

COMUNE DI MONTEPRANDONE

REGIONE MARCHE

ASCOLI PICENO



INTERVENTO DI
RECUPERO E
RISANAMENTO
CONSERVATIVO
DELL'ANTICO
LAVATOIO COMUNALE
IN VIA BORGO
DA SOLE A
MONTEPRANDONE

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GEOLOGICA

TAVOLA:

ET.02

SCALA:

DATA:

DIC. 2017

LOGO PROGETTAZIONE



CUBE SRL
SOCIETA' DI INGEGNERIA

SEDE LEGALE - VIA TURATI, 2
63074 SAN BENEDETTO
DEL TRONTO (AP)

TEL - 0735/656774
FAX - 0735/758242
P.IVA - 02 08335 044 3

e-mail: cube@pec.cubeinfo.it
website: www.cubeinfo.it

LOGO COMMITTENTE



I PROGETTISTI:

IL GEOLOGO

GEOL. ALESSANDRO MASCITTI Dott. Geol. Alessandro Mascitti

I COLLABORATORI:


ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE
Alessandro MASCITTI
Geologo Specialista
N. 717
ALBO SEZIONE A

I COMMITTENTI:

COMUNE DI MONTEPRANDONE

VER.	DATA	PROTOCOLLO INTERNO	REDATTO-PROGETTATO	VERIFICATO	ACQUISITO	APPROVATO
1	DATA 1	PROTOCOLLO 1	arch....	ing...	comune ...	comune ...
2	DATA 2	PROTOCOLLO 1	arch....	ing...	comune ...	comune ...
PERCORSO FILE		PERCORSO_FILE				

REGIONE MARCHE

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

COMUNE DI MONTEPRANDONE

Progetto : "Intervento di rifacimento copertura ex Lavatoio Comunale" –
C.da Borgo da Sole, Montepreandone (AP)

Studio Geologico, Geomorfologico, Idrogeologico, Sismico ai sensi delle NTC 2008 e s.m.i., ·D.M. LL.PP. del 11 marzo 1988, · D.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003, ·Eurocodice 7, Eurocodice 8 preliminare

Committenza: Arch. Mirco Assenti - CUBE srl

Data : Ottobre 2017



gae | studio
geology architecture engineering

Via Turati, 2 - San Benedetto del Tronto (AP)

Dott. Geol. Alessandro Mascitti – Ordine dei Geologi Regione Marche Sez. A n° 717

Email : alessandr oascitti@gmail.com - mob. +39.3497545862

ref. 16.2017



INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. UBICAZIONE.....	4
3. ANALISI P.A.I.....	6
4. ANALISI DATABASE CARTOGRAFICO IFFI.....	7
5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	8
5.1 Geologia di dettaglio dell'area.....	8
5.2 Geomorfologia.....	9
5.3 Idrogeologia.....	9
6. INDAGINE GEOGNOSTICA.....	14
6.1 Parametrizzazione geotecnica.....	14
6.2 Ricostruzione Stratigrafica e Parametrizzazione geotecnica.....	14
7. VALUTAZIONI SISMICHE ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ordinario n.30 e s.m.i.....	22
7.1 Analisi del sito e della struttura in progetto.....	22
7.2 Definizione ed analisi con il metodo HVSR : calcolo del VS30 e determinazione della Categoria di Suolo (indagine reperita ed utilizzata in correlazione per il sito in esame).....	24
7.3 Risultati dell'indagine sismica.....	27
7.4 Parametri sismici da Geostru PS.....	28
8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA.....	35
8.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni.....	35
8.2 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti.....	35

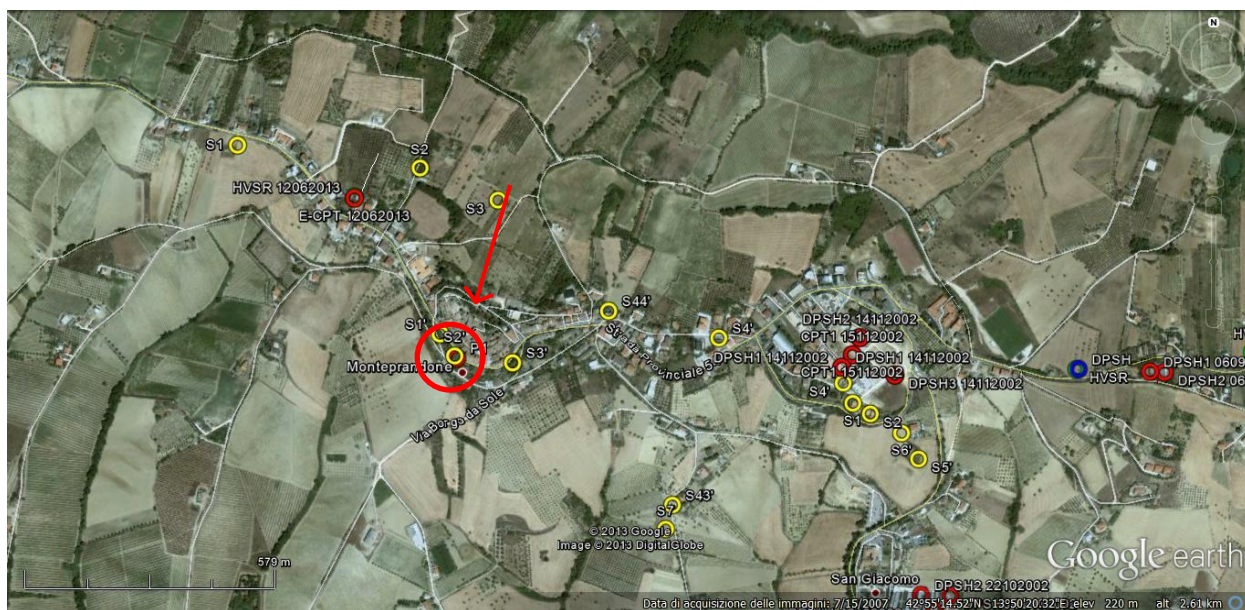
1. PREMESSA

Le presenti considerazioni geologico-tecniche con indicazioni geotecniche e sismiche ai sensi delle NTC 2008 e s.m.i., sono relative alla progettazione relativa ad Interventi di rifacimento della copertura del vecchio lavatoio di Montaprandone – Montepandone (AP), su incarico al sottoscritto da parte della CUBE srl.

Nello specifico il presente elaborato analizzerà il rapporto allegato al progetto sopra menzionato integrandolo con i dati in possesso dello scrivente specie sotto l'aspetto geologico, idrogeologico, geotecnico e sismico.

In particolare si è proceduto attraverso le seguenti fasi :

- Rilevamento ed acquisizione dei dati esistenti;
- Reperimento delle indagini realizzate in zone limitrofe a quella di intervento ritenute significative e rappresentative : prove penetrometriche dinamiche DPSH e statiche CPT, Sondaggi a carotaggio continuo S, prove sismiche HVSR e di tutte le indagini contenute del P.R.G. de Comune di Montaprandone;
- Sintesi dei risultati e caratterizzazione geotecnica di dettaglio;
- Analisi PAI, IFFI e valutazione compatibilità idrogeologica ed idraulica dell'intervento analizzato;
- Valutazioni e parametrizzazione sismica dei luoghi ai sensi del D.M. 14.01.2008 con determinazione del Vs30, frequenza di risonanza del sito, parametri sismici.



Le presenti considerazioni sono in conformità a quanto previsto dal D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione" e delle NTC 2008 e s.m.i..

Riferimenti di legge

- LEGGE del 18 maggio 1989, n. 183: *Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo Art.3; Art.17 commi 4/6-ter lett. b), c), d), f), l), m); Art.20 comma 2; Art.21 e segg.;*
- Parte III - Legge Regionale del 25 maggio 1999, n. 13 : *Disciplina regionale della difesa del suolo Artt. 11, 13;*
- Parte IV – Legge del 11 Dicembre 2000, n. 365 : *Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonché a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamità idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000; Artt.1/1-bis commi 3, 4, 5.D.M. LL.PP. 3 Marzo 1975: Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- D.M. LL.PP. del 11 marzo 1988: *Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;*
- Circolare Ministero LL.PP. 24 settembre 1988 n. 30483: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;*
- D.M. LL.PP. 9 Gennaio 1996 : *Norme tecniche per le costruzioni delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 9 gennaio 1996 n. 218/24/3: *Legge 2 febbraio 1974, n. 64; D.M. LL.PP. 11 MARZO 1988. Istruzioni applicative per la redazione della relazione geologica e della relazione geotecnica;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche relative ai - Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi -;*
- D.M. LL.PP. 16 Gennaio 1996: *Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;*
- Circolare Ministero LL.PP. 4 luglio 1996 n. 156 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 n. n.252 AA.GG./STC.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -;*
- Circolare Ministero LL.PP. 10 Aprile 1997 n. 65/AA.GG.: *Istruzioni per l'applicazione delle - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996 -.*
- D.P.C.M. 3274 del 20 marzo 2003 : *"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e s.m.i.;*
- D.G.R. n° 1046 del 29 luglio 2003 : *"Individuazione e formazione dell'elenco delle zone sismiche nella Regione Marche".*
- D.M. 14.01.2008 NUOVE *"Norme Tecniche per le Costruzioni"* NTC 2008 e s.m.i..

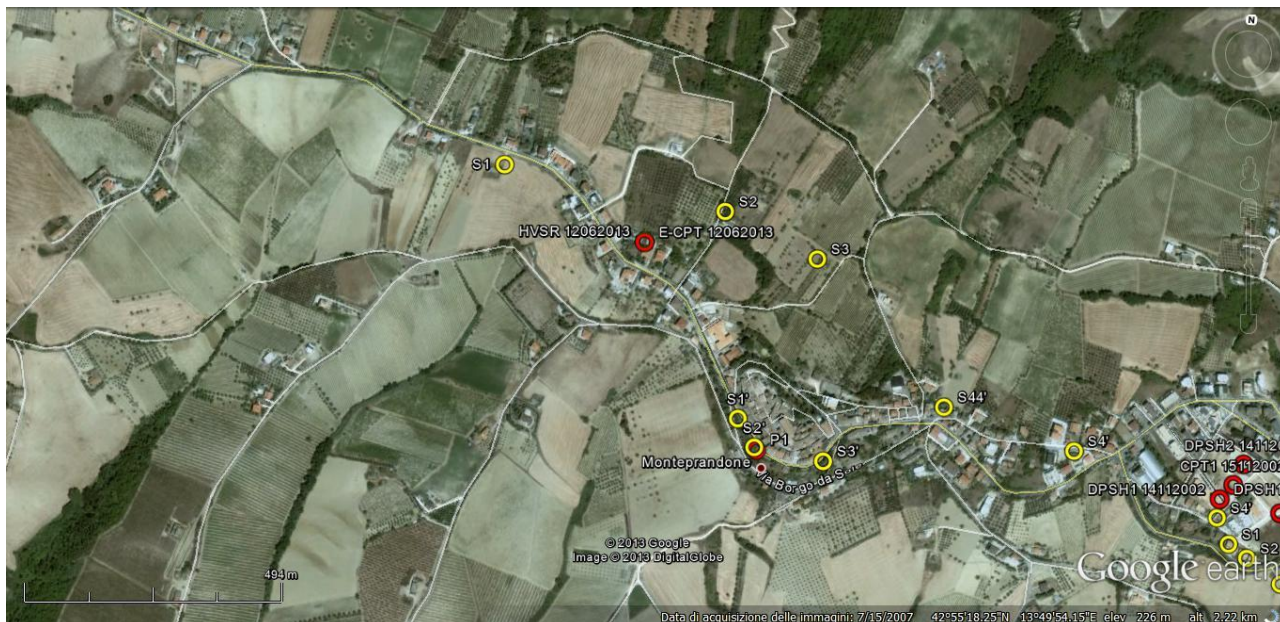
2. UBICAZIONE

L'area in esame è inquadrabile topograficamente sulla tavoletta 1:25000 "SAN BENEDETTO DEL TRONTO" quadrante I° N.E. del Foglio n.° 133 della Carta d'Italia I.G.M. ed ubicabile sulla fascia di crinale dove si sviluppa il centro storico di Montepandone, lungo C.da Borgo da Sole, sul versante Sud di raccordo con la valle alluvionale del fiume Tronto. Sulla Cartografia Tecnica Regionale in scala 1:10'000 l'area ricade nella sezione 327070-327060.



INQUADRAMENTO COROGRAFICO

Immagini satellitari da Google Earth



3. ANALISI P.A.I.





VINCOLI DAL P.A.I. (Piano Interregionale per l'Assetto Idrogeologico) : l'area in studio è contenuta nella tavola grafica - in scala 1:10'000 - **Tavv. nn. 08 sez. 327060** che costituisce uno degli elaborati della "Carta del rischio Idrogeologico del Bacino del Fiume Tronto". La carta del rischio idrogeologico è quindi articolata nel caso specifico per i differenti livelli di pericolosità dei fenomeni esondativi presenti o limitrofi all'area di studio. Dall'esame della cartografia di riferimento del P.A.I. l'area di progetto, oggetto della presente analisi, non è direttamente interessata da fenomeni censiti dal Piano di Assetto Idrogeologico a rischio frana come riportato nello stralcio cartografico allegato.



AREE A RISCHIO FRANA

-  AREE A RISCHIO MODERATO - R1
-  AREE A RISCHIO MEDIO - R2
-  AREE A RISCHIO ELEVATO - R3
-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - R4

AREE A RISCHIO ESONDAZIONE

-  AREE A RISCHIO MODERATO - E1
-  AREE A RISCHIO MEDIO - E2
-  AREE A RISCHIO ELEVATO - E3
-  AREE A RISCHIO MOLTO ELEVATO - E4

 LIMITI AMMINISTRATIVI COMUNALI

4. ANALISI DATABASE CARTOGRAFICO IFFI

Al fine di analizzare ulteriormente nel dettaglio l'area di interesse sotto l'aspetto geomorfologico, si sono consultati i dati messi a disposizione dall'APAT/ISPRA relativi al Progetto IFFI che ha lo scopo di:

- fornire un quadro completo ed aggiornato sulla distribuzione dei fenomeni franosi sull'intero territorio nazionale secondo procedure standardizzate;
- realizzare un Sistema Informativo Territoriale Nazionale contenente tutti i dati sulle frane censite in Italia;
- offrire uno strumento conoscitivo di base per la valutazione della pericolosità e del rischio da frana, per la programmazione degli interventi di difesa del suolo e per la pianificazione territoriale.

Sono stati pertanto analizzati i seguenti prodotti relativi all'I.F.F.I.:

- Banca dati vettoriale, alfanumerica e iconografica;
- Rapporto sulle frane in Italia (Rapporti APAT 78/2007);
- Landslides in Italy – Special Report 2008 (Rapporti ISPRA 83/2008);
- Cartografia online del Progetto IFFI;
- Statistiche nazionali ed elaborazione dati (Annuario dei dati ambientali, APAT);
- Carte tematiche a scala nazionale.

L'analisi di tali dati e del Progetto IFFI ha fornito, per dimensioni, qualità, omogeneità del dato e copertura del territorio, un utile strumento conoscitivo per la valutazione della pericolosità da frana e, più in generale, come supporto alle decisioni da operare in ambito territoriale **per l'area di interesse NON evidenziando in linea con il Piano di Assetto Idrogeologico del f.Tronto fenomeni attivi di scivolamento rotazionale/traslato sull'area di intervento.**

5. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Da un punto di vista strettamente geologico, il sito in esame appartiene al bacino marino periadriatico marchigiano-abruzzese, che nel corso del Plio-Pleistocene ha subito un graduale colmamento ad opera di depositi torbiditici di provenienza occidentale. Il generale fenomeno di sollevamento, che ha raggiunto la sua fase culminante a partire dal Pleistocene inferiore, ha determinato l'innalzamento dei suddetti depositi fino a qualche centinaio di metri sul livello del mare. L'innalzamento tettonico ha dato luogo alla formazione di strutture plicative aventi vergenza Nord-orientale, in modo tale da assumere l'aspetto di una blanda monoclinale con inclinazione degli strati variabile dagli 8°, nelle zone più interne, fino alla sub-orizzontalità in prossimità della costa. Il suddetto motivo strutturale è talvolta interrotto dalla presenza di faglie di età pleistocenica, con componente del movimento perlopiù normale, per le quali talune volte è ancora riscontrabile uno stato di attività. E' importante evidenziare che l'area oggetto di studio non è interessata dalla presenza di faglie e che le litologie di cui alla sequenza sopra descritta sono in zona rappresentate dalle argille di base che aprono appunto la sequenza negativa dei litotipi che colmano il bacino. Tali depositi sono poi variamente ricoperti da una coltre di sedimenti alluvionali, depositatisi a partire dal Pleistocene inf. a seguito dell'intensa attività tettonica che ha determinato un notevole aumento dell'energia di rilievo, nonché a seguito dell'alternarsi di fasi climatiche fredde a fasi climatiche calde. Tutto ciò ha dato luogo alla formazione del tipico terrazzamento fluviale, ampiamente osservabile in sinistra orografica del Fiume Tronto dove il sito oggetto di studio è topograficamente ubicato.

Nell'area in studio, i depositi pleistocenici sono ricoperti da una coltre di sedimenti eluvio-colluviali e depositi di riporto nella porzione più superficiale, che possono presentarsi in alternanze litologiche che vanno dalle sabbie ai limi argillosi. Nel caso in specie la litologia che predomina sul versante posto a quote immediatamente inferiori all'immobile residenziale in analisi è limoso-argillosa, il tutto sostenuto dalla formazione pelitica di riferimento, mentre la porzione superiore relativa all'area di sedime della struttura presenta litologie sabbioso-ghiaiose e sabbiose.

5.1 Geologia di dettaglio dell'area

L'area nella sua globalità presenta uniformemente come formazione di base le argille grigio-azzurre di età pleistocenica stratificate ed intercalate a veli sabbiosi, ricoperta con spessori variabili da depositi eluvio colluviali di natura prevalentemente limoso-sabbiosa (quote inferiori) e sabbioso-limosa e sabbioso-ghiaiosa (quote superiori) come evidenziato nel rapporto geologico di progetto della dott.ssa Tosti.

In linea generale la successione litologica tipo dell'area è costituita dall'alto verso il basso, da:

UNITA' DELLA COPERTURA

- a) **Terreni naturali agrari e di riporto:** prevalentemente limi sabbiosi e limi argillosi con concrezioni carbonatiche;
- b) **Depositi eluvio-colluviali:** prevalentemente a tessitura limosa-sabbiosa o argillosa (E1) con intercalazioni sabbiose, a tessitura sabbioso-ghiaiosa (E2) e sabbioso-limosa (E3) con variazioni laterali;

Il litotipo E2 è stato valutato con uno spessore variabile da 3,80m a 5,40m al di sotto dell'area di sedime. Inferiormente ai litotipi E2 ed E3 sono presenti i depositi a tessitura limoso-argillosa (E1) come da Sondaggi S1' ed S2' reperiti relativi al PRG comunale.

Tale unità presenta una variabilità dei parametri geotecnici in relazione al contenuto d'acqua naturale e quindi alla variazione della plasticità e compressibilità, nonché comportamento geotecnico coesivo-incoerente. Tale orizzonte può essere soggetto a fenomeni deformativi geomorfologici specie per l'orizzonte E1 a maggior tenore argilloso.

UNITA' DEL SUBSTRATO

- c) **Litofacies pelitica:** Argille e argille siltose (F1) normal consolidate e sovraconsolidate;

Tale litotipo è presente come da indagine geognostica e da dati reperiti al di sotto dei litotipi a e b alla profondità di -7,50m nella porzione di versante superiore con il passaggio stratigrafico alla formazione alterata a -9,00m circa dal p.c. nella porzione di versante inferiore.

5.2 Geomorfologia

Dal punto di vista geomorfologico, il versante ha un andamento debolmente acclive verso Sud con una pendenza media del 10% allo stato naturale non modificato antropicamente. Non sono presenti segni di dissesto in atto nelle porzioni naturali. Altresì l'area ricade all'interno delle zone censite dal vincolo idrogeologico di cui al R.D. 3267 del 30.12.1923 di cui al foglio 327 nel quale è contenuta l'area di intervento e per il quale risulta necessario acquisire il parere di compatibilità idrogeologica per gli interventi realizzativi in analisi.

Il principale corso d'acqua della zona è rappresentato dal fiume Tronto posto più a Sud a quote inferiori e dagli affluenti secondari di sinistra idrografica che non presentano elementi geomorfologici di interferenza diretta con l'area di interesse.



5.3 Idrogeologia

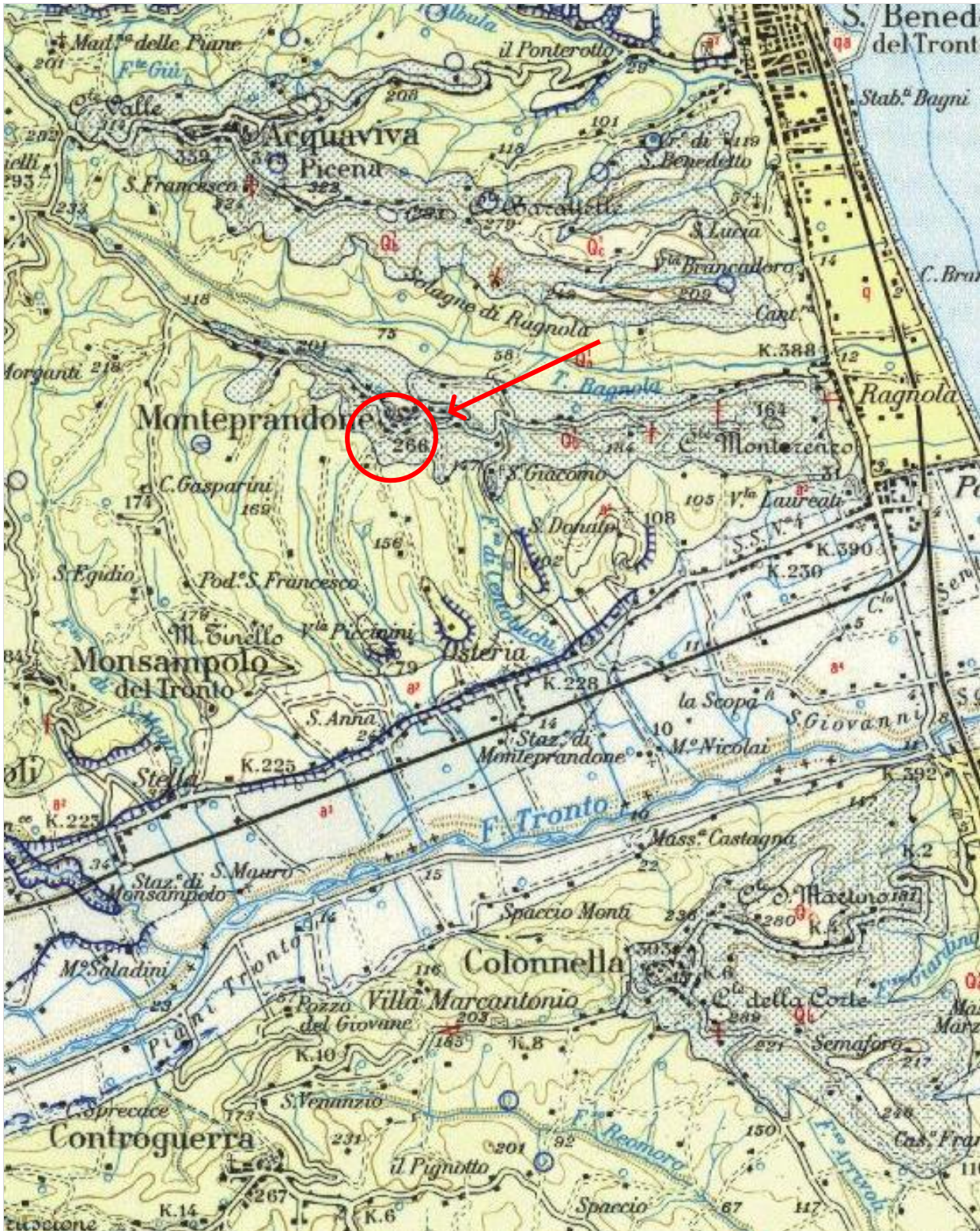
Dal punto di vista idrogeologico le indagini reperite in possesso dello scrivente, non hanno evidenziato la presenza di falda stabilizzata, ma possono far dedurre la presenza di infiltrazioni o apporti meteorici superficiali, relativi ad una mal gestione delle acque, che può aver rappresentato nel tempo una condizione di destabilizzazione locale della porzione superficiale dei depositi eluvio-colluviali a tenore prevalentemente limoso ciottoloso.

Il sistema idrogeologico locale individua come acquiclude principale, le argille pleistoceniche poste a partire dalla profondità di circa 9,00m dal p.c., che quindi rappresenta il livello non oltrepassabile dalle eventuali acque di infiltrazione superficiali.

Ambiente Fisico delle Marche

STRALCIO CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA-IDROGEOLOGICA

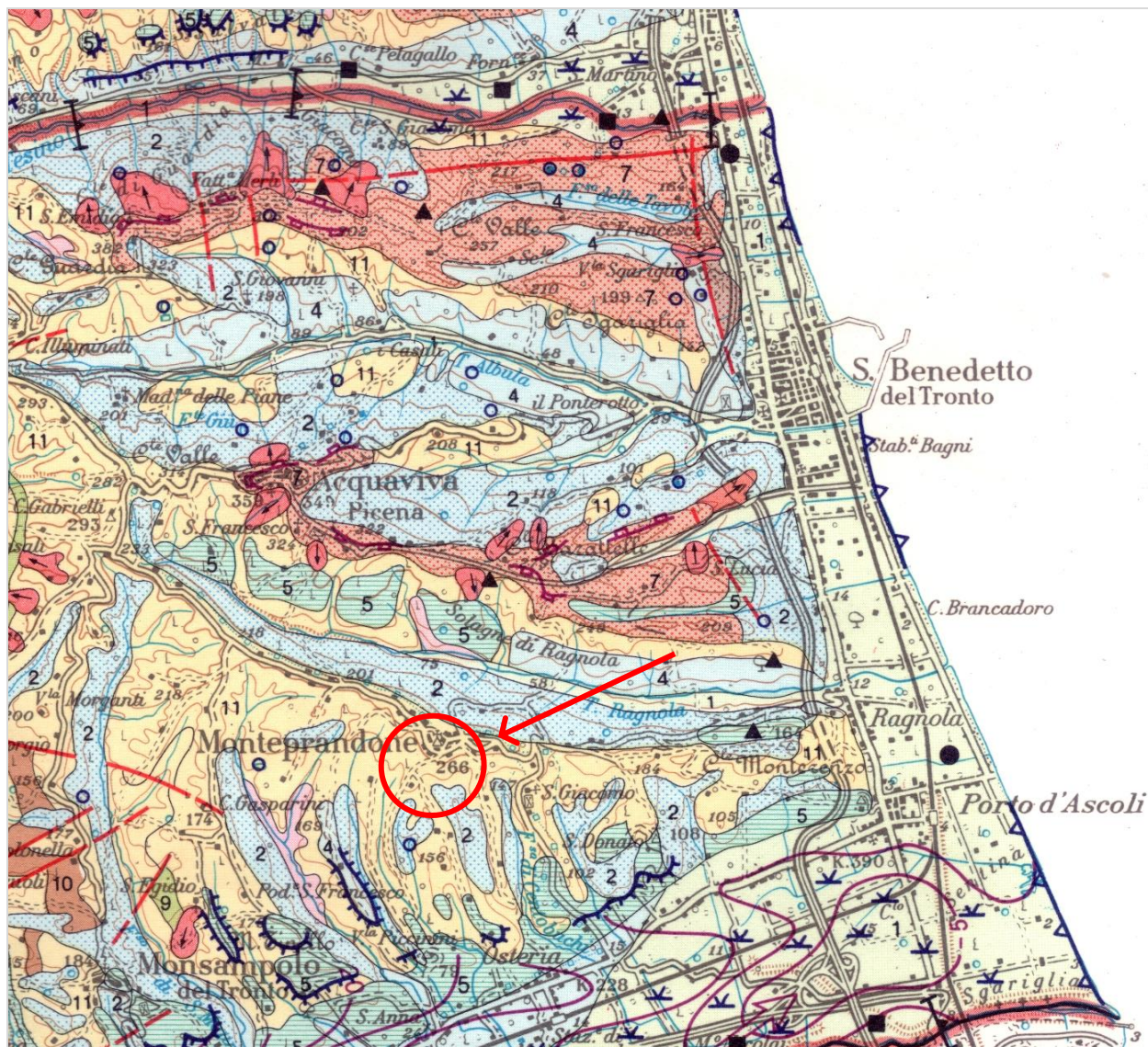
Scala 1:100'000



Ambiente Fisico delle Marche






STRALCIO CARTA GEOLOGICA-GEOMORFOLOGICA-IDROGEOLOGICA

Scala 1:100'000



LEGENDA

- | | |
|---|--|
|  1. Alluvioni attuali e recenti |  2. Depositi eluvio-colluviali |
|  4. Alluvioni terrazzate (Pleist. sup) |  5. Alluvioni terrazzate (Pleist. med.) |
|  7. Conglomerati e sabbie di tetto |  11. Peliti |

- | | | |
|--|---|---|
|  Faglie certe |  Faglie probabili |  Frane |
|  Isopieze |  Direzioni di deflusso | |
















CARTA DEI DEPOSITI PLIO-PLEISTOCENICI

Scala 1:50'000



LEGENDA CARTA DEI DEPOSITI PLIO-PLEISTOCENICI

Scala 1:50'000

- | | |
|---|--|
|  | 1. Depositi alluvionali attuali e recenti.
(Olocene-Pleist. Sup.) |
|  | 2. Depositi detritici, eluvio-colluviali.
(Olocene-Pleist. Sup. – Medio) |
|  | 3. Depositi alluvionali terrazzati antichi.
(Pleist. Sup – Medio) |
|  | 5. Conglomerati e ghiaie di tetto
(Pleist. Medio – Inf.) |
|  | 6. Sabbie di tetto con intercalazioni di ghiaie.
(Pleist. Inf.) |
|  | 7. Peliti: depositi da epibatiali a neritici
(Pleist. Inf.) |
|  | 8. Torbiditi pelitiche: depositi di margine e di riempimento dei canali
sottomarini. (Pleist. Inf. – Pleist. Medio) |
|  | 9. Torbiditi prevalentemente pelitico-arenacee.
(Pleist. Inf. – Pleist. Medio) |
|  | 10. Torbiditi prevalentemente arenacei-pelitiche.
(Pleist. Inf. – Pleist. Medio) |
|  | 11. Torbiditi prevalentemente arenacee.
(Pleist. Inf. – Pleist. Medio) |
|  | 12. Torbiditi prevalentemente conglomeratiche, sabbioso
conglomeratiche e pelitico-conglomeratiche.
(Pleist. Inf.- Pleist. Med.) |
|  | 13. Peliti: depositi da neritici ad epibatiali.
(Plioc. Sup. – Plioc. Inf. p.p.) |
|  | 14. Sabbie e conglomerati basali: depositi di spiaggia passanti a
depositi di transizione. (Pliocene Inf. p.p.) |
|  | 15. Peliti grigio-azzurre: depositi batiali. (Pliocene Med.) |
|  | 16. Torbiditi della Formazione della Laga. (Messiniano) |

6. INDAGINE GEOGNOSTICA

In relazione alle caratteristiche geologico-stratigrafiche del sito al fine di ottenere un quadro il più dettagliato possibile si è proceduto al reperimento di un vasto numero di prove penetrometriche dinamiche super pesanti DPSH e statiche CPT, nonché sondaggi a carotaggio continuo su lotti limitrofi acquisiti dal PRG comunale S1' e S2' e dalle varianti allo stesso di recente approfondimento sotto l'aspetto geologico-sismico, interpolando i dati con una copertura statistica discreta della variabilità dei parametri ottenuti così come visibile nello stralcio satellitare allegato. A completamento dell'indagine si è reperita un'analisi HVSR reativa alla fascia immediatamente sovrastante lungo la SP-C.da Borgo da Monte al fine di ottenere le caratteristiche sismiche del sito in via preliminare.



6.1 Parametrizzazione geotecnica

La ricostruzione litostratigrafica dell'area è stata come detto eseguita per via indiretta, n.1 prova penetrometrica statica elettrica E-CPT 12062013 realizzata a Nord-Ovest correlata con i dati ottenuti con la prova geofisica HVSR 12062013 ed i sondaggi S1' ed S2' relativi al PRG di Montepreandone eseguiti sul versante con esposizione sud a monte di C.da Borgo da Sole.

La profondità di indagine massima è stata di 13.00m dal p.c..

Le prove hanno evidenziato il complesso stratigrafico costituito dai depositi prevalentemente limosi-ciottolosi nella porzione superficiale con locali alternanze ed intercalazioni sabbiose, alla profondità di circa 7.50-8.50 dal p.c. si ha il passaggio stratigrafico all'orizzonte pelitico ed a circa 11.00 dal p.c. è rinvenibile il substrato argilloso integro ocr. Superficialmente è rinvenibile un primo orizzonte a tenore grossolano incoerente talvolta caotico relativo a depositi di riporto e/o riempimento e depositi di versante limoso-sabbiosi con ciottoli nella porzione compresa tra 0.00m e 5.30m come profondità massima. Tale situazione dovrà essere oggetto di accertamento in loco con saggi puntuali ed indagini ad hoc.

6.2 Ricostruzione Stratigrafica e Parametrizzazione geotecnica

Le indagini di correlazione utilizzate nel presente studio hanno evidenziato una stratificazione di depositi eluvio-colluviali caratterizzati da alternanze limose ciottolose superficiali passanti a limi ed argille tipiche di ambiente continentale fino alla profondità investigata di circa 13.00m dal p.c..

Di seguito si riporta la sintesi dell'analisi stratigrafica e della parametrizzazione geotecnica ottenuta dalle indagini reperite differenziando 4 distinte unità geotecniche come dettagliate di seguito.

PROVA PENETROMETRICA STATICA E-CPT: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

profondità (m)	litologia	q_c (MPa)	q_{cm} (Kg/cm ²)	$\sigma_{v,eff}$ (Kg/cm ²)	Dr (%)	ϕ (°)	E (Kg/cm ²)	C_u (Kg/cm ²)	M (Kg/cm ²)	Vs (m/s)	Mf (Kg/cm ²)	Eu (Kg/cm ²)
1,0	terreno vegetale e/o riporto		9,2	0,10				0,46	29,2	128	108	340
1,35												
2,0			14,2	0,40				0,71	34,2	150	141	518
2,84												
3,0			12,2	0,70				0,61	32,2	142	129	430
4,0												
4,92	limo argilloso sabbioso		17,8	1,00				0,89	37,8	164	162	629
6,03												
7,0			12,2	1,40				0,61	32,2	142	129	404
8,0												
9,16			34,6	2,00				1,73	69,2	210	244	1223
10,0												
11,0	argilla siltosa											
11,42												
12,0			42,9	2,40				2,15	85,8	228	278	1520
12,94												
13,0												

Prova Penetrometrica Statica – E-cpt/S1' ed S2'/HVSR:

0.00m - 5.00m ca terreni di riporto, depositi eluvio-colluviali limosi con ciottoli
 5.00m - 7.50m Limo argilloso sabbioso ed argilla limosa sabbiosa
 7.50m – 9.00m Argilla siltosa consistente – Formazione alt. (passaggio stratigrafico)
 da 9.00m in poi Argilla siltosa integra sopra consolidata

UNITA' A (0.00-5.00m) Depositi di riporto, eluvio-colluviali

$\gamma = 1.85$ t/mc (peso di volume)
 $C_u = 0.46$ (coesione non drenata)
 $M = 29.2$ kg/cm² (modulo di deformazione)
 $V_s = 128$ m/s (velocità onde S)

UNITA' B (5. 00-7.50) Limo argilloso ed argilla limosa con livelli sabbiosi

$\gamma = 1.90 \text{ t/mc}$ (peso di volume)
 $C_u = 0.61-0.89 \text{ kg/cmq}$ (coesione non drenata)
 $M = 32.2-37.8 \text{ kg/cmq}$ (modulo di deformazione)
 $V_s = 142-164 \text{ m/s}$ (velocità onde S)

UNITA' C (7.50-9.00m) Argilla sabbioso-limosa alterata

$\gamma = 2.00-2.10 \text{ t/mc}$ (peso di volume)
 $C_u = 1.73 \text{ kg/cmq}$ (coesione non drenata)
 $M = 69.2 \text{ kg/cmq}$ (modulo di deformazione)
 $V_s = 210 \text{ m/s}$ (velocità onde S)

UNITA' D (da 9.00m) Argilla sabbiosa integra

$\gamma = 2.00-2.10 \text{ t/mc}$ (peso di volume)
 $C_u = 2.15 \text{ kg/cmq}$ (coesione non drenata)
 $M = 85.8 \text{ kg/cmq}$ (modulo di deformazione)
 $V_s = 228 \text{ m/s}$ (velocità onde S)



Cerreto d'Esi, il 17 giugno 2013

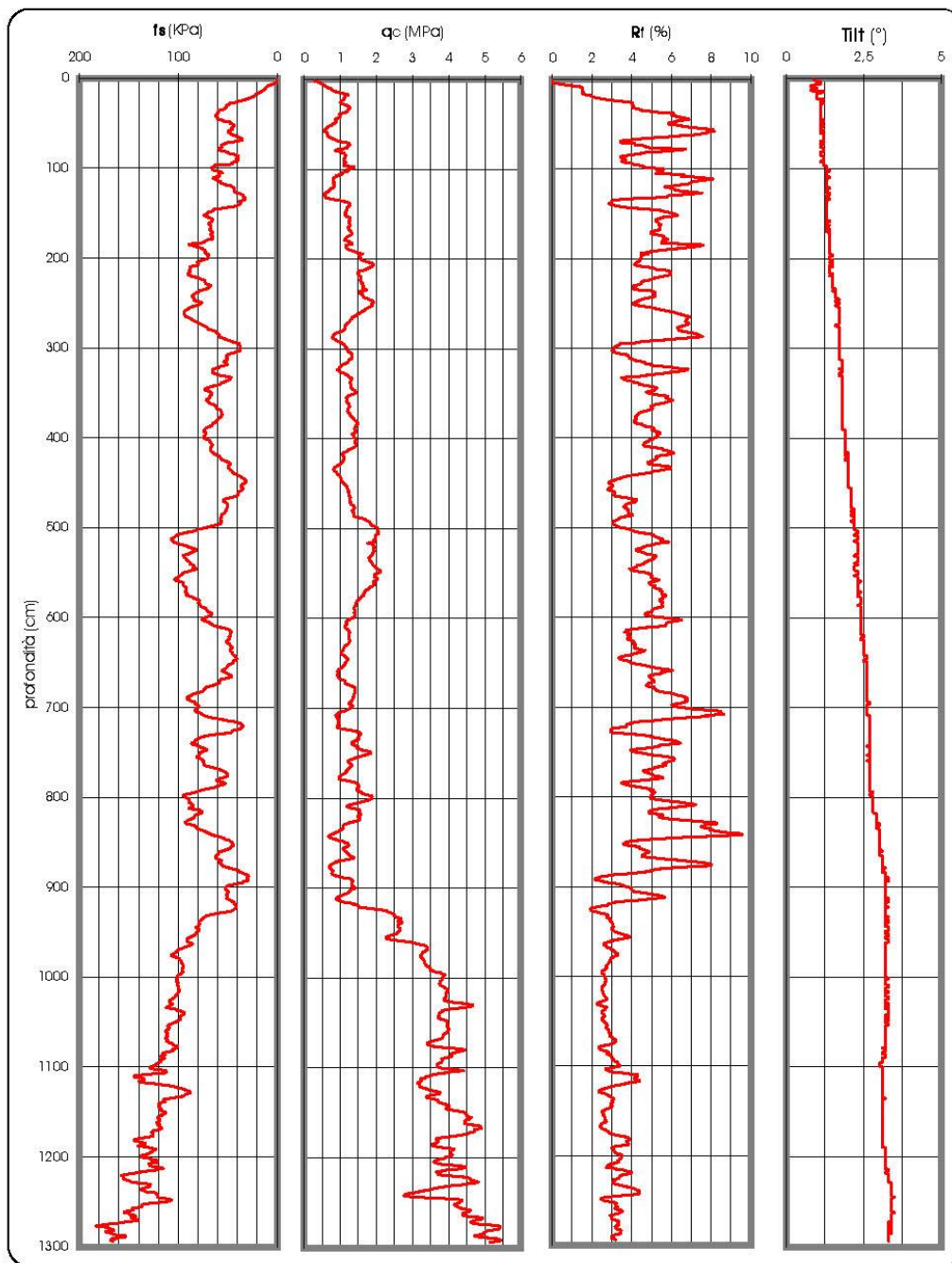
COMMITTENTE: Sig. Giacinto Pallottini

CANTIERE: Montepandone (AP)

PROVA N.1 del 12/06/2013

PROF.: 12,94 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA E-CPT: RAPPRESENTAZIONE GRAFICA





Cerreto d'Esi, il 17 giugno 2013

COMMITTENTE: Sig. Giacinto Pallottini

CANTIERE: Montepandone (AP)

PROVA E-CPT: SCHEDA TECNICA E LEGENDA

caratteristiche tecniche del penetrometro			
Tipo di attrezzatura: penetrometro statico PAGANI semovente TG 63-100 standard			
Capacità di spinta: 100 kN			
Punta digitale PAGANI			
Sensori di misura		Dimensioni	
Resistenza di punta (q_c)	50 Mpa	Apertura cono	60°
		Area punta	cmq. 10
Attrito laterale (f_s)	0,5 Mpa	Rapporto delle aree di punta (a)	0,58
		Area manicotto di attrito	cmq. 150
Pressione nei pori (u)	2,5 Mpa	Rapporto delle aree del manicotto (b)	0,014
		Diametro	mm. 36
Inclinazione	0°-20°	Peso	Kg. 3,5
		Lunghezza totale	mm. 855

legenda per la rappresentazione grafica

f_s =	resistenza specifica locale al manicotto
q_c =	resistenza specifica al cono statico
R_f =	rapporto della resistenza (f_s/q_c)
Tilt =	inclinazione

legenda per la caratterizzazione geomeccanica

q_c =	resistenza specifica al cono statico
q_{cm} =	resistenza specifica al cono statico media per quel determinato strato
$\sigma_{v\text{eff}}$ =	pressione verticale efficace (stima)
D_r =	densità relativa (Lancellotta, 1983)
ϕ =	angolo di attrito (Caquot, Koppejan, De Beer, Schmertmann)
E =	modulo di Young (Robertson & Campanella, 1983)
C_u =	coesione non drenata (Terzaghi, $((q_{cm} - \sigma_{v\text{eff}})/N_k)$; Lunne, Robertson, Powell 1977)
M =	modulo di deformazione edometrica (metodo generale del modulo edometrico; Buisman)
V_s =	velocità delle onde di taglio (Iyisan, 1996)
M_t =	modulo di deformazione al taglio (Imai & Tomachi)
E_u =	modulo di deformazione non drenato (Cancelli 1980)



Cerreto d'Esi, 17 giugno 2013

COMMITTENTE: Sig. Giacinto Pallottini

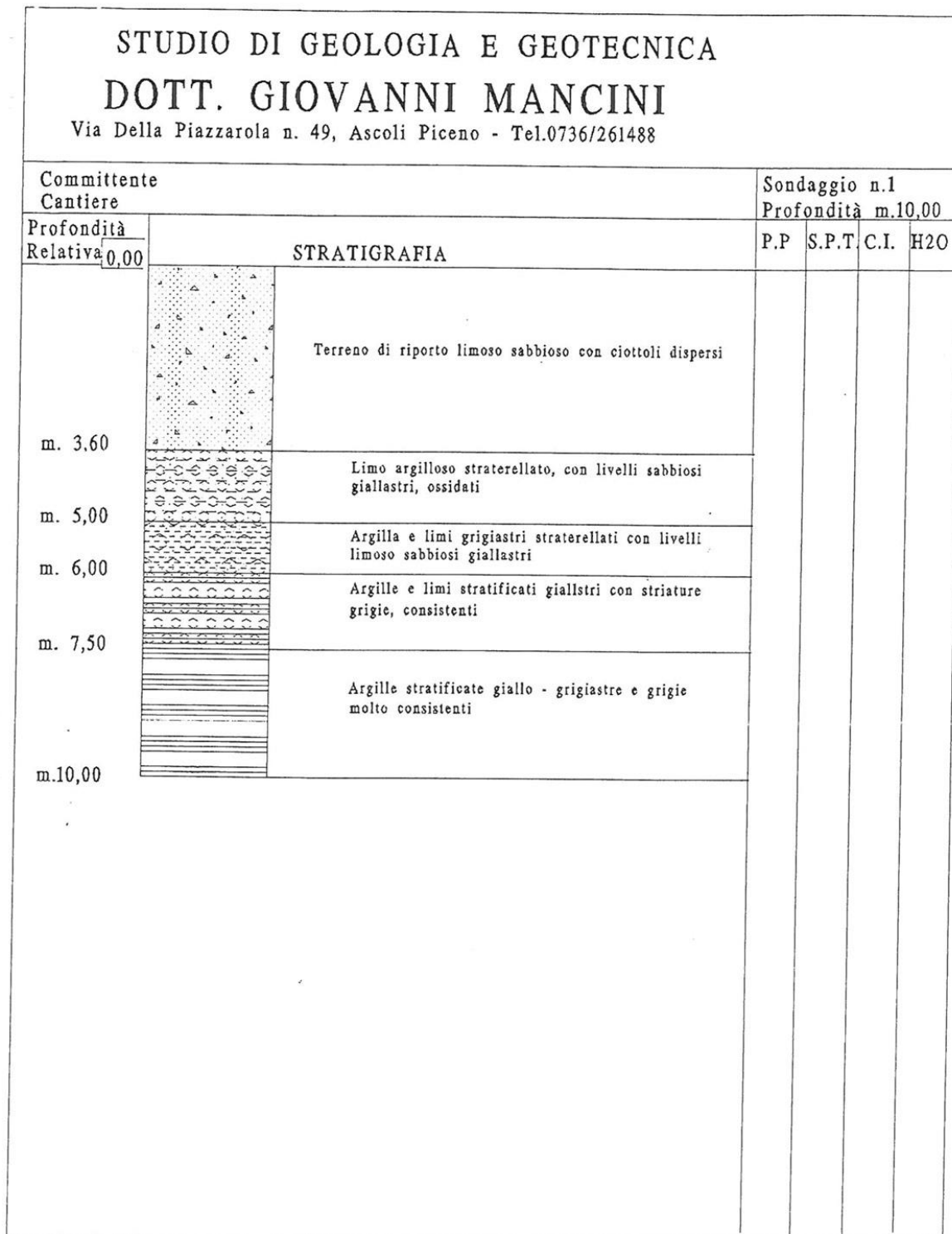
CANTIERE: Montepandone (AP)

PROVA N.1 del 12/06/2013 PROF.: 12,94 m

PROVA PENETROMETRICA STATICA E-CPT: PROPOSTA DI ELABORAZ. STRATIGRAFICA E CARATTERIZZ. GEOMECCANICA

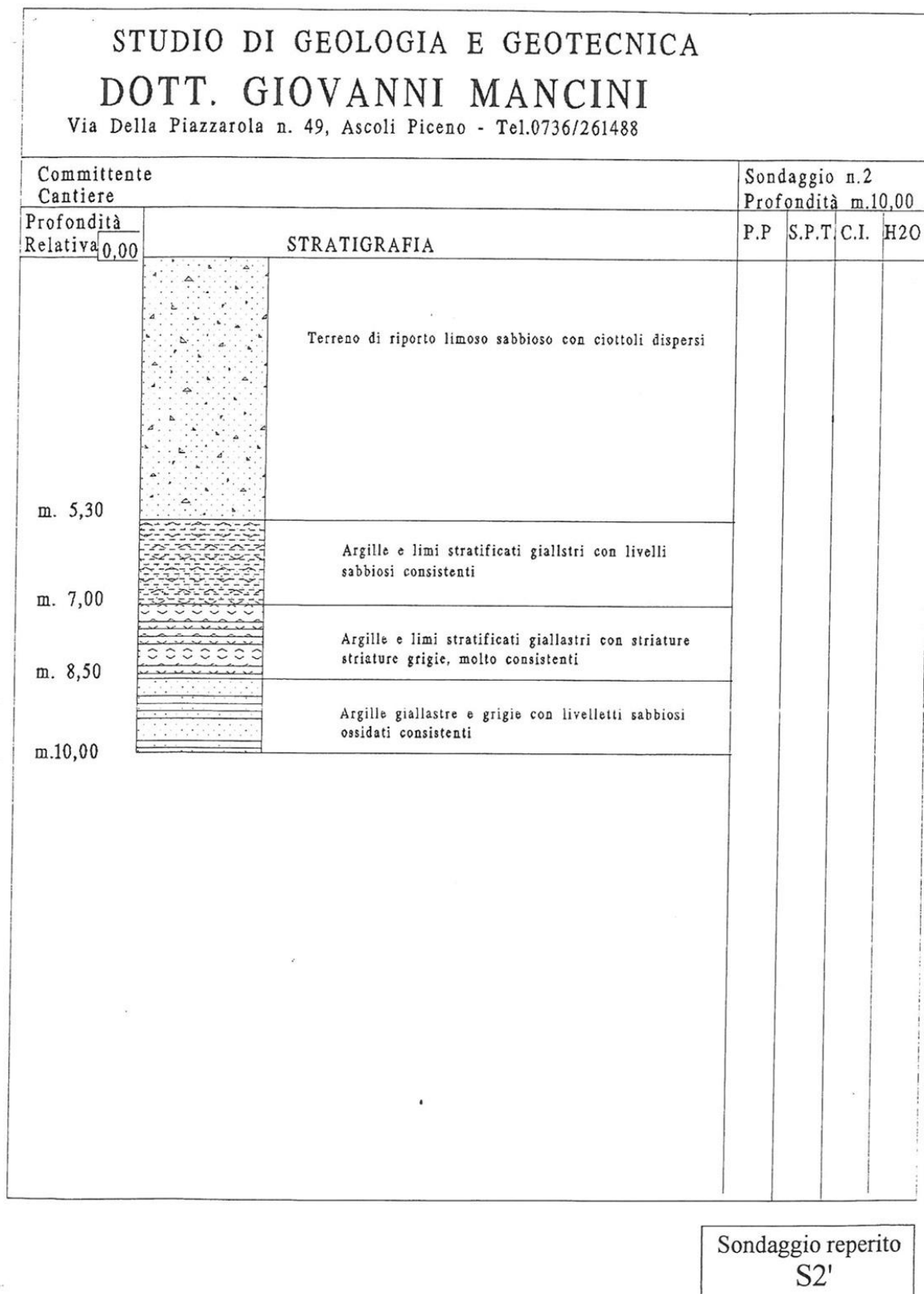
profondità (m)	litologia	q _c MPa	q _{cm} (Kg/cm ²)	σ _v eff (Kg/cm ²)	Dr (%)	φ (°)	E (Kg/cm ²)	C _u (Kg/cm ²)	M (Kg/cm ²)	Vs (m/s)	Mt (Kg/cm ²)	Eu (Kg/cm ²)
1,0	terreno vegetale e/o ripetto		9,2	0,10				0,46	29,2	128	108	340
1,35												
2,0			14,2	0,40				0,71	34,2	150	141	518
2,84												
3,0												
4,0			12,2	0,70				0,61	32,2	142	129	430
4,92	limo argilloso sabbioso											
5,0			17,8	1,00				0,89	37,8	164	162	629
6,03												
7,0												
8,0			12,2	1,40				0,61	32,2	142	129	404
9,16												
10,0			34,6	2,00				1,73	69,2	210	244	1223
11,0	argilla siltosa											
11,42												
12,0			42,9	2,40				2,15	85,8	228	278	1520
12,94												

INDAGINE REPERITA DAL PRG di Montepandone
S1'



Sondaggio reperito
S1'

INDAGINE REPERITA DAL PRG di Montepandone
S2'



7. VALUTAZIONI SISMICHE ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 pubblicate nella G.U. n.29 del 04.02.2008 Suppl. Ordinario n.30 e s.m.i.

7.1 Analisi del sito e della struttura in progetto

STRUTTURA: Ex Lavatoio Comunale;

REGIONE: MARCHE; **LOCALITA':** C.da Borgo da Sole - Montepandone (AP);

Tabella 1 – Vita nominale V_N per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva ¹	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

Tab. 2 – Valori del coefficiente d'uso C_u

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE D'USO C_u	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 3 – Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

Stati Limite		P_{VR} : Probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Tabella 4 – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $CU_{30} > 250$ KPa nei terreni a grana fine).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < CU_{30} < 250$ KPa nei terreni a grana fine).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o terreni a grana fine scarsamente consistenti</i> con spessori superiori a 30m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $CU_{30} < 70$ KPa nei terreni a grana fine).

E	Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessori non superiori a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).
---	---

Tabella 5 – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

Categoria	Descrizione
S1	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ KPa), che inducono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fine di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
S2	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Tabella 6 – Categorie topografiche

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 7 - Espressioni di S_s e di C_c

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_c^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_c^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_c^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot Fo \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_c^*)^{-0,40}$

Tabella 3.2.VII – Valori dei parametri dello spettro di risposta elastico della componente verticale

Categoria di sottosuolo	S_s	T_b	T_c	T_d
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

Tabella 3.2.VIII - Valori dei parametri T_E e T_F

Categoria sottosuolo	T_E (s)	T_F (s)
A	4,5	10,0
B	5,0	10,0
C, D, E	6,0	10,0

7.2 Definizione ed analisi con il metodo HVSR : calcolo del VS30 e determinazione della Categoria di Suolo (indagine reperita ed utilizzata in correlazione per il sito in esame)

Introduzione e riferimenti normativi

Scopo dell'indagine HVSR, eseguita mediante tromografo digitale, è la determinazione della categoria sismica del suolo per il calcolo dell'azione sismica di progetto in funzione del parametro Vs30 (velocità di propagazione delle onde S nei primi 30 metri di profondità) nel rispetto di:

O.P.C.M. 3274/03 e successive modifiche ed integrazioni; e D.M. 14/01/2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

L'intero territorio nazionale è stato suddiviso in 4 zone sismiche individuate dal valore a_g dell'accelerazione di picco al suolo, normalizzata rispetto all'accelerazione di gravità. I valori di a_g (convenzionali), si riferiscono all'accelerazione di picco in superficie per suolo di tipo A (Tab.:1), in cui il moto sismico non subisce variazioni sostanziali, contrariamente a ciò che accade nei suoli di tipo B,C,D,E,S1 e S2. I fattori che influenzano questo fenomeno sono l'intensità e la frequenza del moto stesso, le caratteristiche geotecniche, sismiche e lo spessore di suolo attraversato dal treno di onde per giungere in superficie.

L'indagine eseguita con tale metodologia MISURA DIRETTAMENTE le frequenze caratteristiche di sito permettendo così di effettuare un'analisi di amplificazione sismica locale al fine di ottenere una valutazione reale e diretta dello spettro di risposta del terreno, elemento di fondamentale importanza nello studio del fenomeno di doppia risonanza edificio-struttura descritto più avanti.

La Normativa, infatti, in assenza di una specifica analisi di amplificazione sismica locale introduce un fattore di amplificazione S e periodi T che definiscono lo spettro di risposta di un oscillatore semplice con smorzamento pari al 5%, per ricavare indirettamente quello stesso parametro che con la presente tecnica andiamo a misurare direttamente.

Cenni sulla tecnica utilizzata (tecnica dei rapporti spettrali)

La tecnica HVSR, (Horizontal to Vertical Spectral Ratio o tecnica di Nakamura), è una prospezione geofisica non invasiva che attraverso la misura del "rumore sismico", ovunque presente sulla superficie terrestre, fornisce dati sulle frequenze caratteristiche del sito investigato. Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte da terremoti nel campo prossimo all'epicentro. Tale tecnica, essendo una misurazione sismica passiva, non richiede la produzione di impulsi generati ad hoc come nel caso di sismica attiva.

Nelle zone in cui non è presente alcuna sorgente di rumore locale e in assenza di vento, lo spettro in frequenza del rumore di fondo, in un terreno roccioso e pianeggiante, ha l'andamento illustrato in Fig.1, dove la curva blu rappresenta il rumore di fondo minimo di riferimento, mentre la curva verde rappresenta il massimo di tale rumore, e dove i picchi a 0.14e 0.07 Hz sono prodotti dalle onde oceaniche sulle coste.

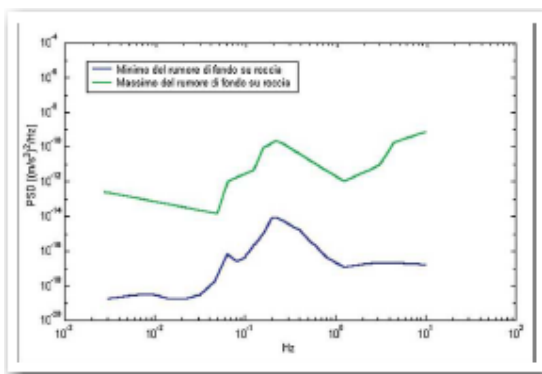


Fig.1: Modelli standard del rumore sismico massimo (in verde) e minimo (in blu) per la Terra

Tali componenti spettrali vengono attenuate relativamente poco anche dopo tragitti di migliaia di chilometri per effetto di guida d'onda. A questo rumore di fondo, che è sempre presente, si sovrappongono le sorgenti locali, antropiche (traffico, industrie ecc.) e naturali, che però si attenuano fortemente a frequenze superiori a 20 Hz, a causa dell'assorbimento anelastico originato dall'attrito interno delle rocce. 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 dalla velocità di queste ultime.

Strumentazione impiegata

Le misure di microtremore ambientale, della durata minima di 12 minuti, sono effettuate con un tromografo digitale progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico. Lo strumento Tromino, 10 x 7 x 14 cm per 1,1 kg di peso) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati N-S, E-W e verticalmente, alimentato da 2 batterie AA da 1.5 V, fornito di GPS interno e senza cavi esterni. I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

Stratigrafia sismica da indagini a stazione singola

Il tipo di stratigrafia che le tecniche di sismica passiva possono restituire si basa sul concetto di contrasto di impedenza.

Per strato si intende cioè un'unità distinta da quelle sopra e sottostanti per un contrasto di impedenza, ossia per il rapporto tra i prodotti di velocità delle onde sismiche nel mezzo e densità del mezzo stesso. Dai primi studi di Kanai (1957) in poi, diversi metodi sono stati proposti per estrarre l'informazione relativa al sottosuolo dal 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 Nogoshi e Igarashi (1970). La tecnica è universalmente riconosciuta come efficace nel fornire stime affidabili della frequenza fondamentale di risonanza del sottosuolo. Inizialmente, alcuni ricercatori, proposero di utilizzare anche l'ampiezza del picco come indicatore sintetico dell'amplificazione sismica locale, direttamente utilizzabile per la microzonazione.

Studi recenti hanno dimostrato che ulteriori picchi a frequenza maggiori di quelle del bedrock sono riconducibili a contrasti di impedenza interni alla copertura sedimentaria (es. Baumbach et al., 2002) e picchi a frequenze minori di quella del bedrock sono invece riconducibili a contrasti di impedenza interni al bedrock stesso (es. Guillier et al., 2005).

Riconosciuta questa capacità e dato che, se è disponibile una stima delle velocità delle onde elastiche, le frequenze di risonanza possono essere convertite in stratigrafia, ne risulta che il metodo HVSR può essere, in linea di principio, usato come strumento stratigrafico.

Basi teoriche del metodo H/V

Le basi teoriche dell'H/V sono relativamente semplici in un mezzo del tipo strato + bedrock (o strato assimilabile al bedrock) in cui i parametri sono costanti in ciascuno strato (1-D). Consideriamo il sistema di Fig. 2 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 che viaggia nel mezzo 1 viene (parzialmente) riflessa dall'interfaccia che separa i due strati.

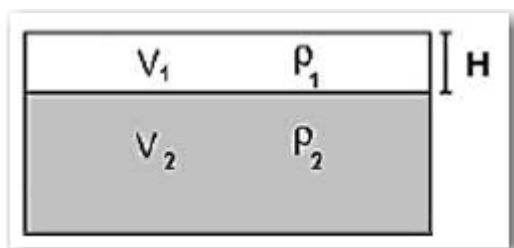


Fig. 2: Mezzo a 2 strati caratterizzati da densità ρ e velocità di propagazione V

L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione 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 (o P) è pari a:

$$(f_r) = V_s/4H \quad (f_r) = V_p/4H \quad [1]$$

I microtremori sono solo in parte costituiti da onde di volume P o S, e in misura molto maggiore da onde superficiali, in particolare da onde di Rayleigh. Tuttavia ci si può ricondurre a risonanza delle onde di volume, poiché le onde di superficie sono prodotte da interferenza costruttiva di queste ultime e poiché la velocità dell'onda di Rayleigh è molto prossima a quella delle onde S. Questo effetto è sommabile, anche se non in modo lineare e senza una 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 allo spessore) di ciascuno di essi, ma non è interpretabile semplicemente applicando l'equazione [1].

L'inversione richiede l'analisi delle singole componenti e del rapporto H/V, che fornisce un'importante normalizzazione del segnale per *a)* il contenuto in 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.

La situazione, nel caso di un suolo reale, è spesso più complessa. Innanzitutto il modello di strato piano al di sopra del bedrock si applica molto raramente. Poi, la velocità aumenta con la profondità, possono esserci eterogeneità laterali importanti ed infine la topografia può non essere piana. L'inversione delle misure di tremore a fini stratigrafici, nei casi reali, sfrutta quindi la tecnica del confronto degli spettri singoli e dei rapporti H/V misurati con quelli 'sintetici', cioè con quelli calcolati relativamente al campo d'onde completo di un modello 3D. L'interpretazione è tanto più soddisfacente, e il modello tanto più vicino alla realtà, quanto più i dati misurati e quelli sintetici sono vicini. In questo lavoro i segnali sono stati analizzati non solo attraverso i rapporti spettrali H/V ma anche attraverso gli spettri delle singole componenti, e nei casi più significativi, le curve HVSR sono state invertite secondo la procedura descritta da Arai e Tokimatsu (2004).

Procedura di analisi dati

Dalle registrazioni del rumore sismico sono state ricavate e analizzate due serie di dati:

- le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione al tromografo TROMINO, con parametri:
 - ⇒ larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
 - ⇒ liscio secondo finestra triangolare con ampiezza pari al 10% della frequenza centrale,
 - ⇒ rimozione delle finestre con rapporto STA/LTA (media a breve termine / media a lungo termine) superiore a 2,
 - ⇒ rimozione manuale di eventuali transienti ancora presenti.
- le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto precedente).

Nei casi particolarmente semplici (copertura + bedrock o bedrock like) le profondità *h* delle discontinuità sismiche sono state ricavate tramite la formula seguente:

$$H = \left[\frac{V_0(1-\alpha)}{4\phi_1} + 1 \right]^{1/(1-\alpha)} - 1$$

in cui V_0 è la velocità al tetto dello strato, α un fattore che dipende dalle caratteristiche del sedimento (granulometria, coesione ecc.) e v la frequenza fondamentale di risonanza. Nei casi più complessi (la maggioranza) si sono invertite le curve HVSR creando una serie di modelli teorici da confrontare con quello sperimentale, fino a considerare per buono il

modello teorico più vicino alle curve sperimentali. In questo

lavoro per l'inversione delle curve HVSR si sono seguite le procedure descritte in Arai e Tokimatsu (2004), usando il modo fondamentale delle onde di Rayleigh e Love. Si fa notare che ai fini di questi modelli le VP e la densità ρ dei mezzi sono quasi ininfluenti pertanto i valori di VP e ρ che si sono impiegati vanno considerati come puramente indicativi.

La stima della frequenza di risonanza degli edifici

L'applicabilità pratica della semplice formula [1] per il calcolo delle frequenze fondamentali di risonanza dei suoli è stata dimostrata in molti studi sia nell'ambito della prospezione geofisica che nell'ambito ingegneristico. Dal punto di vista empirico, è noto che la frequenza di risonanza di un edificio è governata principalmente dall'altezza e può essere pertanto calcolata, in prima approssimazione, secondo la formula seguente:

$$\text{freq. naturale edificio} \approx 10 \text{ Hz} / \text{numero piani.} \quad [2]$$

È la coincidenza di risonanza tra terreno e struttura, espressa dalla relazione seguente:

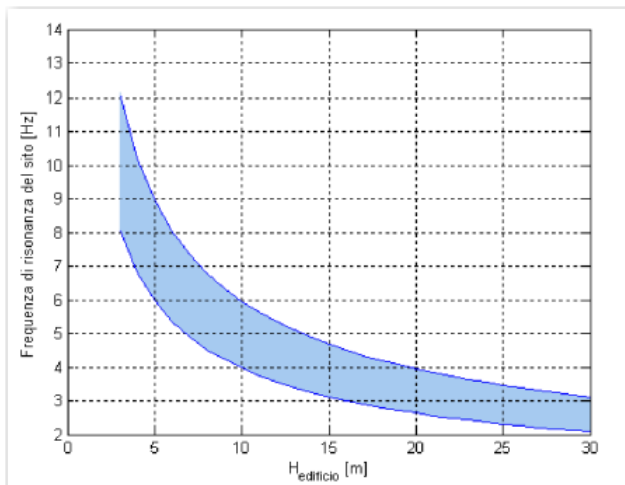
$$\text{freq. naturale edificio} \approx \text{freq. naturale copertura} \quad [3]$$

ad essere particolarmente pericolosa, perché dà luogo alla massima amplificazione. La combinazione della [1], [2] e della [3] porta alla

$$10 \text{ Hz} / \text{numero piani} \approx V_s / (4H), \quad [4]$$

da cui si può ricavare una relazione di prima approssimazione tra il numero di piani dell'edificio e lo spessore delle coperture nel sito dell'edificio stesso che possono determinare situazioni pericolose e devono quindi essere oggetto di studi approfonditi. Se consideriamo, ad esempio, una fascia di velocità delle onde di taglio tipica dei terreni alluvionali medio-fini (200-300 m/s), possiamo riscrivere la [4] come:

$$10 \text{ Hz} / \text{numero piani} \approx 200\text{-}300 \text{ m/s} / (4H), \quad [5]$$



Recenti studi Italiani di Masi et al. (2007) cfr. Figura 3, effettuati su un gran numero di edifici in c.a. mettendo in relazione le frequenze di oscillazione caratteristiche con le altezze, hanno evidenziato alcune deviazioni rispetto alla [5].

Fig 3: Relazione tra altezza di un edificio in c.a. e frequenza di risonanza del sito investigato: la zona in blu indica l'area più vulnerabile dal punto di vista dei fenomeni di doppia risonanza.

Di seguito si allegano i risultati dell'indagine reperita limitrofa e rappresentativa dell'area di intervento.

7.3 Risultati dell'indagine sismica

Commento sul profilo delle velocità

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da un aumento progressivo delle velocità suddivisibili in due sismostrati principali:

- sismostrato 1: fino a m.9,20, riconducibile in parte alla copertura eluvio-colluviale e in parte alla porzione alterata della formazione in posto.
- sismostrato 2 : da m.9,20. Esso è correlabile alla formazione in posto ed in particolare si nota come andando in profondità la velocità aumenti fino a raggiungere i 480 m/s.

Frequenza fondamentale di sito e frequenza di risonanza ai fini progettuali

Ogni sito è caratterizzato da una propria frequenza di risonanza fondamentale che può andare da millesimi di Hz a decine di Hz, in particolare in questo caso si è misurata una frequenza massima di picco pari a **Hz $1,13 \pm 0,32$** .

L'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico standard è invece 0,5 - 10 Hz (corrispondenti alle frequenze principali di strutture approssimativamente da 30 a 1 piano). Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica le onde di superficie ad una frequenza di risonanza prossima a **$1,13 \pm 0,32$ Hz**. Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo.

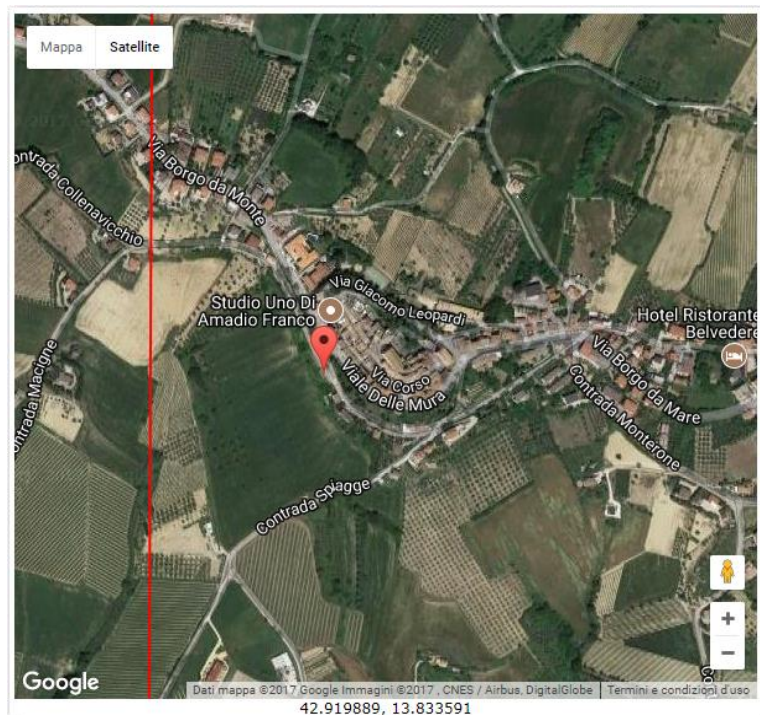
Categoria di sottosuolo

Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{spt30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina)

Si allegano di seguito i certificati e le schede di analisi dell'indagine sismica reperita ed eseguita sulla medesima configurazione morfologico-stratigrafica, a cui segue la determinazione dei Coefficienti Sismici e dei Parametri Sismici di Progetto ai sensi delle NTC 2008, EC7, EC8 allo SLO, SLD, SLV, SLC sulla base della Categoria di Sottosuolo individuata nel caso specifico e dei Coefficienti Sismici definiti in base alle caratteristiche della struttura in progetto e della configurazione topografica del sito in esame.

Dall'indagine sismica allegata si evidenzia come l'orizzonte compreso tra 0.00 e 9.00m circa rappresenta sismicamente i depositi eluvio-colluviali con ridotte velocità di propagazione delle onde sismiche e quindi mediocri caratteristiche geotecniche con possibili fenomeni di inversione sismica cioè amplificazioni delle onde. Tale aspetto è essenzialmente limitato solo alla porzione di copertura eluvio-colluviale dal tenore limoso che per correlazione è presente al di sotto dei depositi di cresta sabbioso-ghiaiosi rinvenuti a quote superiori rispetto all'area oggetto di analisi.

7.4 Parametri sismici da Geostru PS



Parametri sismici

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

Sito in esame.

latitudine: 42,9208452168816
longitudine: 13,834502696748
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 23870	Lat: 42,9345	Lon: 13,8316	Distanza: 1534,933
Sito 2	ID: 23871	Lat: 42,9343	Lon: 13,8998	Distanza: 5522,015
Sito 3	ID: 24093	Lat: 42,8843	Lon: 13,8995	Distanza: 6676,589
Sito 4	ID: 24092	Lat: 42,8845	Lon: 13,8313	Distanza: 4052,086

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento:	81	%
Tr:	30	[anni]
ag:	0,051	g
Fo:	2,458	
Tc*:	0,273	[s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	50	[anni]
ag:	0,065	g
Fo:	2,459	
Tc*:	0,293	[s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	475	[anni]
ag:	0,178	g
Fo:	2,454	
Tc*:	0,330	[s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	975	[anni]
ag:	0,236	g
Fo:	2,481	
Tc*:	0,336	[s]

Coefficienti Sismici

SLO:

Ss:	1,500
Cc:	1,610
St:	1,000

Kh: 0,014

Kv: 0,007

Amax: 0,749

Beta: 0,180

SLD:

Ss: 1,500

Cc: 1,570

St: 1,000

Kh: 0,017

Kv: 0,009

Amax: 0,949

Beta: 0,180

SLV:

Ss: 1,440

Cc: 1,510

St: 1,000

Kh: 0,062

Kv: 0,031

Amax: 2,519

Beta: 0,240

SLC:

Ss: 1,350

Cc: 1,500

St: 1,000

Kh: 0,099

Kv: 0,049

Amax: 3,124

Beta: 0,310

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

Geostru software - www.geostru.com

Coordinate WGS84

latitudine: 42.919889

longitudine: 13.833592

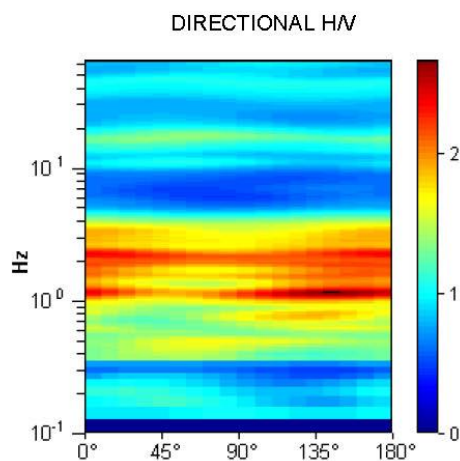
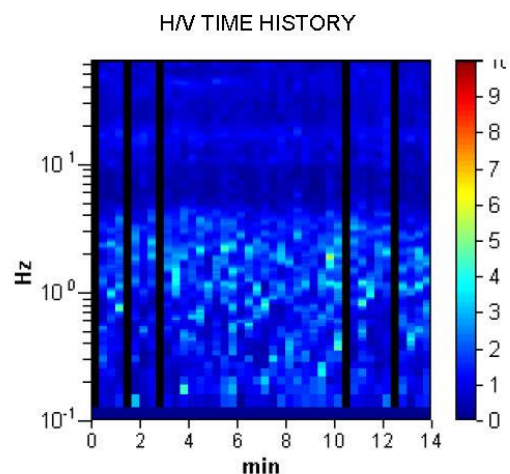
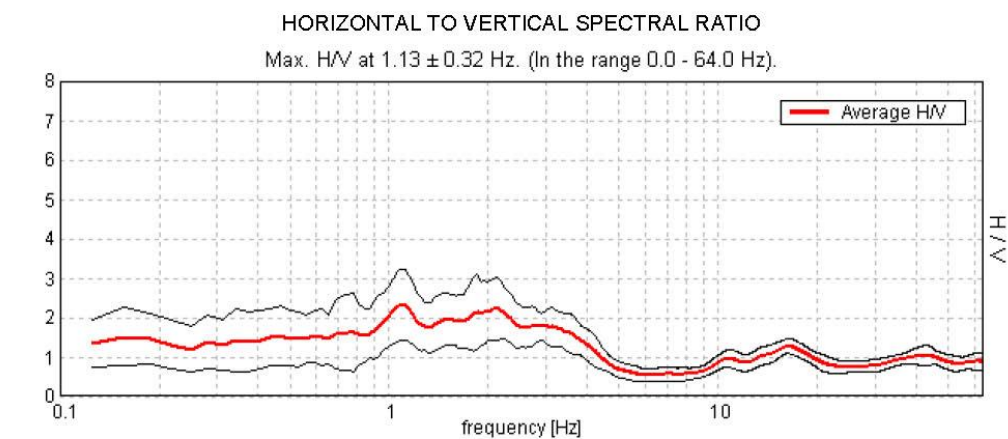


Cerreto d'Esi il 17 giugno 2013
Comm.: Sig. Giacinto Pallottini
Cant.:Monteprandone
Indagine HVSR - N°: 1 del: 12/06/2013

Comm: Sig. Giacinto Pallottini - Cant.: Monteprandone

Cielo	Sereno	Vento	Assente	Precipitazioni	Assenti	Orientamento	0°N
-------	--------	-------	---------	----------------	---------	--------------	-----

Instrument: TEP-0040/01-09
Start recording: 12/06/13 10:33:41 End recording: 12/06/13 10:47:42
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN
GPS location: 013°49.8801 E, 42°55.3670 N (247.3 m)
(UTC time synchronized to the first recording sample): not available in this acquisition mode + 0 samples
Satellite no.: 04
Trace length: 0h14'00". Analyzed 88% trace (manual window selection)
Sampling rate: 128 Hz
Window size: 20 s
Smoothing type: Triangular window
Smoothing: 10%

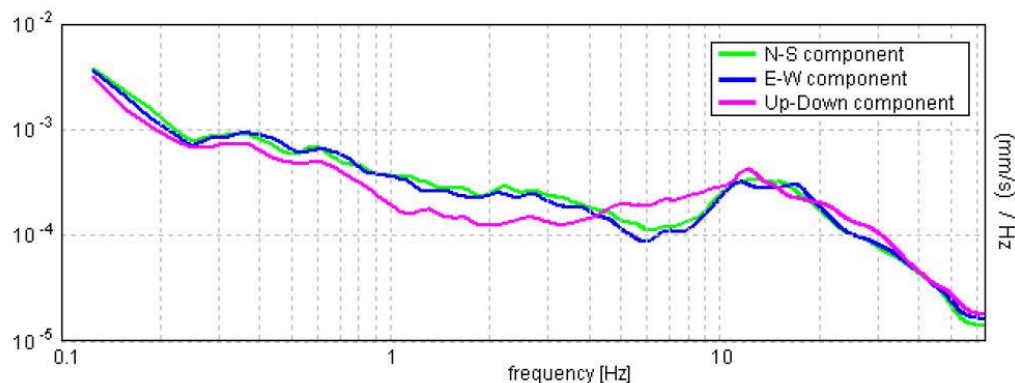


* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



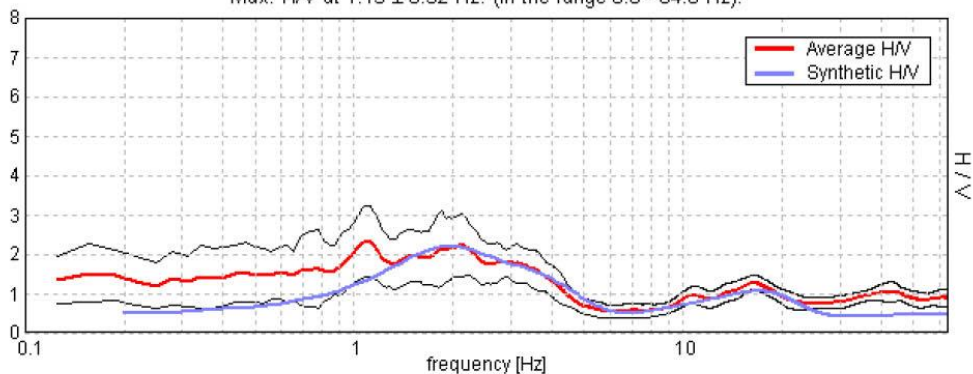
Cerreto d'Esi il 17 giugno 2013
Comm.: Sig. Giacinto Pallottini
Cant.:Monteprandone
Indagine HVSR - N°: 1 del: 12/06/2013

SINGLE COMPONENT SPECTRA



EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at 1.13 ± 0.32 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



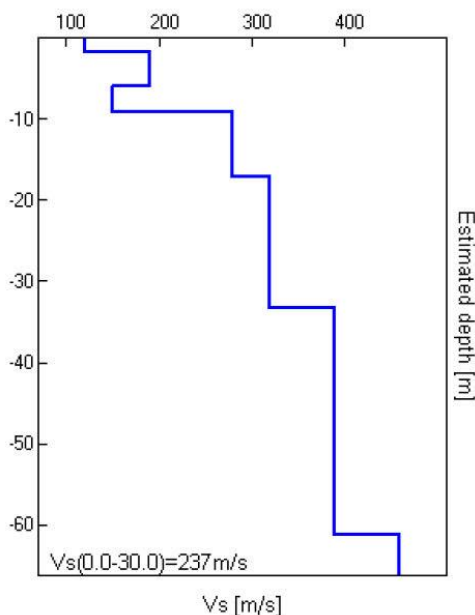
Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
1.70	1.70	120	0.42
6.00	4.30	190	0.42
9.20	3.20	150	0.42
17.20	8.00	280	0.45
33.20	16.00	320	0.45
61.20	28.00	390	0.48
inf.	inf.	460	0.48

$Vs(0.0-30.0)=237\text{m/s}$

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esse il 17 giugno 2013
Comm.: Sig. Giacinto Pallottini
Cant.:Monteprandone
Indagine HVSR - N°: 1 del: 12/06/2013



Categoria	Descrizione
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine mediamente consistenti con spessori superiori a 30 metri, caratterizzati da un graduale aumento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{60(30)} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < C_{u30} < 250$ kPa nei terreni a grana fine)

NOTA: la categoria di sottosuolo viene stabilita in funzione del valore di V_{s30} calcolato a partire dalla quota del Piano Campagna

Commento sul profilo delle velocità

L'analisi del profilo delle velocità mostra una successione di terreni caratterizzati da:

sismostrato 1: ha uno spessore complessivo di m.9,20 riconducibile alla copertura eluvio-colluviale.

sismostrato 2: da m. 9,20 correlabile alla formazione caratterizzata da velocità delle onde progressivamente crescenti con la profondità fino ad un valore stimato di V_s pari a m/s 460.

Frequenza fondamentale di sito e frequenza di risonanza ai fini progettuali

Ogni sito è caratterizzato da una propria frequenza di risonanza fondamentale che può andare da millesimi di Hz a decine di Hz, in particolare in questo caso si è misurata una frequenza massima di picco pari a $1,13 \pm 0,32$.

L'intervallo di frequenze di interesse ingegneristico standard è invece 0,5 - 10 Hz (corrispondenti alle frequenze principali di strutture approssimativamente da 30 a 1 piano). Essendo dunque l'intervallo di frequenze del sottosuolo più esteso di quello possibile per le strutture, alcune frequenze del sottosuolo possono essere trascurate ai fini della progettazione in zona sismica in quanto non comportano aggravii particolari per le strutture standard. In quest'ottica ad esempio non verranno segnalate le frequenze superiori a 20 Hz. Nel caso in esame si evidenzia che l'area sollecitata da input sismico amplifica le onde di superficie ad una **frequenza di risonanza prossima a $1,13 \pm 0,32$ Hz**. Poiché la coincidenza di risonanze tra suolo e struttura comporta un aggravio nell'ampiezza dell'input sismico, la condizione ideale è che la frequenza della struttura sia inferiore rispetto a quella del sottosuolo, tuttavia quando questa condizione non può essere rispettata, è raccomandabile che la struttura venga progettata con frequenze proprie principali maggiori almeno il 40% dei valori segnalati per il sottosuolo.

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso



Cerreto d'Esi il 17 giugno 2013
Comm.: Sig. Giacinto Pallottini
Cant.:Monteprandone
Indagine HVSR - N°: 1 del: 12/06/2013

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

Max. H/V at 1.13 ± 0.32 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable H/V curve [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	1.13 > 0.50	OK	
$n_c(f_0) > 200$	832.5 > 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 55 times	OK	
Criteria for a clear H/V peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
Exists f^+ in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
Exists f^- in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	4.219 Hz	OK	
$A_0 > 2$	2.32 > 2	OK	
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.13731 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$0.15447 < 0.1125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.4302 < 1.78$	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

* documento soggetto a diritti di autore (artt.2575 e seg. C.C.). Vietata la riproduzione senza il preventivo consenso

8. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Al fine di avere un quadro esaustivo di dettaglio del territorio comunale di Montepandone sotto l'aspetto sismico e quindi fornire una valutazione della compatibilità sismica dell'intervento, si è proceduto alla ricostruzione della storia sismica del Comune all'interno del quale è ubicato l'intervento attraverso i dati forniti dall'INGV (Istituto Nazionale Geofisica e Vulcanologia) ed i vari database e progetti sviluppati in merito alla pericolosità sismica, alla registrazione degli eventi sismici ed alla Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità dei forti terremoti.

8.1 Mappa dei forti terremoti degli ultimi 150 anni

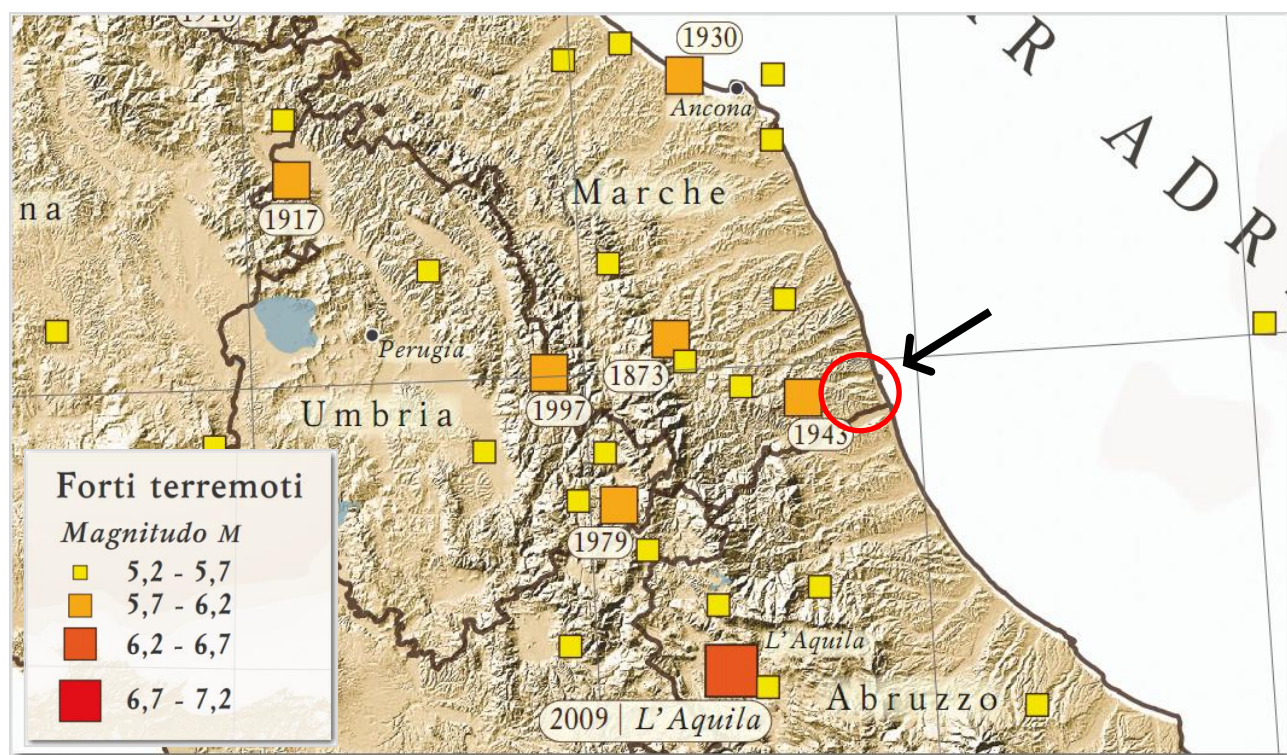
Da 150 anni ad oggi il nostro Paese è stato colpito da più di 170 terremoti forti, fortissimi o addirittura catastrofici. Di questi, 12 sono stati distruttivi (Intensità massima MCS [Mercalli-Cancani-Sieberg] $I_{max} > X$) e hanno provocato complessivamente più di 130 mila vittime. Il terremoto del 1908 (M 7.2, I_{max} X-XI) a Messina e Reggio Calabria è stato il più forte di questi ultimi 150 anni con più di 80 mila vittime e la distruzione quasi totale delle due città che si acciano sullo Stretto. Il più recente terremoto è quello avvenuto in Abruzzo il 6 aprile 2009 (M 6.3, I_{max} IX-X).

In Italia ci sono zone con caratteristiche di sismicità molto diverse:

- aree in cui i terremoti si verificano spesso, con energia generalmente moderata, ma che possono produrre danni (per es. Emilia Romagna e Lazio);
- zone dove avvengono molti terremoti deboli e pochi terremoti più violenti, in media ogni secolo, i cui effetti possono raggiungere o superare intensità IX MCS (per es. Toscana, Umbria, Marche, Basilicata e Friuli);
- aree con forti terremoti e pochi terremoti più deboli.

Queste ultime sono le zone dove si verificano i terremoti più gravi in assoluto perché l'energia accumulata per lungo tempo viene rilasciata tutta insieme (per es. Calabria, Sicilia, Campania e Abruzzo).

Dalla registrazione di tali eventi sismici si evidenzia come l'area di intervento non sia stata direttamente interessata da eventi sismici con Magnitudo $M > 5.2$.



8.2 Valutazione del potenziale sismogenetico e probabilità di forti terremoti

The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS) – Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche

Il Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), il software originale e tutti i relativi testi ed elaborazioni sono il risultato delle elaborazioni dei ricercatori dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. Il database a cui si fa riferimento, include una

grande quantità di materiale originale e pubblicato sulle principali fonti sismogenetiche d'Italia insieme a dati di natura geografica, sismologica, geologica ed informazioni tettoniche ed è stato progettato come "work in progress", e come tale è aperto a continue aggiunte e miglioramenti.

Tale lavoro costituisce nelle sue varie fasi di elaborazione, dal 2009 ad oggi, l'ultimo ed il più aggiornato strumento a scala nazionale per la valutazione, individuazione ed analisi delle Sorgenti Sismogenetiche.

Dall'analisi della documentazione disponibile, emerge limitrofa all'area di interesse la presenza di una Sorgente Composita con sviluppo N-S posta ad Est con codice identificativo **ITCS054**. Dalle Mappe Tematiche di seguito allegate, si evidenziano le caratteristiche di tale Sorgente espresse come Profondità del Tetto che è inferiore ai 3 km e la Magnitudo sviluppabile ≤ 6 .

Si riportano di seguito tutti i dati disponibili dal DISS. Ad Ovest a distanza superiore rispetto alla prima Sorgente ne è presente una seconda con codice identificativo **ITCS020**, di cui si riportano sempre di seguito i dati disponibili e le relative valutazioni.

Sorgente Sismogenetica ITCS054

Urgente: si prega di non modificare i dati.

Informazioni generali			
Codice	ITCS054		
Nome	Southern offshore Marche		
Compilato da	Fracassi, U., e S. Mariano		
Ultimo aggiornamento	21/04/2010		
Parametriche informazioni			
	Parametro	Qual. Prova	
Min Profondità (km)	3	OD	Sulla base dei dati geologici di vari autori.
Profondità massima (km)	6.5	OD	Sulla base dei dati geologici di vari autori.
Strike (gradi)	145-195	OD	Sulla base dei dati geologici di vari autori.
Dip (gradi)	30-50	OD	Sulla base dei dati geologici di vari autori.
Rake (gradi)	80-110	EJ	Dedotto da dati geologici regionali.
Slip (mm / y)	,1-0,5	EJ	Derivato da dati geologici concernenti le strutture adiacenti.
Max Magnitude (Mw)	5.5	EJ	Assunta da dati sismologici regionale.
Q-chiavi:	LD = dati di letteratura; dati OD = Originale; ER = relazione empirica; AR = Relazioni analitiche; EJ Expert = Sentenza		

COMMENTI

Questa Sorgente Composita è a cavallo sul mare Adriatico a largo della costa del sud delle Marche, tra la latitudine delle città di Macerata (a nord-ovest) e di Teramo (a sud-est) rispettivamente. Fa parte del thrust esterno offshore dell'Appennino Umbro-Marchigiano. Questo fronte è il sistema di faglie con vergenza NE al confine orientale della catena appenninica settentrionale, parallela alla costa marchigiana. Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al, 2006;.. Guidoboni et al, 2007) mostrano solo una rada ed intermedia sismicità ($4,5 < M_w < 5,0$), nel 1480 (M_w 5.4, Montepandone) e il 4 settembre 1987 (M_w 5.1, Porto San Giorgio) con terremoti che si sono verificati nei pressi del centro della zona. L'attività tettonica di questa regione non è ancora chiaramente documentata, ma un'interpretazione plausibile è che si tratta di un ramo off-shore superficiale del thrust cieco delle Marche Settentrionali. I dati di sottosuolo di Bally et al.(1986) hanno ben definito anticlinali in mare aperto a sud-est, la cui crescita sarebbe causata dall'avanzamento della porzione NE del thrust. Diverse evidenze suggeriscono che la fascia costiera (onshore) della regione è sottoposta ad una di compressione con trend NE-SW, compresi i meccanismi focali dei terremoti su tutto il fronte esterno (Frepoli e Amato, 1997), in particolare quello del terremoto del 1987 di Porto San Giorgio (Pondrelli et al., 2002), mentre i dati profondi (Montone et al., 2004) hanno illustrato un trend con asse NW-SE a minimo stress.

Il rigetto di questa Sorgente si basa su quello delle strutture regionali mappate ($N145-195^\circ$). L'inclinazione del piano di scorrimento è basata su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche ($30-50^\circ$). La minima e massima profondità della Sorgente si basano su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche relative alla geometria di spinta (3,5 e 6,5 km, rispettivamente). Il tasso di slittamento è stato dedotto dalle osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso ambiente tettonico

con origine a Sud delle Marche in mare aperto (0,1 - 0,5 mm / a). La magnitudo massima è stata assunta dalla sismicità regionale (Mw 5.5).

Figura 01 - mappa strutturale del mare Adriatico centrale

Mappa generale strutturale del mare Adriatico centrale e la sezione dei fronti esterni di spinta (da Scrocca [2006]).

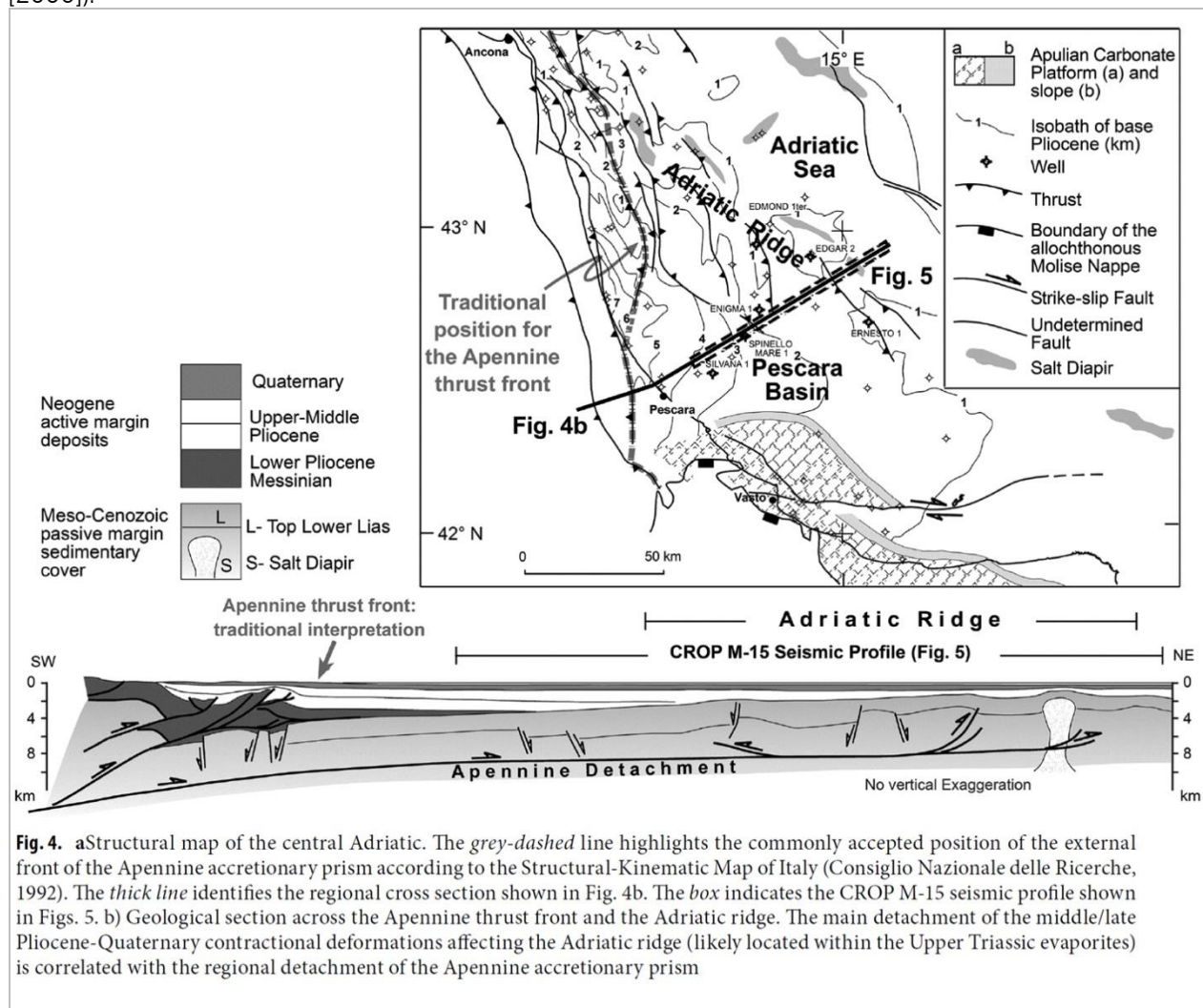


Fig. 4. a) Structural map of the central Adriatic. The grey-dashed line highlights the commonly accepted position of the external front of the Apennine accretionary prism according to the Structural-Kinematic Map of Italy (Consiglio Nazionale delle Ricerche, 1992). The thick line identifies the regional cross section shown in Fig. 4b. The box indicates the CROP M-15 seismic profile shown in Figs. 5. b) Geological section across the Apennine thrust front and the Adriatic ridge. The main detachment of the middle/late Pliocene-Quaternary contractional deformations affecting the Adriatic ridge (likely located within the Upper Triassic evaporites) is correlated with the regional detachment of the Apennine accretionary prism

Sorgente Sismogenetica ITCS020

Informazioni generali			
Codice	ITCS020		
Nome	Sud delle Marche		
Compilato da	Burrato, P., U. Fracassi e S. Mariano		
Ultimo aggiornamento	21/04/2010		
Parametriche informazioni			
	Parametro	Qual. Prova	
Min Profondità (km)	3	OD	Sulla base di geologia strutturale e geodinamica vincoli.
Profondità massima (km)	9	OD	Sulla base di geologia strutturale e geodinamica vincoli.
Strike (gradi)	150-170	OD	Sulla base di vincoli geologici e profili di sismica a riflessione.
Dip (gradi)	30-50	OD	Sulla base di vincoli geologici e profili di sismica a riflessione.
Rake (gradi)	80-100	EJ	Dedotta da dati geologici.
Slip (mm / y)	,1-0,5	EJ	Sconosciuto, valori assunti dai vincoli geodinamici.
Max Magnitude (Mw)	5.9	OD	Derivato dalla grandezza massima di associati singola sorgente (s).
Q-chiavi:	LD = dati di letteratura; dati OD = Originale; ER = relazione empirica; AR = Relazioni analitiche; EJ Expert = Sentenza		

COMMENTI

Questa Sorgente composta a cavallo delle regioni Marche e Abruzzo, tra le città di Macerata (a nord-ovest) e Teramo (a sud-est), è la parte più meridionale del thrust dell'Appennino Umbro-Marchigiano esterno onshore. Questo fronte è il sistema di faglie con vergenza E-NE al confine orientale della catena appenninica settentrionale, parallela alla costa marchigiana.

Cataloghi storici e strumentali (Boschi et al, 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al, 2006; Guidoboni et al, 2007) mostrano un paio di terremoti chiave in questa regione, tra cui (da nord a sud) gli eventi del 100 aC (Mw 5.8, Piceno) e il 3 ottobre 1943 (Mw 5.8, Offida). L'area mostra anche una scarsa sismicità intermedia ($4.5 < Mw < 5.0$).

L'attività tettonica di questa regione non è ancora chiaramente documentata, ma un'interpretazione plausibile è che sia il settore meridionale del thrust cieco delle Marche Settentrionali. I dati di sottosuolo (Bally et al, 1986; Calamita et al, 1991; Scisciani et al, 2002) hanno ben definito il piano di scorrimento che interessa l'intera successione Meso-Cenozoico, in particolare a sud della zona. Diverse evidenze suggeriscono che la regione è sottoposta ad un trend di compressione NE-SW, compresi i meccanismi focali di terremoto su tutto il fronte esterno onshore (Frepoli e Amato, 1997; Pondrelli et al, 2002.), mentre i dati profondi (Montone et al, 2004.) hanno illustrato un trend con asse NW-SE a minimo stress.

Un segmento di questa Sorgente è stato associato con il terremoto del 1943.

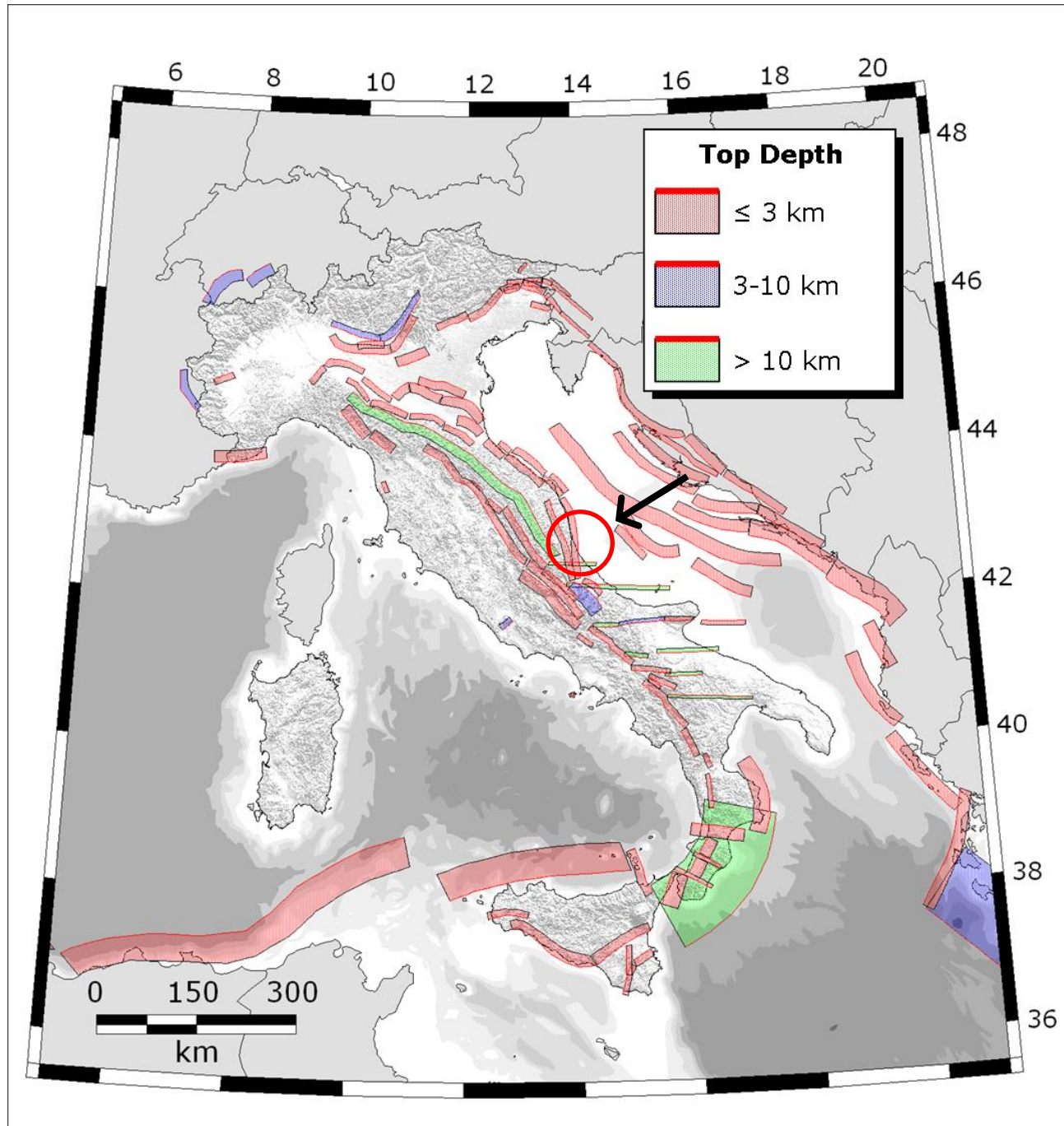
Il rigetto di questa Sorgente si basa su quello delle strutture regionali mappate ($N150-170^\circ$). L'inclinazione del piano di scorrimento è basata su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche ($30-50^\circ$). La minima e massima profondità della Sorgente si basano su dati di sottosuolo e su considerazioni geometriche relative alla geometria di spinta (3,0 e 9,0 km, rispettivamente). Il tasso di slittamento è stato dedotto dalle osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso ambiente tettonico con origine a Sud delle Marche in mare aperto (0,1 - 0,5 mm / a). La magnitudo massima è stata assunta dalla sismicità regionale (Mw 5.9).

Si allegano di seguito le mappe tematiche relative al Database delle Singole Sorgenti Sismogenetiche - Database of Individual Seismogenic Sources (DISS 3.1.0) relativamente alla minima profondità delle sorgenti sismogenetiche ed alla relativa magnitudo massima attesa.

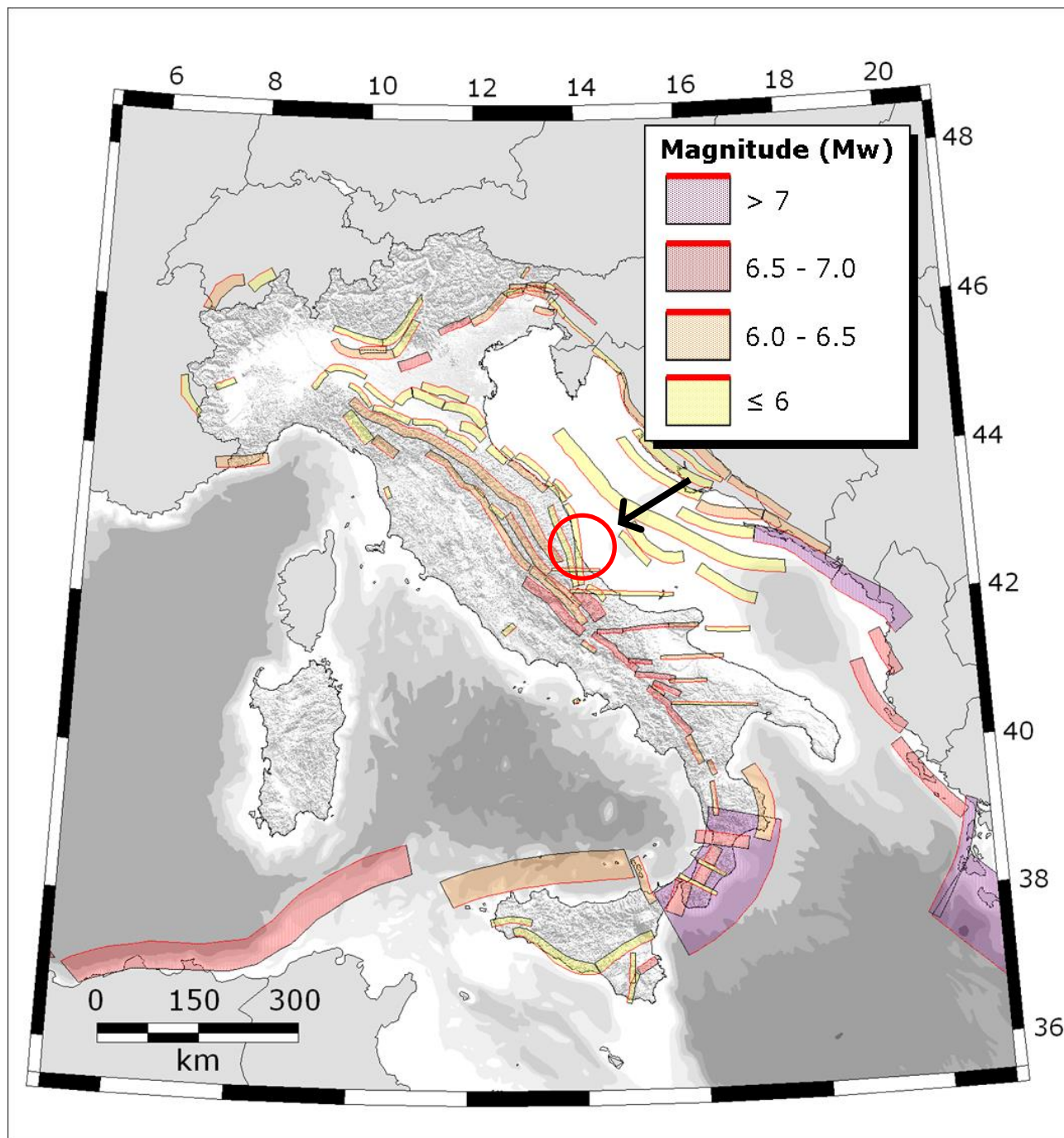
MAPPE TEMATICHE DISS 3.1.0

Basili, R., G. Valensise, P. Vannoli, P. Burrato, U. Fracassi, S. Mariano, M.M. Tiberti, and E. Boschi (2008), The Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), version 3: summarizing 20 years of research on Italy's earthquake geology, *Tectonophysics*, 453, 20-43, doi:10.1016/j.tecto.2007.04.014.

TOP DEPTH - MINIMA PROFONDITA' SORGENTI SISMOGENETICHE



MAGNITUDE – MAGNITUDO MASSIMA SORGENTI SISMOGENETICHE



8.3 Storia sismica di Montepandone

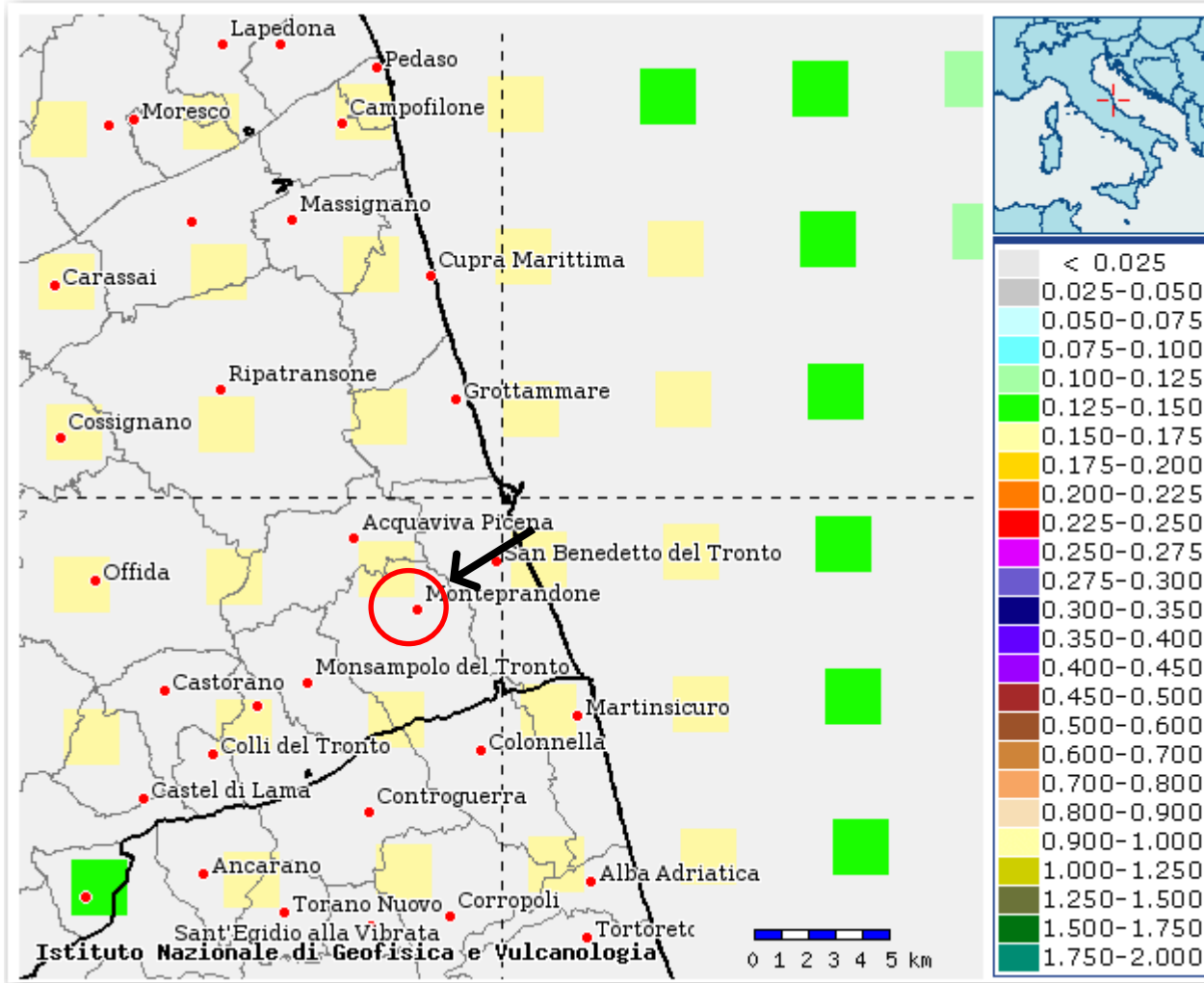
[42.919, 13.835]

Numero di eventi: 18

Effetti	In occasione del terremoto del:				
Is	Anno Me Gi Or Mi	Area epicentrale	Np	Ix	Mw
7-8	1480	MONTEPRANDONE	4	6-7	4.93 ±0.34
6	1882 08 16	GROTTAMMARE	13	7	5.02 ±0.47
7	1943 10 03 08:28	Marche meridionali-Abruzzo	131	8-9	5.83 ±0.14
6	1951 09 01 06:56	SARNANO	81	7	5.34 ±0.20
4-5	1979 09 19 21:35	Valnerina	694	8-9	5.86 ±0.09
4	1980 11 23 18:34	Irpinia-Basilicata	1394	10	6.89 ±0.09
3-4	1984 05 07 17:49	Appennino abruzzese	912	8	5.89 ±0.09
3	1986 10 13 05:10	Appennino umbro-marchigiano	322	5-6	4.65 ±0.09
5	1987 07 03 10:21	PORTO SAN GIORGIO	359		5.09 ±0.09
5	1997 09 26 00:33	Appennino umbro-marchigiano	760		5.70 ±0.09
4	1997 09 26 09:40	Appennino umbro-marchigiano	869	8-9	6.01 ±0.09
3-4	1997 10 03 08:55	Appennino umbro-marchigiano	490		5.25 ±0.09
4	1997 10 06 23:24	Appennino umbro-marchigiano	437		5.46 ±0.09
4-5	1997 10 14 15:23	Appennino umbro-marchigiano	786	7-8	5.65 ±0.09
4-5	1998 04 05 15:52	Appennino umbro-marchigiano	395	6	4.81 ±0.09
5	2004 12 09 02:44	Zona Teramo	224	5-6	4.18 ±0.09
NF	2005 04 12 00:31	Maceratese	137	4-5	4.16 ±0.14
3	2006 04 10 19:03	Maceratese	211	5	4.51 ±0.10



MAPPA INTERATTIVA PERICOLOSITA' SISMICA da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (ag)



CONSIDERAZIONI

Per quanto riguarda nel dettaglio l'area di interesse, ubicata all'interno del territorio comunale di Montepandone, sulla fascia collinare di crinale di raccordo con la piana alluvionale del fiume Tronto e delle vallecicole secondarie, non si evidenziano sorgenti sismotettoniche in grado di provocare, a seguito di attivazione, danni significativi gravi. Ne consegue che gli effetti di terremoti appenninici nell'area della Provincia di Ascoli Piceno e Teramo per l'intervento in esame, a meno di anomale risposte sismiche per condizioni geologiche e/o geomorfologiche particolari, siano trascurabili e/o con effetti ridotti. Dall'ulteriore approfondimento in merito, illustrato nei paragrafi che analizzano il Database DISS ver. 3.1.1 dell'INGV, con la storia sismica del Comune di Montepandone e la Pericolosità Sismica del sito espressa come valore di ag, emerge una Magnitudo massima delle Sorgenti sismotettoniche più vicine non superiore a 5.9 in linea con i valori attesi per l'area ed un valore dell'accelerazione massima del suolo compresa tra 0.150 e 0.175.

San Benedetto del Tronto

09 Ottobre 2017

IL GEOLOGO

dott. Geol. Alessandro Mascitti

[Handwritten signature of Alessandro Mascitti]

[Circular stamp: ORDINE DEI GEOLOGI DELLE MARCHE, Alessandro MASCITTI, Geologo Specialista, N° 717, ALBO SEZIONE A]