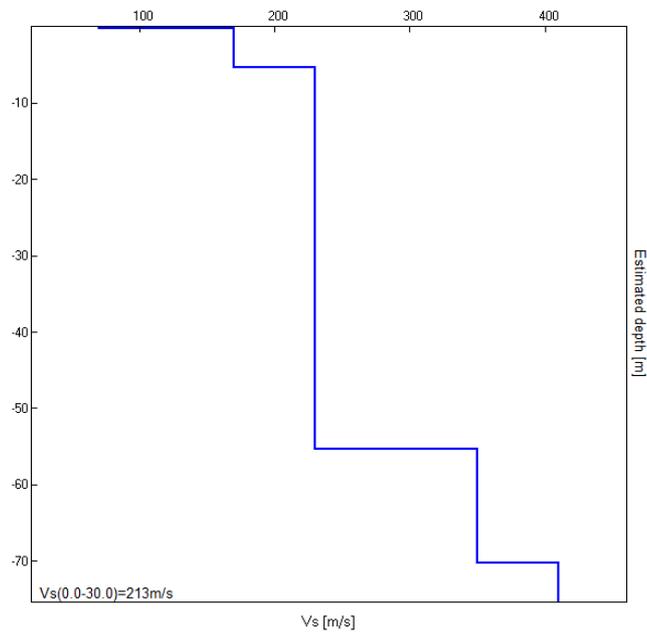


EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
0.30	0.30	70	0.35
5.30	5.00	170	0.35
55.30	50.00	230	0.35
70.30	15.00	350	0.35
inf.	inf.	410	0.35

$V_s(0.0-30.0)=213\text{m/s}$



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

Max. H/V at 0.31 ± 0.03 Hz (in the range 0.0 - 20.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	0.31 > 0.50		NO
$n_c(f_0) > 200$	225.0 > 200	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 16 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	0.094 Hz	OK	
Exists f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$	0.563 Hz	OK	
$A_0 > 2$	1.68 > 2		NO
$f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.05248 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	0.0164 < 0.0625	OK	
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	0.4205 < 2.5	OK	

L_w	window length
n_w	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
f	current frequency
f_0	H/V peak frequency
σ_f	standard deviation of H/V peak frequency
$\varepsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	H/V peak amplitude at frequency f_0
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency f
f^-	frequency between $f_0/4$ and f_0 for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequency between f_0 and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for σ_f and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.2 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20