



Città di San Benedetto del Tronto
P R O V I N C I A D I A S C O L I P I C E N O

PROGETTO CASA COMUNALE - 1° stralcio

PRG

PROGETTAZIONE

SETTORE SVILUPPO DEL TERRITORIO E DELL'ECONOMIA LOCALE

DIRIGENTE DEL SETTORE

ing. Germano Polidori

SERVIZIO PIANIFICAZIONE URBANISTICA, SVILUPPO SOSTENIBILE E S.I.T.

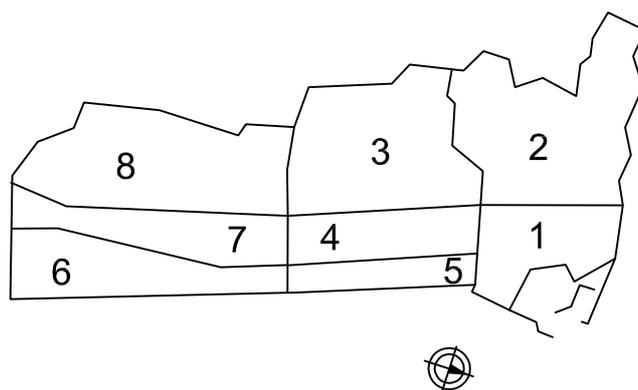
ing. Marco Cicchi

per.ed. Giovanni Ciarrocchi

geom. Ersilio Filiaci

geom. Massimo Forlini

dott. Gianni Tiburtini



CONSULENZA

arch. Luigina Zazio

SINDACO

Giovanni Gaspari

SEGRETARIO GENERALE

dott.ssa Serafina Camastra

RELAZIONI GEOLOGICHE RELATIVE ALLE SINGOLE ZONE SPECIALI

Elab.04

Marzo 2011

PROGETTO CASA
COMUNALE - 1° stralcio

PRG

RELAZIONE GEOLOGICA
RELATIVA ALLA
ZONA SPECIALE N. :

16



REGIONE MARCHE

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

COMMITTENTE: CENTRO SUD S.R.L.

***“PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAPANNONE
ARTIGIANALE ADIBITO AD AUTOCAROZZERIA CON CAMBIO
DI DESTINAZIONE D'USO A CIVILE ABITAZIONE, SITO IN
VIA COLLE DELLA MADDALENA N° 2.”***



S.A.G.I. S.r.l.
SOCIETA' PER L'AMBIENTE,
LA GEOLOGIA E L'INGEGNERIA
VIA PASUBIO 20 – 63037 SAN BENEDETTO DEL TRONTO (AP)
TEL. E FAX 0735/757580-757588
E-MAIL: sagisbt@tin.it - SITO: www.sagistudio.it

**COMMITTENZA:
CENTRO SUD S.R.L.**

ELABORATO TECNICO

Tavola:	ELABORATO: STUDIO GEOLOGICO SISMICO	
SCALA:		
DATA: OTT. 2010 DISEGNATO:	FILE: SERVER/GE/2010/000_10_62 P.B.	
IL PROGETTISTA: GEOL. DOTT. PRIMO FALCIONI	PROJECT MANAGEMENT: S.A.G.I. S.r.l. Società per l' Ambiente, la Geologia e l'Ingegneria	
IL PROJECT MANAGER: GEOL. DOTT. PAOLO BASTIANI	COMMITTENTE: CENTRO SUD S.R.L.	

PROVINCIA DI ASCOLI PICENO

COMUNE DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

“PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAPANNONE ARTIGIANALE
ADIBITO AD AUTOCAROZZERIA CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO
A CIVILE ABITAZIONE, SITO IN VIA COLLE DELLA MADDALENA N° 2.”

COMMITTENTE : CENTRO SUD S.R.L.

INDICE

1.0 PREMESSA	3
3.0 UBICAZIONE	4
4.0 ASSETTO GEOLOGICO	7
5.0 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA	11
6.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	15
6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO	16
6.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE	17
6.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA	17
7.0 PARAMETRI SISMICI	18
8.0 CONCLUSIONI	21

ELABORATO TECNICO: STUDIO GEOLOGICO – SISMICO

1.0 PREMESSA

La presente relazione viene redatta a corredo del **“PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAPANNONE ARTIGIANALE ADIBITO AD AUTOCAROZZERIA CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO A CIVILE ABITAZIONE, SITO IN VIA COLLE DELLA MADDALENA N° 2”**. Con il presente elaborato si intende fornire le peculiarità geologiche e nello specifico i dati relativi la successione litostratigrafia, la caratterizzazione idrogeologica tipica dei luoghi, la parametrizzazione geotecnica del terreno e la caratterizzazione sismica dell'area. Le caratteristiche sismiche del sito sono definite attraverso una indagine specifica secondo quanto richiesto dal D.M. 14 Gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°29 del 04/02/08 suppl. ord. n°30) entrato in vigore nel luglio 2009. L'indagine e le valutazioni sismiche sono precedute da un quadro geologico di dettaglio in cui si evidenziano i tratti salienti ed i parametri geotecnici del terreno. Per la definizione della stratigrafia ed i parametri di resistenza si è realizzata una prova penetrometrica dinamica DPSH spinta sino alla profondità di 7.00m dal p.c., mentre per la caratterizzazione sismica si è eseguita una prova tipo TROMINO - profondità d'investigazione oltre i 30.00m dal p.c..

2.0 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

D.M. LL.PP. del 11/03/1988

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.

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi

D.M. 16 Gennaio 1996

Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche

Circolare Ministero LL.PP. 15 Ottobre 1996 N. 252 AA.GG./S.T.C.

Istruzioni per l'applicazione delle Norme Tecniche di cui al D.M. 9 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 D.M. 16 Gennaio 1996

Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20.3.2003

Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica.

D.M. 14 Gennaio 2008

Norme Tecniche per le Costruzioni (G.U. n°29 del 04/02/08 suppl. ord. n°30).

3.0 UBICAZIONE

L'area in esame è inquadrabile topograficamente sulla tavoletta 1:25000 "San Benedetto del Tronto" quadrante I NE del foglio 133 della Carta d'Italia IGM, ed in particolare è sita in sinistra idrografica del Torrente Albula in via Colle della Maddalena n. 2.

Per meglio identificare l'area in studio si rimanda alla visione degli stralci cartografici di seguito riportati.



STRALCIO IGM

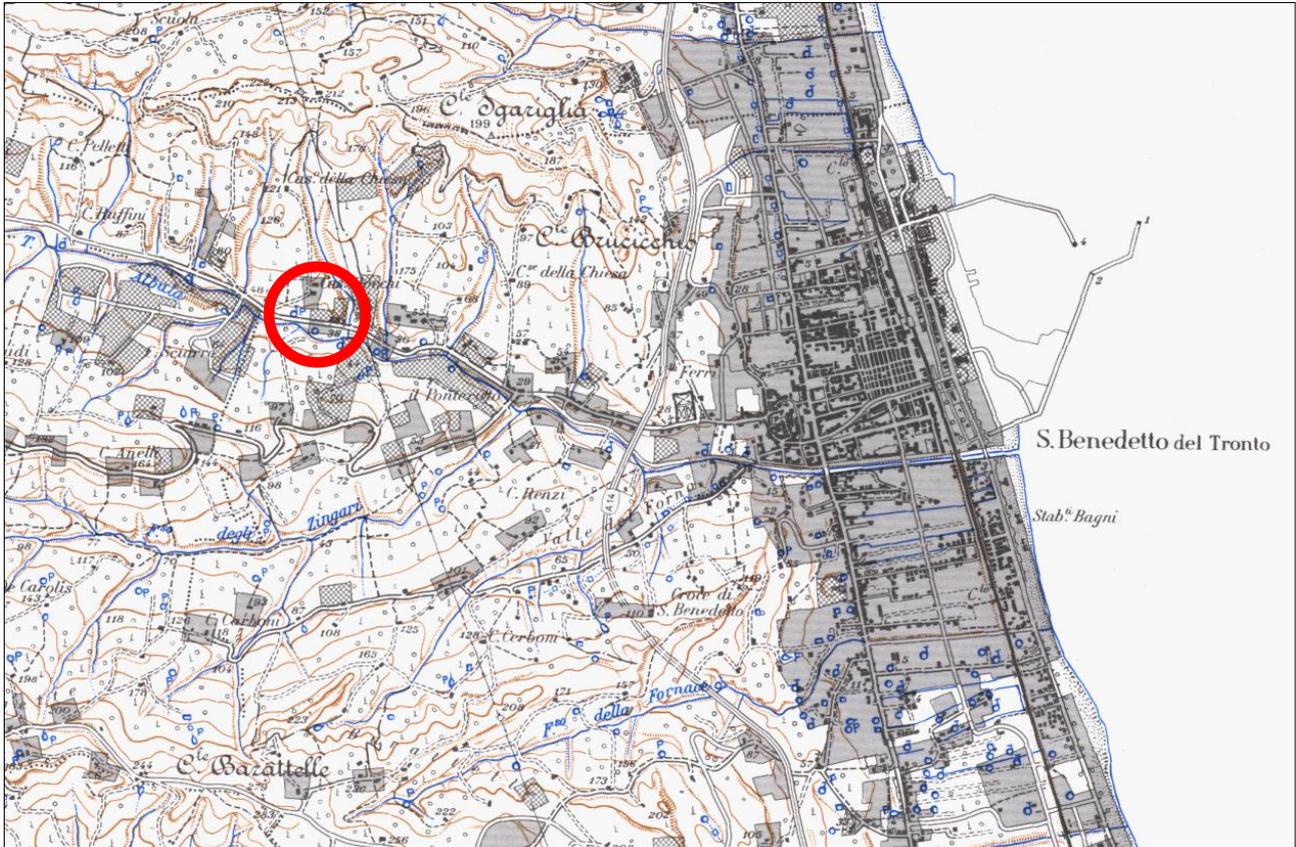


FOTO DA SATELLITE

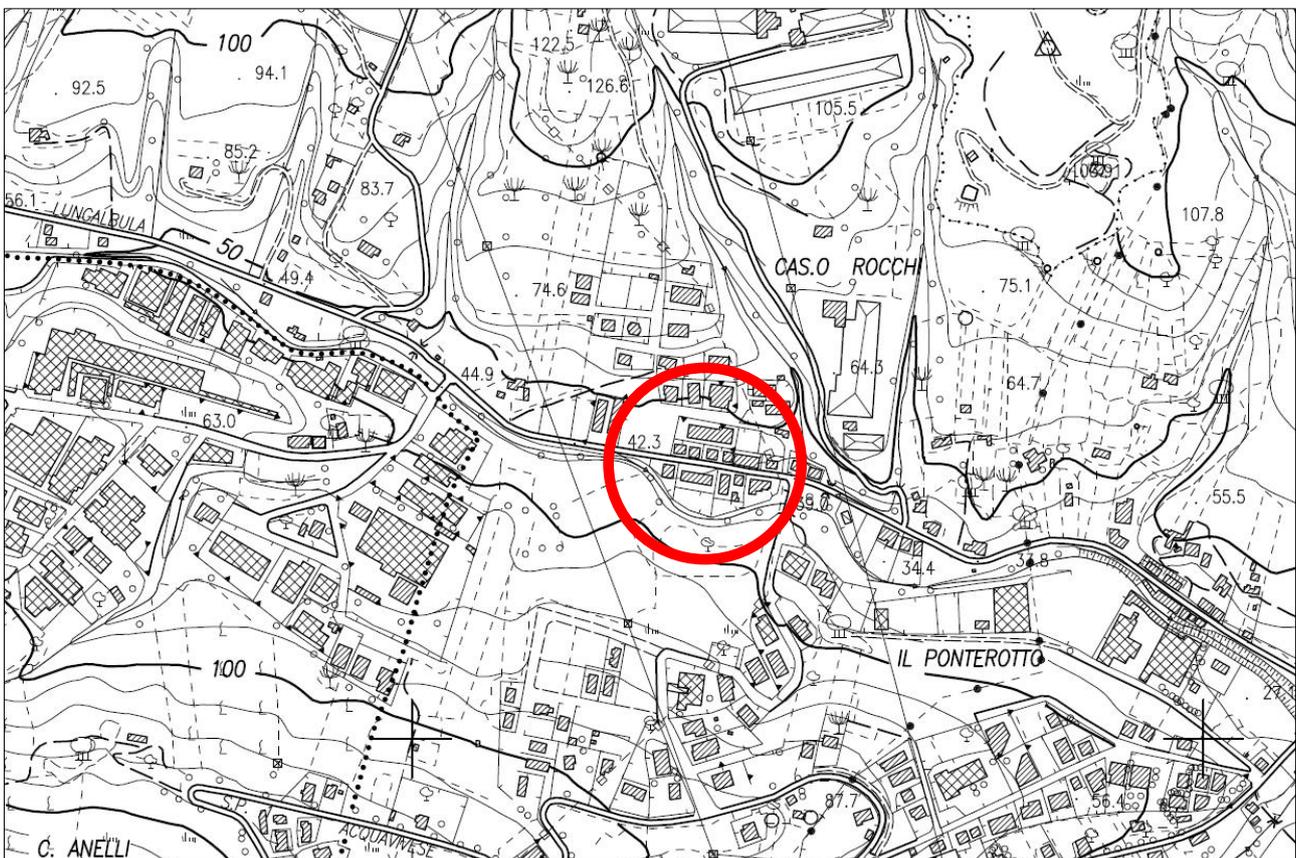




INGRANDIMENTO FOTO DA SATELLITE



PLANIMETRIA CTR



4.0 ASSETTO GEOLOGICO

L'evoluzione del territorio in questione è coeva a quella di tutto il bacino Periadriatico marchigiano-abruzzese, che nel Pliocene inf. era caratterizzato da un motivo strutturale a faglie inverse e pieghe con vergenza orientale. Nel Pliocene–Pleistocene si è avuto un pareggiamento delle suddette strutture in un intervallo di tempo di relativa stasi tettonica, che termina alla fine del Pleistocene inferiore con un'intensa fase di sollevamento, la quale conduce la zona in questione alla completa emersione. In concomitanza con questo fenomeno inizia la deposizione dell'unità sabbioso-conglomeratica di chiusura del ciclo in un ambiente fluvio-deltizio, ove i sedimenti sono rimaneggiati dall'azione del moto ondoso.

Al generale fenomeno di sollevamento è da attribuirsi l'assetto giaciturale delle sopra descritte unità litostratigrafiche le quali rappresentano, nel complesso, una monoclinale blandamente immergente verso NE. Pertanto gli strati risultano basculati e aventi inclinazione via via progressivamente decrescente da Ovest verso Est e variabile da circa 10° a 1°-2°, assumendo pertanto andamento suborizzontale in prossimità della costa.

Il suddetto motivo strutturale risulta a volte interrotto da sistemi di faglie normali orientate in senso appenninico ed antiappenninico. Queste faglie di età quaternaria, generatesi a seguito dell'intensa fase di sollevamento generalizzato, hanno comportato l'innalzamento dei coevi sedimenti marini fino a qualche centinaio di metri s.l.m. E' il caso, ad esempio delle falesie-strutturali, presenti lungo la costa (Celico 1997).

L'importanza delle discontinuità tettoniche esistenti si manifesta nell'impostazione del reticolo idrografico che trova vie di scorrimento preferenziali lungo i suddetti lineamenti strutturali.

In generale una successione litostratigrafica tipo è rappresentata dal basso verso l'alto dalle seguenti unità:

Peliti: Sono costituite in prevalenza da argille marnoso-siltose bluastre con rare intercalazioni siltose o sabbiose. Verso l'alto fanno passaggio alle sabbie con la presenza di alternanze sabbiose argillose.

Sabbie e Conglomerati di chiusura: Si rinvencono al di sopra delle peliti dopo una fascia di transizione rappresentata da alternanze sabbiose ed argillose bioturbate.

Sono costituite da strati di sabbie sciolte e sabbie cementate con intercalazioni di livelli siltosi e ciottoli allineati. Il loro ambiente deposizionale varia da spiaggia sommersa a battigia ed a spiaggia emersa.

Depositi terrazzati del Torrente Albula: sono il prodotto della deposizione dell'erosione e della deposizione del corso d'acqua. Essi sono costituiti da ghiaie sparse su una matrice limosa e sabbiosa. Spesso possono essere confusi con le coperture eluvio colluviali trattandosi della stessa tipologia granulometrica di terreno. Soltanto la presenza delle ghiaie distingue i due depositi sopra menzionati.

Coperture eluvio-colluviali: Le associazioni sopra descritte sono variamente ricoperte da una coltre di depositi di vario spessore, la cui genesi è da ricercarsi nel disfacimento del substrato e nei processi legati alla dinamica fluviale.

La natura di questi sedimenti è principalmente argillosa-limosa e limosa-sabbiosa con a luoghi ciottoli sparsi. Nel caso specifico è stato rilevato uno spessore modesto di tale unità.

In particolare l'area in esame è interessata dalla presenza terreni granulometricamente costituiti in prevalenza da limi e limi sabbiosi in parte di origine continentale, in parte di origine fluviale. Quelli di origine fluviale si distinguono per la presenza di ghiaia. Lo spessore dei depositi fluviali e quelli eluvio colluviali raggiungono circa 6.00-7.00m di profondità e costituiscono l'unità di ricoprimento del sottostante terreno argilloso più compatto di origine marina.

Dal punto di vista geomorfologico, la zona in studio è sita sulla parte bassa di un versante avente acclività inferiore ai 15°. Più in particolare l'area appartiene ad una più ampia zona posta in sinistra idrografica del Torrente Albula.

Il rilevamento geologico-geomorfologico non ha evidenziato per la zona in esame la presenza di aree coinvolte da dissesto idrogeologico, pertanto è da ritenersi stabile

e non affetta da degrado né potenziale né in atto. Sempre in sinistra idrografica ma topograficamente a quote più elevate, si può riconoscere la parte basale dell'associazione sabbioso-conglomeratica di ambiente fluvio-deltizio.

Inoltre sul sito in esame non si osservano fossi di erosione concentrata, né trincee e contropendenze che possano far pensare alla presenza di movimenti gravitativi che interessano l'area.

Dal punto di vista idrogeologico, la prove penetrometrica dinamica eseguita sull'area in esame, non ha messo in evidenza la presenza di falda, ma solamente una leggera umidità al ritiro in superfiche delle aste di prova. L'acqua può comunque essere presente all'interno dei livelli più sabbiosi.

Qualora presente, l'acquifero è comunque caratterizzato da scarse portate e soggetto a variazioni stagionali del livello freatico direttamente legato alla quantità delle precipitazioni nei diversi periodi dell'anno. Va comunque precisato che trattandosi di una ristrutturazione di un edificio esistente, l'interazione tra sistema idrogeologico locale e struttura resta inalterato.



CARTA GEOLOGICA



LEGENDA CARTA GEOLOGICA

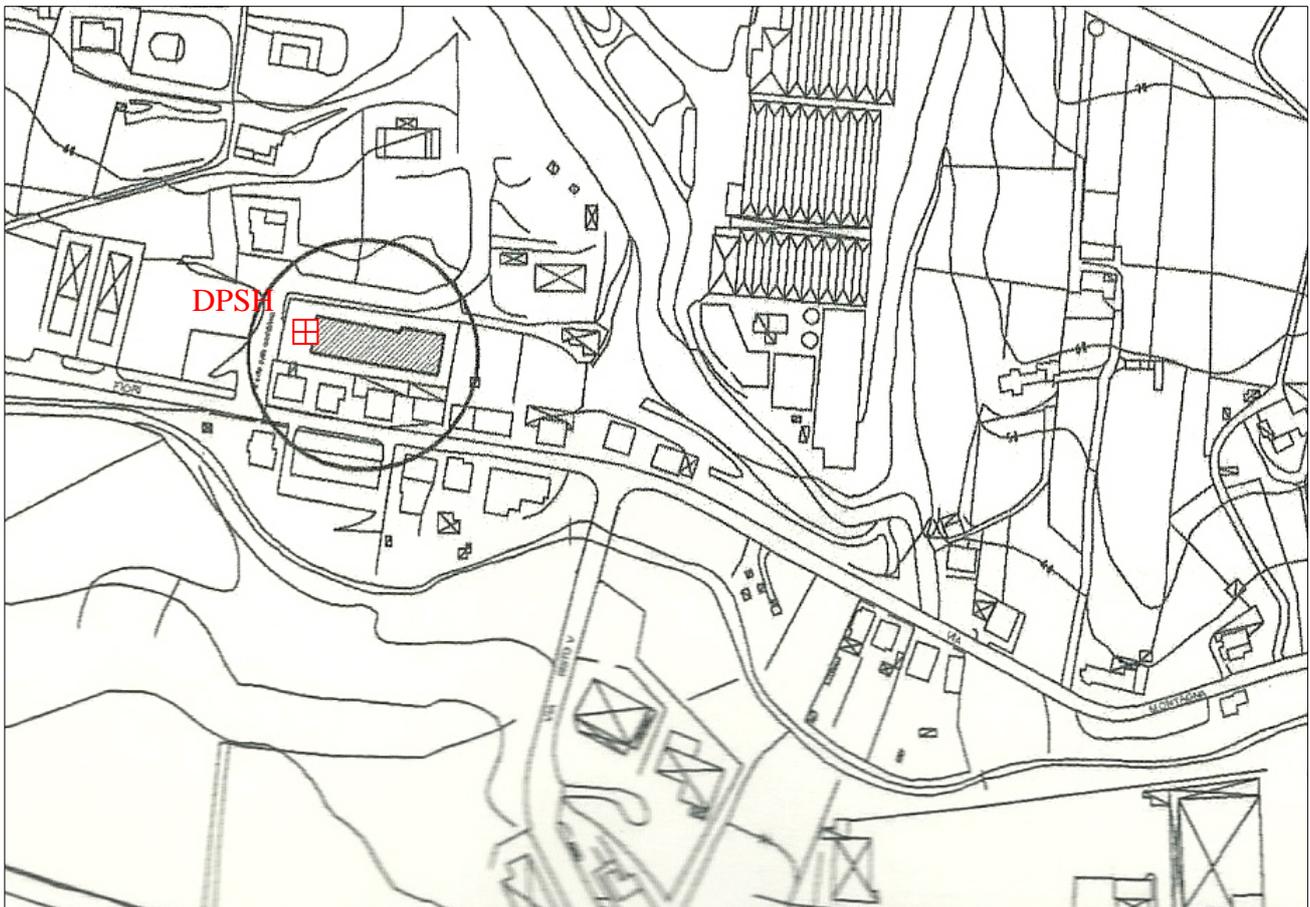
	1. Alluvioni attuali e recenti		2. Depositi eluvio-colluviali
	4. Alluvioni terrazzate (P.sup)		5. Alluvioni terrazzate (P.med.)
	7. Conglomerati e sabbie di tetto		11. Peliti

5.0 CARATTERIZZAZIONE STRATIGRAFICA E GEOTECNICA

La stratigrafia ed i parametri geotecnici del terreno scaturiscono da una prova penetrometrica dinamica DPSH spinta sino alla profondità di 7.00m dal p.c..

Di seguito si riporta la planimetria con l'ubicazione della prova e la colonna stratigrafica ottenuta indirettamente dai risultati d'indagine.

STRALCIO PLANIMETRIA CON UBICAZIONE INDAGINE



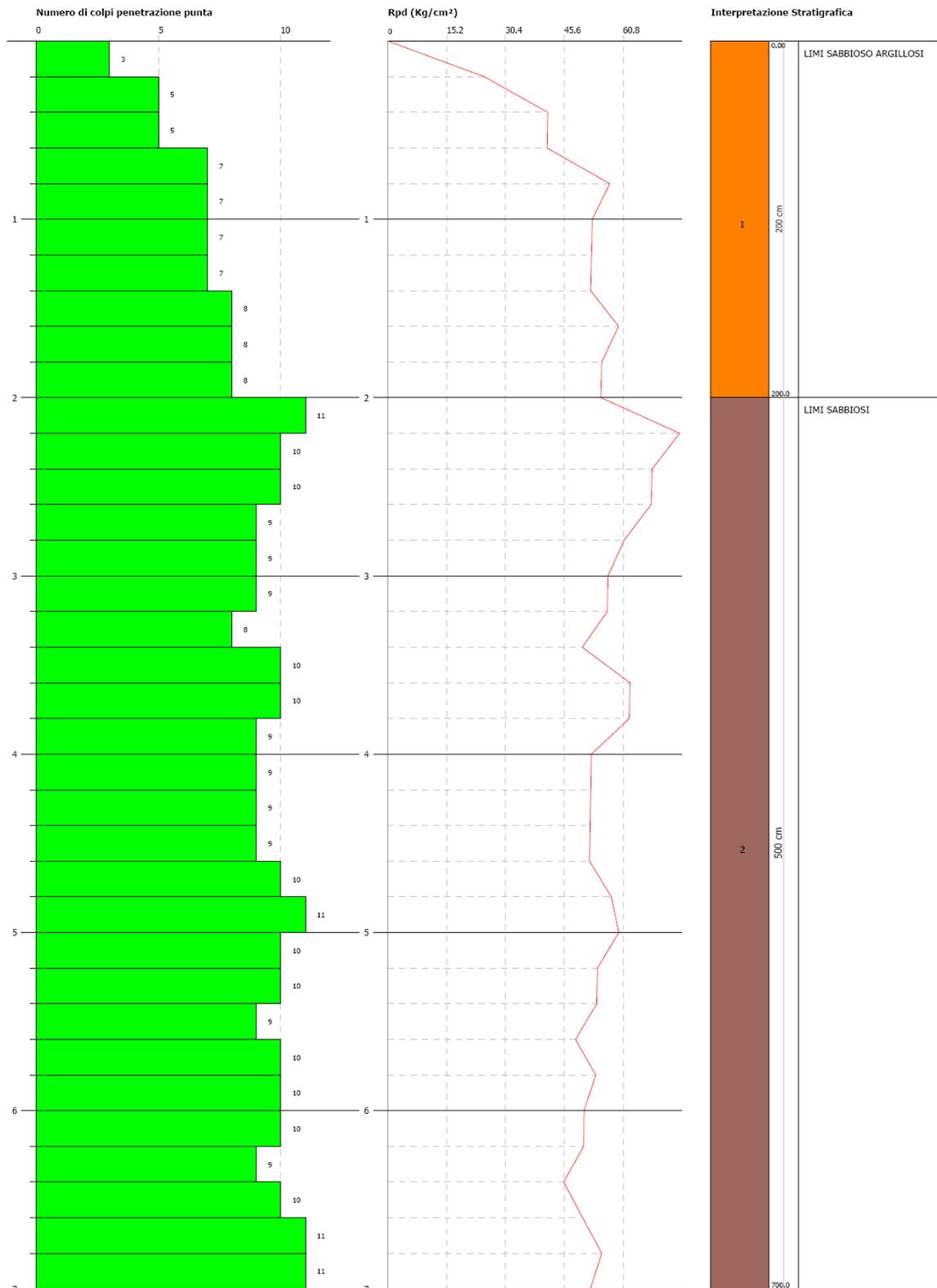


PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Nr.1
Strumento utilizzato... DPSH (Dynamic Probing Super Heavy)
DIAGRAMMA NUMERO COLPI PUNTA-Rpd

Committente : CENTRO SUD S.R.L.
Cantiere : RISTRUTTURAZIONE CAPANNONE ARTIGIANALE CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO A CIVILE ABITAZIONE
Località : VIA COLLE DELLA MADDALENA

Data :21/10/2010

Scala 1:32



STIMA PARAMETRI GEOTECNICI PROVA Nr.1

TERRENI COESIVI

Coesione non drenata

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Cu (Kg/cm ²)
Strato 1	9.78	2.00	Terzaghi-Peck	0.66
Strato 2	14.62	7.00	Terzaghi-Peck	0.99

Qc (Resistenza punta Penetrometro Statico)

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Qc (Kg/cm ²)
Strato 1	9.78	2.00	Robertson (1983)	19.56
Strato 2	14.62	7.00	Robertson (1983)	29.24

Modulo Edometrico

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Eed (Kg/cm ²)
Strato 1	9.78	2.00	Stroud e Butler (1975)	44.87
Strato 2	14.62	7.00	Stroud e Butler (1975)	67.08

Modulo di Young

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Ey (Kg/cm ²)
Strato 1	9.78	2.00	Apollonia	97.80
Strato 2	14.62	7.00	Apollonia	146.20

Classificazione AGI

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Classificazione
Strato 1	9.78	2.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE
Strato 2	14.62	7.00	Classificaz. A.G.I. (1977)	CONSISTENTE

Peso unità di volume

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume (t/m ³)
Strato 1	9.78	2.00	Meyerhof ed altri	1.96
Strato 2	14.62	7.00	Meyerhof ed altri	2.06

Peso unità di volume saturo

	Nspt	Prof. Strato (m)	Correlazione	Peso unità di volume saturo (t/m ³)
Strato 1	9.78	2.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---
Strato 2	14.62	7.00	Bowles 1982, Terzaghi-Peck 1948/1967	---

SINTESI DEI RISULTATI DPSH

STRATIGRAFIA:

da 0.00m a 2.00m terreno limoso sabbioso argilloso;

da 2.00m a 7.00m f.p. limo sabbioso.

PARAMETRI GEOTECNICI:

Unita' A (da 0.00m a 2.00m)

(Terreno limoso sabbioso argilloso)

$\gamma_n = 1.95 \text{ t/m}^3$ (peso dell'unità di volume naturale)

$C_u = 0.65-0.70 \text{ kg/cm}^2$ (coesione non drenata)

$E_d = 45-50 \text{ kg/cm}^2$ (modulo edometrico)

$E_y = 95-100 \text{ Kg/cm}^2$ (modulo elastico)

Unita' B (da 2.00m a 7.00m)

(limoso sabbioso)

$\gamma_n = 1.95 \text{ t/m}^3$ (peso dell'unità di volume naturale)

$C_u = 0.90-1.00 \text{ kg/cm}^2$ (coesione non drenata)

$E_d = 65-70 \text{ kg/cm}^2$ (modulo edometrico)

$E_y = 145-150 \text{ Kg/cm}^2$ (modulo elastico)

6.0 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Le azioni sismiche di progetto devono essere valutate previa conoscenza della **“pericolosità sismica di base”** del sito di costruzione.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa **ag** e di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente **Se (T)**, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza **PVR** nel periodo di riferimento **VR**.

In alternativa è possibile applicare l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla pericolosità sismica del sito.

Ai fini della nuova normativa tecnica per le costruzioni (marzo 2008), le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento **PVR**, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- o **ag** accelerazione orizzontale massima;
- o **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- o **T*C** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Nei confronti delle azioni sismiche gli stati limite, sia di esercizio che ultimi, sono individuati riferendosi alle prestazioni della costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali e gli impianti.

Gli stati limite di esercizio sono:

- **Stato Limite di Operatività (SLO)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, non deve subire danni ed interruzioni d'uso significativi;
 - **Stato Limite di Danno (SLD)**: a seguito del terremoto la costruzione nel suo complesso, includendo gli elementi strutturali, quelli non strutturali, le apparecchiature rilevanti alla sua funzione, subisce danni tali da non mettere a rischio gli utenti e da non compromettere significativamente la capacità di resistenza e di rigidità nei confronti delle azioni verticali ed orizzontali, mantenendosi immediatamente utilizzabile pur nell'interruzione d'uso di parte delle apparecchiature.



Gli stati limite ultimi sono:

- **Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):** a seguito del terremoto la costruzione subisce rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e significativi danni dei componenti strutturali cui si associa una perdita significativa di rigidità nei confronti delle azioni orizzontali; la costruzione conserva invece una parte della resistenza e rigidità per azioni verticali e un margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni sismiche orizzontali;
- **Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC):** a seguito del terremoto la costruzione subisce gravi rotture e crolli dei componenti non strutturali ed impiantistici e danni molto gravi dei componenti strutturali; la costruzione conserva ancora un margine di sicurezza per azioni verticali ed un esiguo margine di sicurezza nei confronti del collasso per azioni orizzontali.

6.1 CATEGORIE DI SOTTOSUOLO

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale tenendo conto della tipologia e caratterizzazione geotecnica dei terreni esistenti in sito. Nel nostro caso specifico si può fare riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento riportate nelle tabelle di seguito allegate, tab. 3.2.II e 3.2.III.

Tabella 3.2.II (Norme Tecniche Costruzioni 2008) – 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 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In aggiunta a queste categorie se ne definiscono altre due per le quali sono richiesti studi speciali allo scopo di meglio caratterizzare l'azione sismica. Queste ulteriori categorie sono di seguito riportate in tabella.

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo

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

6.2 CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione così come descritta in tabella 3.2.IV.

Tabella 3.2.IV – 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 $i > 30^\circ$

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

6.3 VALUTAZIONE DELL'AZIONE SISMICA

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali ed una verticale, da considerare tra di loro indipendenti.



Le due componenti ortogonali indipendenti che descrivono il moto orizzontale sono caratterizzate dallo stesso spettro di risposta o dalle due componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

La componente che descrive il moto verticale è caratterizzata dal suo spettro di risposta o dalla componente accelerometrica verticale.

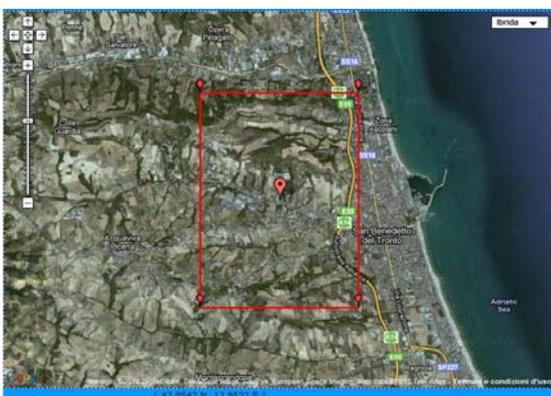
In mancanza di documentata informazione specifica, in via semplificata l'accelerazione massima e lo spettro di risposta della componente verticale attesa in superficie possono essere determinati sulla base dell'accelerazione massima e dello spettro di risposta delle due componenti orizzontali. La componente accelerometrica verticale può essere correlata alle componenti accelerometriche orizzontali del moto sismico.

Attraverso la conoscenza dei parametri sismici ag , F_0 , T^*C e delle caratteristiche topografiche e geotecniche del suolo, è possibile definire l'azione sismica di progetto seguendo la procedura di calcolo dettata dalle nuove norme tecniche per le costruzioni (NTC 2008).

7.0 PARAMETRI SISMICI

Il presente capitolo fornisce, compatibilmente con le competenze di settore, i parametri sismici da utilizzare per la definizione delle forme spettrali (spettri elastici e spettri di progetto) ai fini della progettazione.

Sito in esame.



latitudine: 42,955155 [°]

longitudine: 13,853011 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti,

opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso

IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Sito di riferimento

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	23870	42,934480	13,831560	2886,8
Sito 2	23871	42,934270	13,899800	4460,7
Sito 3	23649	42,984270	13,900110	5016,6
Sito 4	23648	42,984490	13,831770	3691,4

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C

Categoria topografica: T1

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente c_u : 1

	Prob. superament o [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,051	2,454	0,274
Danno (SLD)	63	50	0,064	2,457	0,294
Salvaguardia della vita	10	475	0,183	2,469	0,324

(SLV)					
Prevenzion e dal collasso (SLC)	5	975	0,242	2,490	0,330

Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,500	1,610	1,000	0,015	0,008	0,747	0,200
SLD	1,500	1,570	1,000	0,019	0,010	0,947	0,200
SLV	1,430	1,520	1,000	0,063	0,031	2,561	0,240
SLC	1,340	1,510	1,000	0,091	0,045	3,179	0,280

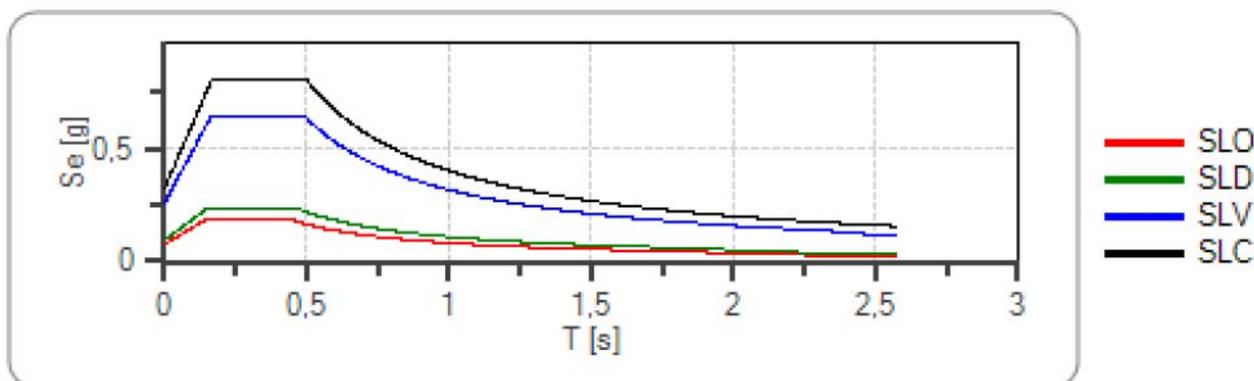
Spettri di risposta

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali e verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso $\xi = 5 \%$

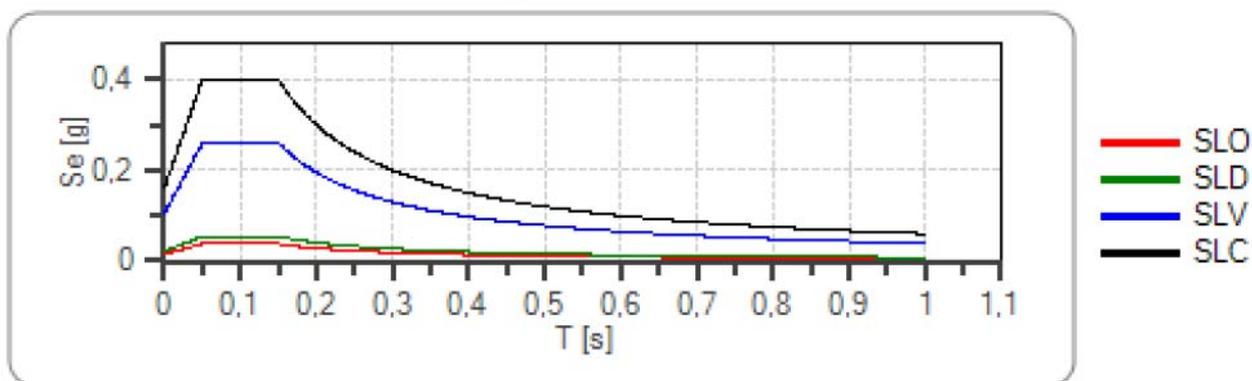
Fattore che altera lo spettro elastico $\eta = 1,000$

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,051	2,454	0,274	1,500	1,610	1,000	1,500	1,000	0,147	0,441	1,803
SLD	1	0,064	2,457	0,294	1,500	1,570	1,000	1,500	1,000	0,154	0,462	1,857
SLV	1	0,183	2,469	0,324	1,430	1,520	1,000	1,430	1,000	0,164	0,492	2,330
SLC	1	0,242	2,490	0,330	1,340	1,510	1,000	1,340	1,000	0,166	0,498	2,568

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	S	η	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1	0,051	2,454	0,274	1,000	1,610	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1	0,064	2,457	0,294	1,000	1,570	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1	0,183	2,469	0,324	1,000	1,520	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1	0,242	2,490	0,330	1,000	1,510	1,000	1,000	1,000	0,050	0,150	1,000

8.0 CONCLUSIONI

Lo studio effettuato sull'area d'interesse ha evidenziato che:

- dal punto di vista geologico, la stratigrafia del sito, messa in luce dalle indagini geognostiche, evidenzia un terreno prevalentemente limoso mediamente consistente per i primi 2.00m per poi gradualmente migliorare sino alla profondità d'indagine a 7.00m dal p.c.. Dal punto di vista idrogeologico, l'indagine non ha evidenziato presenza di una falda, ma solamente di una leggera umidità al ritiro in superficie delle aste di prova. L'acqua può comunque essere presente all'interno dei livelli più sabbiosi. Qualora presente, l'acquifero è

comunque caratterizzato da scarse portate e soggetto a variazioni stagionali del livello freatico direttamente legato alla quantità delle precipitazioni nei diversi periodi dell'anno. Va comunque precisato che trattandosi di una ristrutturazione di un edificio esistente, l'interazione tra sistema idrogeologico locale e struttura resta inalterato;

- sotto il profilo geomorfologico, la zona in studio è sita sulla parte bassa di un versante avente acclività inferiore ai 15°. Più in particolare l'area appartiene ad una più ampia zona posta in sinistra idrografica del Torrente Albula. Il rilevamento geologico-geomorfologico non ha evidenziato per la zona in esame la presenza di aree coinvolte da dissesto idrogeologico, pertanto è da ritenersi stabile e non affetta da degrado né potenziale né in atto. Alla condizione stratigrafica del sito può essere assegnata la categoria "T1":
- attraverso l'approfondimento sismico, effettuato per mezzo di un'indagine di tipo TROMINO, si è individuata la tipologia di suolo interessata in caso di terremoto. La risposta ottenuta al passaggio delle onde sismiche ($V_{s30} = 303\text{m/sec}$) è stata quella di un terreno di tipo "C", ed in particolare **Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati**, o *terreni a grana fine mediamente consistenti*, con spessori variabili superiori a 30.00m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 180 m/s 360 m/s (ovvero con $15 < N_{SPT} < 50$, o $70 < c_u < 250$ kPa);
- Il periodo di oscillazione più importante del sottosuolo valutato dai dati di registrazione strumentale, è quello corrispondente al picco di frequenza 1.88 Hz ($T = 0.53$);
- l'opera appartiene al tipo di costruzione 2 – quindi tra quelle di tipo ordinario con vita nominate $V_n = 50$ anni;
- la classe d'uso è la II $C_u = 1$, quindi affollamento normale, assenza di funzioni pubbliche e sociali.

- I parametri relativi al fabbricato (V_n e C_u) sono stati forniti direttamente dal tecnico progettista che conosce nel dettaglio lo scopo e la funzionalità dell'opera.

Per le verificare la compatibilità dei fabbricati alle sollecitazioni sismiche (nei confronti degli stati limite ultimi e di esercizio), è necessario conoscere la struttura e le azioni gravanti sul terreno.

DOTT. GEOL. PRIMO FALCIONI

In allegato si il report sismico completo, con la descrizione dei metodi adottati ed i risultati ottenuti.

INDAGINE GEOFISICA



CITTA' DI SAN BENEDETTO DEL TRONTO

OGGETTO: INDAGINE GEOFISICA CON TROMINO, METODOLOGIA DI SISMICA PASSIVA CON RESTITUZIONE DELLA FREQUENZA DI RISONANZA PER IL PROGETTO DI RISTRUTTURAZIONE DEL CAPANNONE ARTIGIANALE ADIBITO AD AUTOCARROZZERIA CON CAMBIO DI DESTINAZIONE D'USO A CIVILE ABITAZIONE IN VIA COLLE DELLA MADDALENA N. 2

COMMITTENTE:

SAGI SRL

DOTT. GEOL PRIMO FALCIONI

ASCOLI PICENO 21 OTTOBRE 2010

GEA S.N.C.

GeA s.n.c.
Via del Commercio, 3 - Tel. 0736.344383
63100 ASCOLI PICENO
Partita IVA: 01852210440



Sismica - MASW - Downhole - Tromino

Tomografia Elettrica - Geoelettrica - Misure Inclino metriche

Via del Commercio, 3 - 63100 Ascoli Piceno

Tel/fax 0736.344383 - P.Iva 01852210440 - <http://www.geasnc.it> - e-mail: gea_snc@virgilio.it

PREMESSA

A seguito della richiesta della **SAGI srl** nella persona del **Dott. Geol. Primo Falcioni**, alla scrivente **GeA S.n.c. "Indagini Geofisiche" di Ascoli Piceno**, è stato dato l'incarico, per l'esecuzione di una **misura con tromino** (studio della frequenza fondamentale di risonanza del sito il cui uso potrà essere particolarmente utile, in fase progettuale, agli ingegneri strutturisti che intendano verificare l'interazione dal punto di vista sismico del sistema terreno-struttura. La frequenza principale di risonanza del sottosuolo, costituisce infatti il parametro fondamentale per gli ingegneri, i quali devono assolutamente evitare i fenomeni di doppia risonanza, (coincidenza delle frequenze di vibrazione proprie del sottosuolo con quelle degli edifici), che costituiscono la vera causa delle distruzioni causate da un terremoto).

Dalla misura poi si è ricavato il Vs30.

La campagna di indagine è stata condotta, in data 20 ottobre 2010 effettuando una misura con tromino per la frequenza di risonanza.



Ubicazione indagine

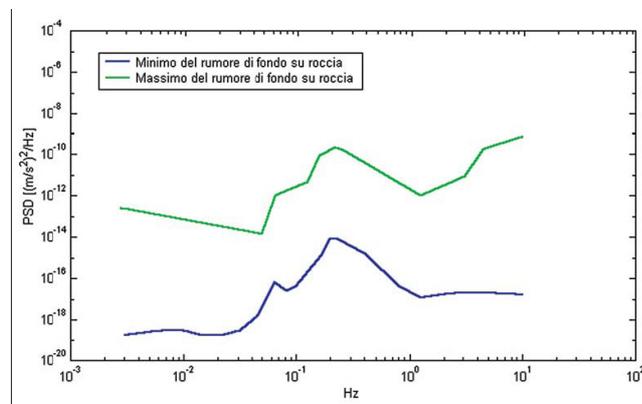
MISURA MICROTREMORE

INTRODUZIONE

Il rumore sismico, generato dai fenomeni atmosferici (onde oceaniche, vento) e dall'attività antropica, è presente ovunque sulla superficie terrestre.

Si chiama anche microtremore poiché riguarda oscillazioni molto più piccole di quelle indotte dai terremoti nel campo prossimo all'epicentro.

Anche l'attività industriale o il traffico veicolare possono generare tremore sismico, soprattutto in alta frequenza (alcuni Hz), che si attenua rapidamente allontanandosi dalla sorgente. In aree prive di sorgenti locali di tremore, in assenza di vento o su basamenti rocciosi tabulari, lo spettro del tremore assume la forma mostrata in Figura:



dove le curve blu e verdi indicano rispettivamente le ampiezze 'massima' e 'minima' assunte come standard per il rumore sismico di fondo dal Servizio Geologico degli Stati Uniti (USGS).

Lo spettro del rumore sismico diminuisce in corrispondenza delle alte frequenze e mostra due massimi a 0.14 e 0.07 Hz.

Questi massimi sono probabilmente legati al moto ondoso degli oceani i cui effetti si propagano a distanze anche dell'ordine delle migliaia di km dalla costa a causa delle particolari modalità di propagazione delle onde superficiali.

I metodi che si basano sulla sua acquisizione si dicono passivi in quanto il rumore non è generato ad hoc, come ad esempio le esplosioni della sismica attiva.

Durante un terremoto, se la frequenza di risonanza del sottosuolo coincide con quella degli edifici presenti, può avere luogo un fenomeno di accoppiamento fra le due modalità di vibrazione. Questo effetto di amplificazione sismica produrrà un grande aumento della sollecitazione sugli edifici.

L'amplificazione sismica è la prima causa dei danni indotti dal terremoto, anche più importante della dimensione del terremoto stesso.

STRUMENTAZIONE

Le misure del microtremore ambientale, della durata minima di 20 minuti, è stata effettuata

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.

I dati di rumore, amplificati e digitalizzati a 24 bit equivalenti, sono stati acquisiti alla frequenza di campionamento di 128 Hz.

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.

Le misura a stazione singola in campo aperto è stata orientata secondo il Nord.

ACQUISIZIONE DATI

Per l'acquisizione il Tromino viene posizionato sul terreno cercando di ottimizzare al meglio l'accoppiamento terreno strumento, più importante del livellamento.

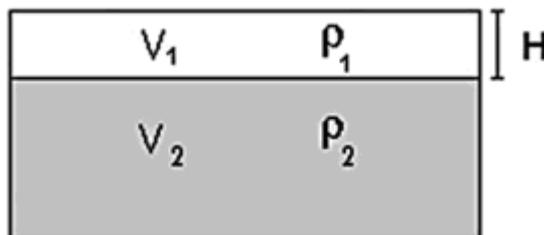
Nel posizionamento è preferibile posizionare lo strumento con l'asse maggiore in direzione del Nord nelle misure su terreno, mentre per le misure su edifici viene posizionato lungo l'asse principale dell'edificio.

Una volta posizionato lo strumento, come precedentemente detto, si parte con l'acquisizione che ha una durata di circa 20 minuti.

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 Figura 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.



L'onda così riflessa interferisce con quelle incidenti, sommandosi e raggiungendo le ampiezze massime (condizione di risonanza) quando la lunghezza dell'onda incidente (l) 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:

$$(f_r) = V_{s1}/4H \quad (f_r) = V_{p1}/4H \quad [1]$$

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 ANALISI DATI

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

1. le curve HVSR, ottenute col software Grilla in dotazione al tomografo TROMINO, con parametri:

- ⇒ larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- ⇒ lisciamento 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.

2. le curve dello spettro di velocità delle tre componenti del moto (ottenute dopo analisi con gli stessi parametri del punto 1).

RISULTATO INDAGINE

SAN BENEDETTO, VIA MONTAGNA DEI FIORI 02

Instrument: TEP-0064/01-10

Start recording: 20/10/10 17:10:06 End recording: 20/10/10 17:30:07

Smoothing window: Triangular window

Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

GPS data not available

Trace length: 0h20'00". Analysis performed on the entire trace.

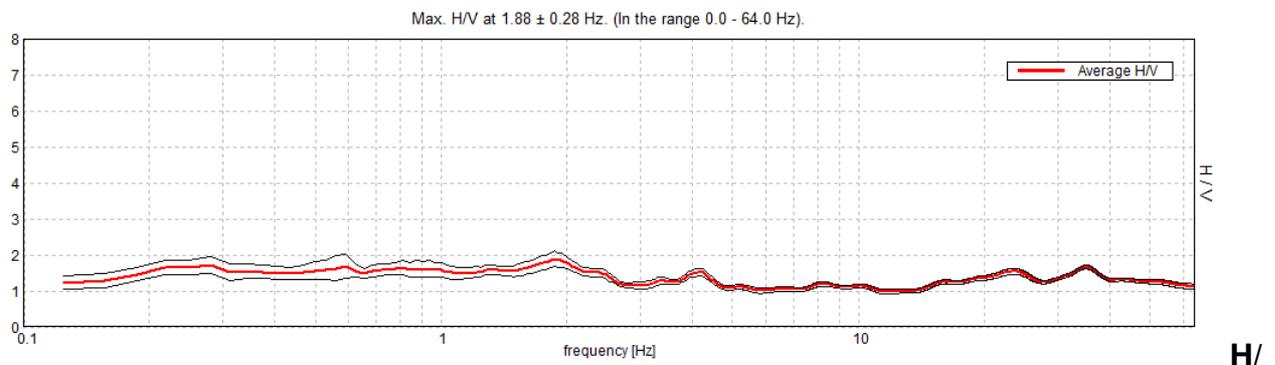
Sampling frequency: 128 Hz

Window size: 20 s

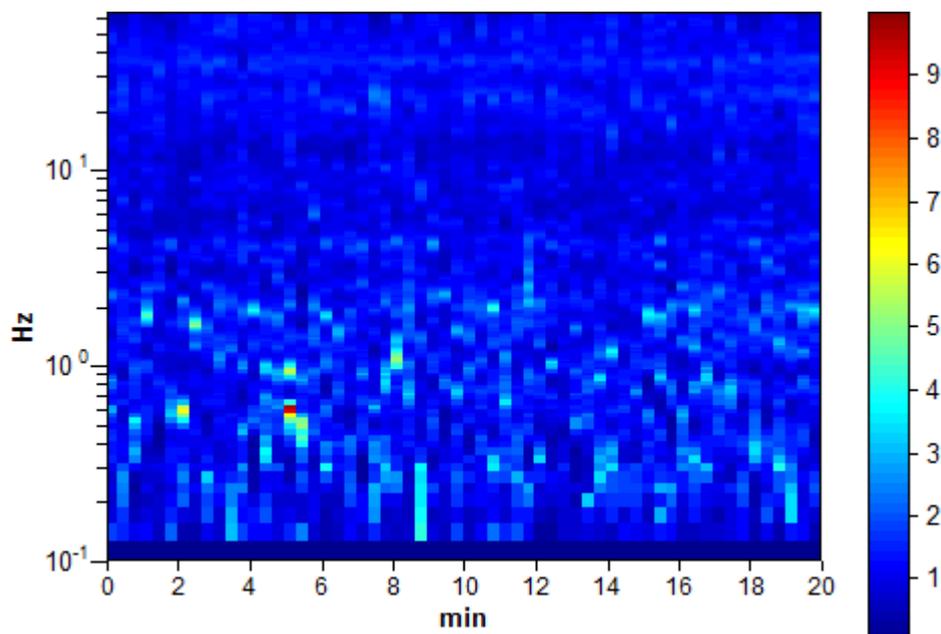
Smoothing window: Triangular window

Smoothing: 10%

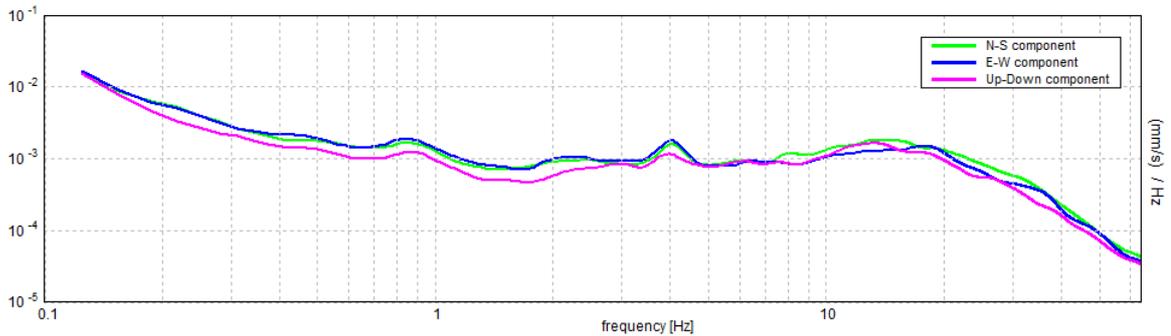
HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO



V TIME HISTORY



SINGLE COMPONENT SPECTRA



Sesame Guidelines (2005)

Max. HVSR at 1.88 ± 0.28 Hz. (in the range 0.0 - 64.0 Hz).

Criteria for a reliable HVSR curve [All 3 should be fulfilled]

$f_0 > 10 / L_w$	$1.88 > 0.50$			OK
$n_c(f_0) > 200$	$22505.0 > 200$			OK
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5$ Hz	Exceeded	0 out	91	OK
$\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5$ Hz	times	of		

Criteria for a clear HVSR peak [At least 5 out of 6 should be fulfilled]

Exists f_- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f_-) < A_0 / 2$	31.528 Hz	OK
Exists f_+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f_+) < A_0 / 2$	1351 Hz	OK
$A_0 > 2$	$2.15 > 2$	OK
$f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.0425 < 0.05$	OK
$\sigma_f < \epsilon(f_0)$	$0.1398 < 0.1875$	OK
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1054 < 1.78$	OK

EXPERIMENTAL VS. SYNTHETIC H/V

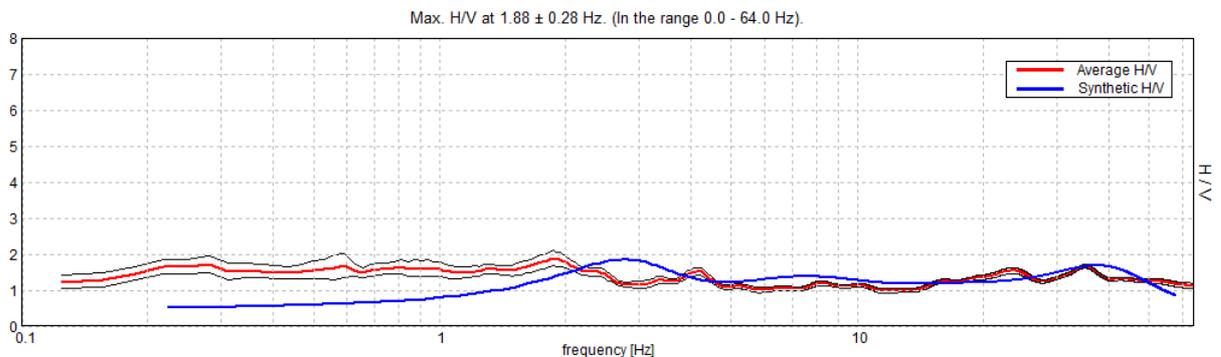
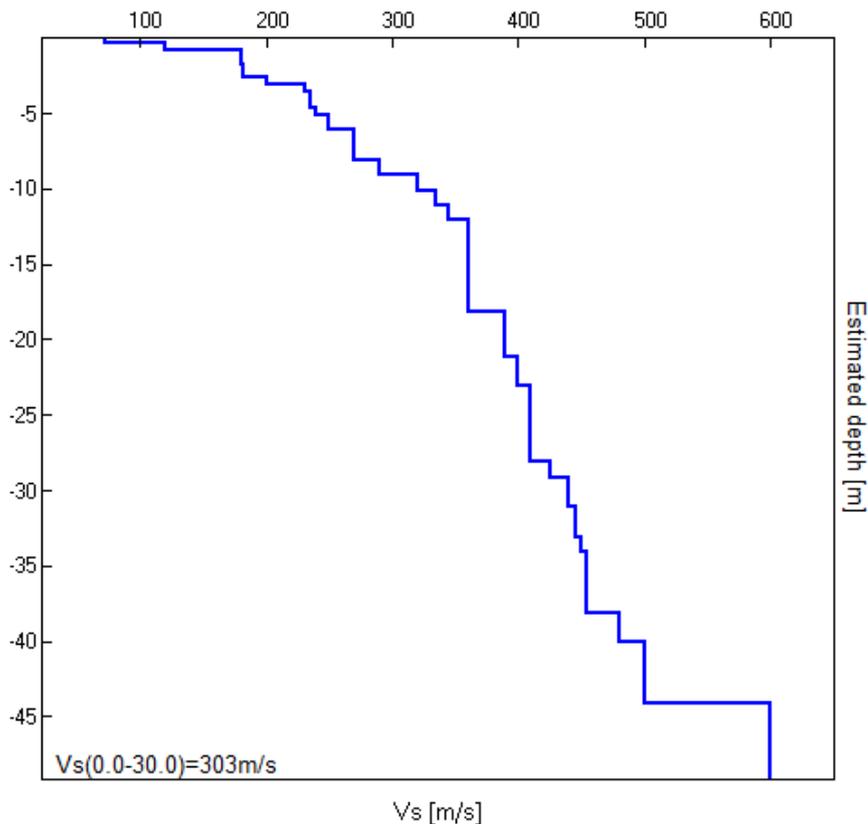


TABELLA VELOCITA' ONDE S

Depth (layer bottom) [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson Ratio
0.30	0.30	72	0.35
0.80	0.50	120	0.35
1.80	1.00	180	0.35
2.60	0.80	181	0.35
3.10	0.50	200	0.35
3.60	0.50	230	0.35
4.60	1.00	235	0.35
5.10	0.50	240	0.32
6.10	1.00	250	0.32
8.10	2.00	270	0.32
9.10	1.00	290	0.32
10.10	1.00	320	0.32
11.10	1.00	335	0.30
12.10	1.00	345	0.30
18.10	6.00	360	0.30
21.10	6.00	390	0.30
23.10	2.00	400	0.30
28.10	5.00	410	0.30
29.10	1.00	425	0.28
31.10	2.00	440	0.28
33.10	2.00	445	0.28
34.10	1.00	450	0.28
38.10	4.00	455	0.26
40.10	2.00	480	0.26
44.10	4.00	500	0.25
inf	inf	600	0.25

$V_s(0.0-30.0)=303\text{m/s}$



COMMENTO

Esaminando la registrazione vediamo che il picco massimo è a 1.88 Hz. **Questa ricostruzione appare compatibile con il modello geofisico del sottosuolo che scaturisce dall'inversione della curva H/V.**

In questa analisi il periodo di oscillazione più importante del sottosuolo che caratterizza il sito, è quello corrispondente al picco di frequenza 1.88 Hz (T = 0.53).

Per quello che concerne il Vs30 abbiamo un valore di 303 m/s.

Con tale valore di Vs30 si ha una categoria di suolo:

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

OPERATORE
Dott. Geol. Gianluigi Bartolini

RESPONSABILE
GeA S.n.c.

GeA s.n.c.
Via del Commercio, 3 - Tel. 0736.344383
63100 ASCOLI PICENO
Partita IVA: 01852210440

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Registrazione tremori ambientali tramite Tromino