SPAZIO PER LGI ENTI PREPOSTI

CRESCI VITO

GEOLOGO

ALBO REGIONE UMBRIA N.464

Via SETTEMBRINI 15
07073 - S. MARIANO DI CORCIANO (PG)

Cell. 347.6004574

e-mail
cresci@geoap.it

p. I.V.A.
02952980544
c.f.
CRSVTI79B16G062H

Timbro e firma

Procedimento unico ai sensi del DPR 160/2010 per la demolizione e ricostruzione con delocalizzazione di un edificio a destinazione prevalentemente residenziale e marginalmente servizi danneggiato dal sisma del 24.08.2016 e successivi.

RELAZIONE GEOLOGICA (NTC 2018)

RELAZIONE SISMICA

COMUNE DI NORCIA

PROVINCIA DI PERUGIA

LOCALITA': VIA DELLA STAZIONE

COMMITTENTE:
FRASCHETTI PAOLA (DELEGATO)
VIA ANNIBALE VECCHI 102
PERUGIA (PG)

DATA: MARZO 2025

Il progettista (P.P.V.)

PAGINE: N. 8

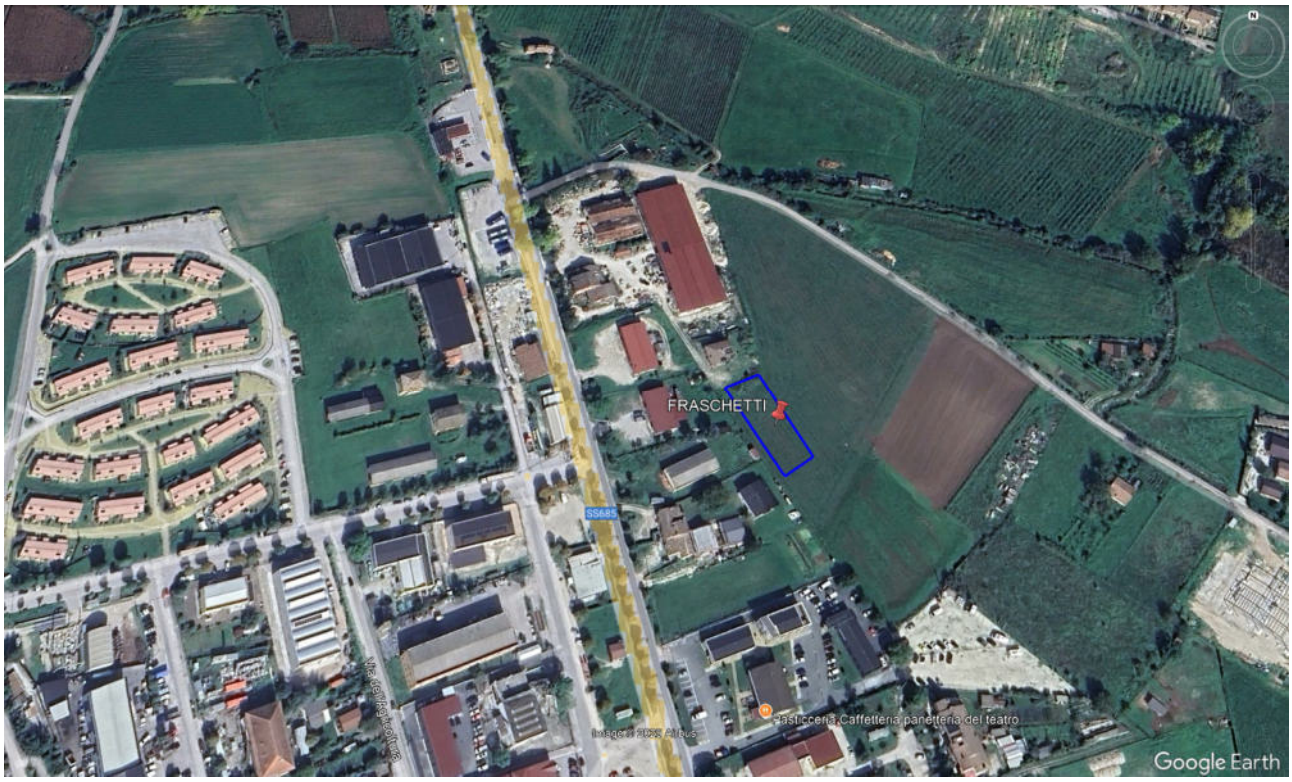
TAVOLE: 1-6

FORMATO: A3-A4

PREMESSA

Su incarico e per conto della committenza, lo scrivente ha redatto il presente lavoro, riferito alla demolizione-ricostruzione di un fabbricato residenziale, con in seguito ai sismi del 2016-2017, con localizzazione dello stesso in area limitrofa e modifica della sagoma originaria

Lo scopo di questo elaborato è quello di caratterizzare dal punto di vista geologico s.l. e sismico i terreni, ai sensi delle normative vigenti ed in particolare delle NTC 2018.



L'indagine geologica si è svolta secondo le seguenti fasi operative:

- Raccolta dei dati bibliografici, tecnici e cartografici;
- Rilevamento geologico di superficie dell'area in esame;
- Esecuzione indagini penetrometriche (n. 5 DPSH+n.2 carotaggi) (GEOUMBRIA SERVICE);
- Esecuzione indagini geofisiche: (GEOUMBRIA SERVICE);
- Reperimento sismica in foro DOWH HOLE limitrofa
- Interpretazione - elaborazione dei dati e stesura della presente relazione.

Si allegano i seguenti elaborati:

- ✓ Estratto Tavoletta IGM in scala 1:25.000
- ✓ Estratto Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000;
- ✓ Estratti IFFI-PAI-PSC con foto aerea
- ✓ Estratto carta litologica.
- ✓ Planimetria ubicazione indagini.
- ✓ Sezione interpretativa (litostratigrafica e litotecnica).

INQUADRAMENTO E CARTOGRAFIA DI RIFERIMENTO

L'area oggetto di indagine è situata a sud del nucleo di Norcia, all'inizio della zona artigianale.
La cartografia di riferimento è la seguente:

- Foglio 132 III N.E. - Cartografia I.G.M su scala 1: 25.000
- ELEMENTO 337020 - C.T.R. AL 10.000
- Coordinate geografiche LAT 42.798515° LON 13.101817° (fabbricato)
- Coordinate UTM: 344775.43 m E, 4740187.93 m N (zona 32 T) (fabbricato)
- Quota assoluta 671 m s.l.m.
- DATI CATASTALI : FOGLIO 123 P.LLA 275

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E LITOSTRATIGRAFICHE

La zona oggetto di studio è situata nel Nucleo artigianale-produttivo di via della Stazione, in area sub pianeggiante. L'intera area commerciale è poco acclive, con una zona lievemente depressa poco a nord, in corrispondenza dell'impluvio del T. Torbidone.
Più in generale l'area è di tipo alto collinare, con quote superiori ai 600 m mentre l'abitato di Norcia è poco al di sotto di tale quota; la morfologia è dal tabulare all'ondulato nell'area perimetrale al centro storico, con la nota piana (di origine tettonica) che si allunga verso SE. Più esternamente si passa a zone montane, con quote abbondantemente oltre i 1000 m e rilievi dai fianchi abbastanza regolari, con vette spesso articolate.
In accordo con i tematismi PAI, PRG, IFFI, dal rilievo geomorfologico di dettaglio, non sono emersi indizi di dissesti idrogeologici in atto o latenti e l'opera di progetto non andrà ad alterare significativamente gli equilibri esistenti.
Dal punto di vista geolitologico affiorano depositi recenti (Olocene Pleistocene) con prevalenza di detrito grossolano (ghiaie formate da clasti di maiolica) talora anche cementato e subordinate sabbie limose con ciottoli eterometrici. In corrispondenza degli alvei e nelle aree limitrofe si hanno depositi alluvionali recenti sempre sabbiosi e ghiaiosi, talora terrazzati.
Nelle zone montane prevale la maiolica.
Presenti vari lineamenti tettonici, l'area è notoriamente attiva dal punto di vista sismico ma non si hanno fagliazioni intersecanti la struttura, la più prossima è poco a SW e borda l'abitato di Norcia.

CARATTERISTICHE IDROGRAFICHE ED IDROGEOLOGICHE

L'idrografia superficiale dell'area è molto semplice in quanto si hanno pochi impluvi e tre corsi d'acqua principali: il F. Sordo, il Fosso Sandria, ed il T. Torbidone, riemerso per un tratto dopo i sismi del 2016-2017 mentre prima defluiva in sub-alveo.
La permeabilità sarà quindi medio alta nelle coltri sabbiose-ghiaiose (primaria) mentre sarà più bassa e legata alla fratturazione (secondaria) nelle formazioni litoidi.
Dalle cartografie consultate e da riferimenti bibliografici si ipotizza una falda intorno a 25 m .

SUCCESSIONE LITOSTRATIGRAFICA DI DETTAGLIO (MODELLO GEOLOGICO)

Integrando i dati cartografici, il rilievo geologico di superficie e le indagini geognostiche (n. 5 DPSH+2 carotaggi), è stato ricostruito il modello geologico del sito in esame. Le verticali geognostiche hanno messo in evidenza una coltre superficiale eterogenea, attribuibile a **terreno vegetale** (FACIES R) spesse di 60-180 cm e piuttosto eterogeneo. Seguono depositi addensati **ghiaie cementate/addensate** (FACIES B, con letto ben oltre i 10 m dei carotaggi. Dal carotaggio limitrofo (condizionato a Dowh hole) si hanno coperture addensate sino (ed oltre) i 30 m.

SABBIE GROSSOLANE = FACIES R
GHIAIE ADDENSATE = FACIES A

INDICAZIONI GEOTECNICHE (VALORI CARATTERISTICI)

Riassumendo quanto detto precedentemente, partendo dai valori nominali (ottenuti con le indagini geognostiche), elaborati con le opportune formule statistiche, si è giunti ai seguenti valori caratteristici:

litologia	litofacies	Letto (m)	φ_k (°)	Cu_k (kN/m^2)	c'_k (kN/m^2)	γn_k (kN/m^3)	γsat_k (kN/m^3)	E_{ed_k} (kN/m^2)
TERRENO VEGETALE	FACIES R	0.6-1.8	23.4	0	0	17.5	18.7	4100
GHIAIE ADDENSATE	FACIES A	>30	33.4	0	0	19.4	20.1	11500

Il progetto prevede la DEMOLIZIONE-ricostruzione del fabbricato danneggiato dai sismi, con la delocalizzazione per realizzare, nella zona lievemente sopraelevata, un edificio più basso ma più esteso. Le fondazioni verranno verificate dal tecnico strutturista che valuterà il tipo più idoneo, a patto di fondare oltre la coltre vegetale (quindi oltre 60-180 cm di profondità).
I parametri da utilizzare per il calcolo sono quelli (caratteristici) riportati nella tabella precedente e nella sezione allegata (tavola 6), per la geotecnica, mentre l'azione sismica è riportata più avanti (RSL III, classe topografica T1). Dalla RSL III è emerso uno spettro lievemente superiore a quello della categoria si suolo B, più simile a quello "C".

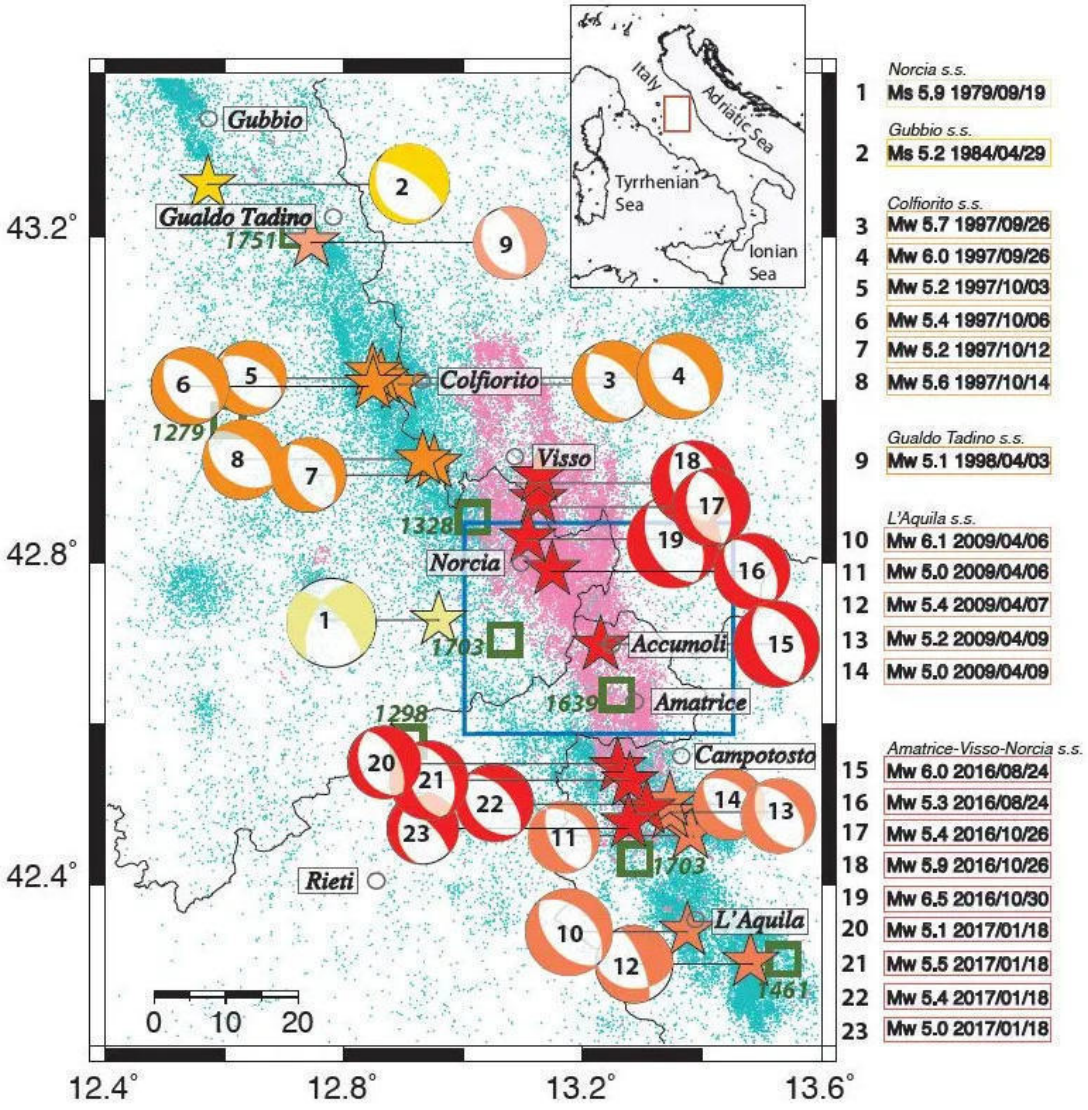
TERRE E ROCCE DA SCAVO

I lavori in oggetto prevedono l'escavazione dei terreni necessari alla realizzazione delle opere di fondazione, quantificabili in pochi metri cubi e costituiti dal terreno vegetale sabbioso grossolano.
Tali TRS verranno trattate secondo il DPR 13 giugno 2017, n. 120 che prevede anche la caratterizzazione analitica da consegnare almeno 15 giorni prima dell'inizio lavori. Tale documentazione andrà firmata dal committente, che si assume la responsabilità in caso di omissioni o dichiarazioni mendaci (ad esempio omissione del superamento delle CSC).

LIQUEFAZIONE TERRENI FONDALI (E NON)

Sintetizzando quanto previsto dalle NTC 2018 per la presenza di sabbie-ghiaie molto addensate prive di falda, abbondantemente oltre i 15 m, la liquefazione è esclusa naturalmente e la verifica numerica non è quindi necessaria.

ELENCO SISMI STORICI NELLA ZONA



AZIONE SISMICA (RSL E RELAZIONE SISMICA) NTC 2018

Per quanto riguarda la classificazione introdotta dalla O.P.C.M. 3274 del 20.03.2003 (EUROCODICE 8) e s.m. ed i. (D.M. 14.01.2008, N.T.C. e NTC 2018), per la valutazione della risposta sismica è necessario che la relazione geotecnica fornisca almeno (cap.7.11.2, 3° capoverso) la categoria di suolo corrispondente, in caso di approccio semplificato. Vista la natura dell'intervento, è stata effettua la RSL, partendo comunque dalla MASW. E 'stata quindi effettuata una linea sismica con metodologia MASW, secondo planimetria allegata, dalla quale è emerso un di **SUOLO DI CATEGORIA "B"**: "Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs,30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s In allegato l'elaborazione completa._Dalla modellazione RSL III, in allegato a sé stante ma facente parte integrante del presente, è emerso uno spettro lievemente "maggiore" di quello "B".

L'Amplificazione stratigrafica (7.11.3.2) può essere valutata quindi con la categoria di suolo individuata. In relazione alla morfologia, ossia **l'Amplificazione Topografica** (7.11.3.3.; 3.2 tab. IV e VI) si può assumere la **Classe Topografica T1** essendo le pendenze minime, trascurabili.

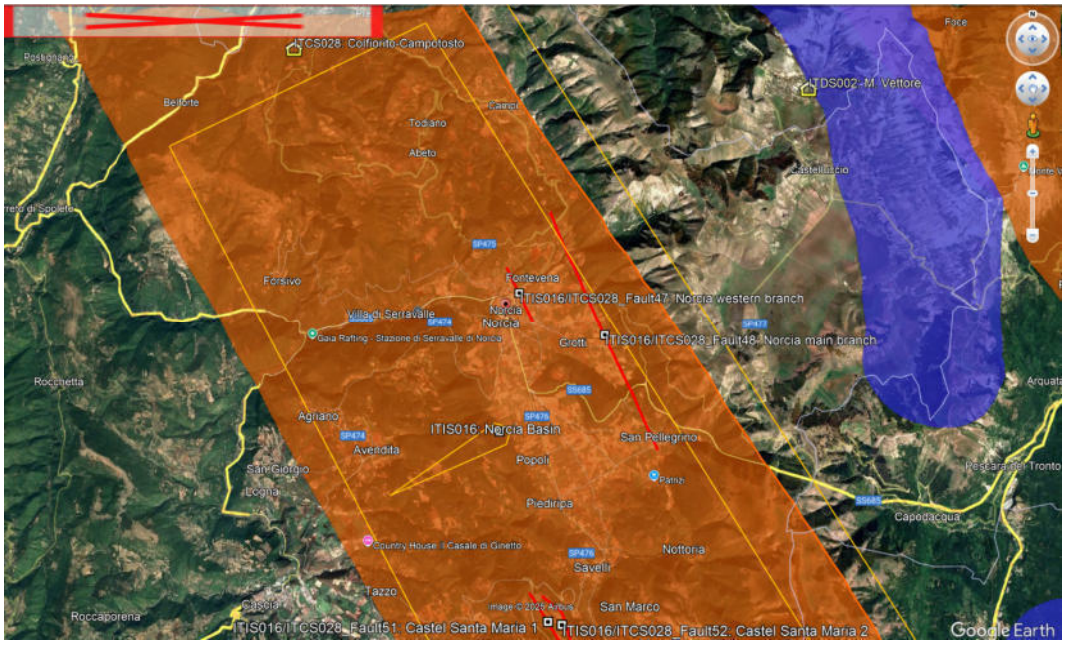
Il **rischio di liquefazione** (7.11.3.4.2) è da considerarsi nullo, secondo la verifica condotta in precedenza. Per quanto concerne la **Stabilità dei Pendii**, in accordo con la classe topografica e la morfologia, non è necessaria alcuna ulteriore verifica.I valori di a_g, F_0 e T^*_c potranno essere verificati-estrapolati dalla Tab. 1della citata normativa o potranno più semplicemente essere estrapolati da programmi come "Spettri" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, o equivalenti, in base agli stati limite da considerare Per quel che riguarda le caratteristiche delle strutture si avrà:

Vn = vita nominale (2.4.1 tab 2.4 I) =50 anni

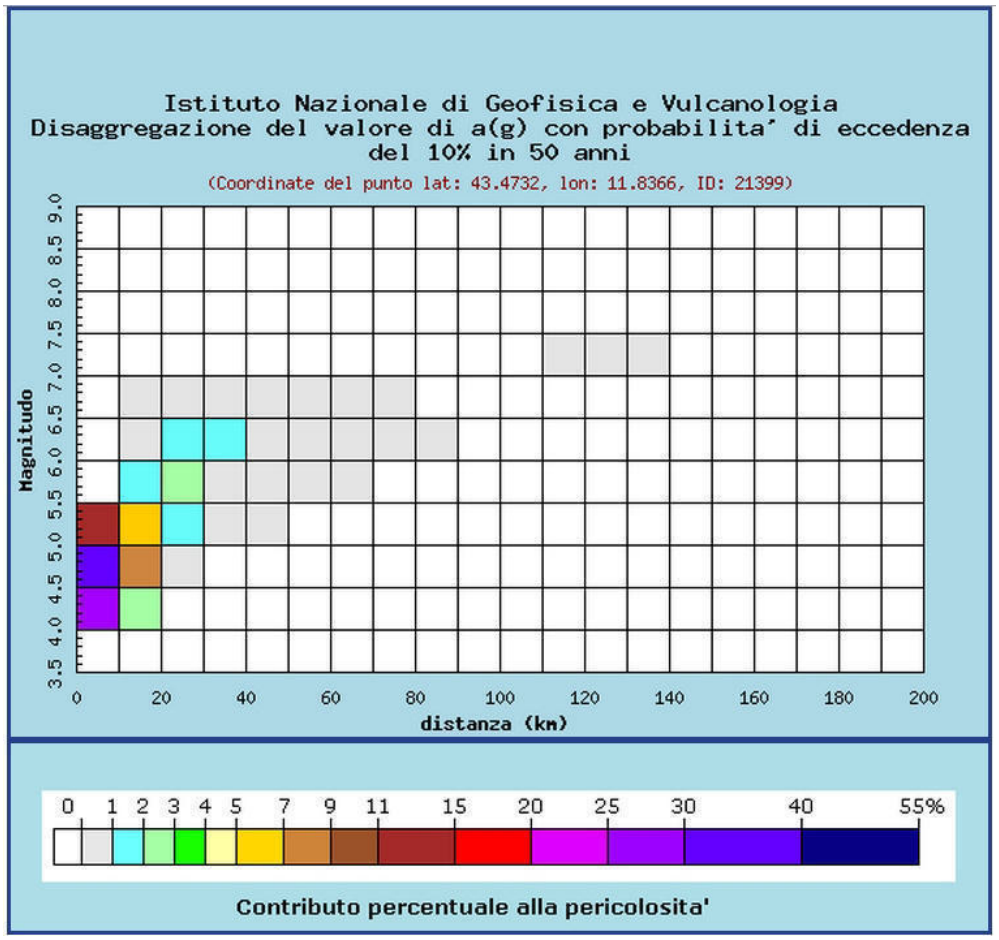
Classe d'Uso (2.4.2) = II (con Cu=1 = coeff. Classe d'uso, tab.2.4. II)

Vr = valore di riferimento = Cu x Vn = 50 anni.

DATABASE DISS Sito lontano da faglie capaci, faglie attive



MAPPE ITERATTIVE DI PERICOLOSITA' SISMICA

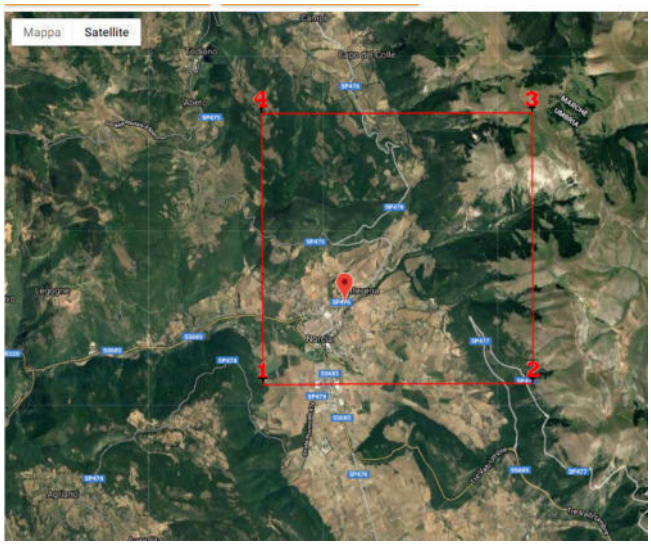


Parametri di disaggregazione

Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 43.4732, lon: 11.8366, ID: 21399)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	26.800	35.100	11.700	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.980	7.120	5.050	1.260	0.905	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.471	1.740	2.010	1.850	0.087	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.169	0.786	1.030	0.057	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.002	0.193	0.424	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.023	0.147	0.007	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.043	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.007	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0				
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0				
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0				
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0				
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.0				

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
4.830	8.550	1.070

SINTESI AZIONE SISMICA



Stati limite

Classe Edificio

II. Affollamento normale. Assenza di funz. pubbliche e sociali...

Vita Nominale 50

Interpolazione Media ponderata

CU = 1

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc^* [s]
Operatività (SLO)	30	0.078	2.388	0.272
Danno (SLD)	50	0.103	2.325	0.279
Salvaguardia vita (SLV)	475	0.255	2.376	0.335
Prevenzione collasso (SLC)	975	0.327	2.408	0.353
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	50			

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m): 1 — us (m): 0.1

Cat. Sottosuolo: B

Cat. Topografica: T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,20	1,20	1,16	1,09
CC Coeff. funz categoria	1,43	1,42	1,37	1,35
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²] 0.6

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.019	0.030	0.083	0.100
kv	0.009	0.015	0.041	0.050
Amax [m/s²]	0.921	1.207	2.897	3.493
Beta	0.200	0.240	0.280	0.280

CONCLUSIONI

Per quanto riguarda l'intervento di progetto, il sito è idoneo sotto il punto di vista geologico s.l. (geomorfologico, idraulico e litostratigrafico) e sismico. Questo anche in considerazione che le opere di progetto comportano limitati movimenti terra e non modificheranno l'attuale geomorfologia. In sintesi:

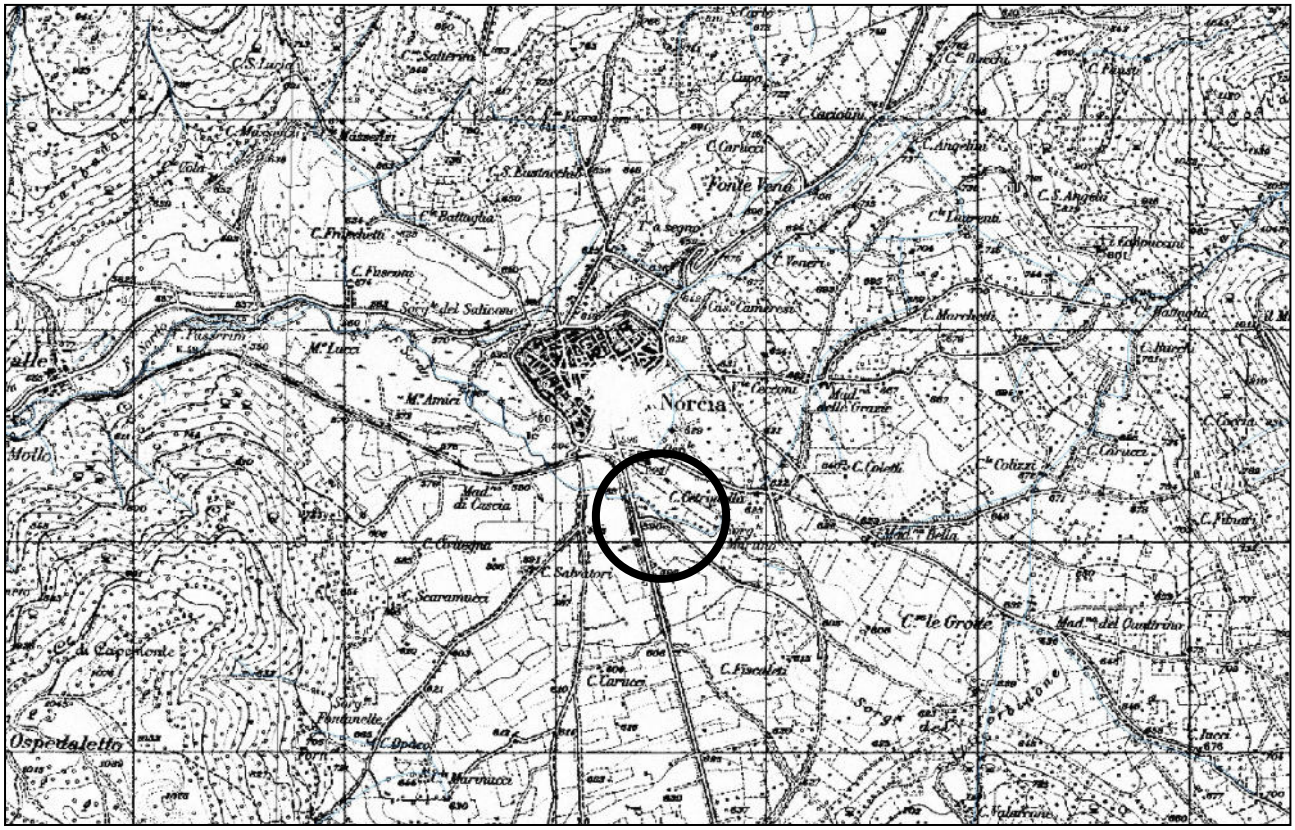
- Le indagini effettuate hanno evidenziato una situazione litostratigrafica ottimale del sito di progetto, con netto miglioramento rispetto a quello del fabbricato da demolire, soprattutto per quel che riguarda l'azione sismica (vedasi stratigrafia sondaggio + down hole)
- Non sono emersi segni di instabilità in atto o latente, in accordo con la morfologia locale. Il progetto non minerà la stabilità locale dell'area come da verifica di stabilità numerica, comunque al limite della stabilità.
- La falda è stimabile intorno ai 25 m di profondità, con possibili fluttuazioni e non interferente con le fondazioni superficiali e/o con le opere di scavo.
- Sono state determinate (secondo le NTC 2018) la categoria di suolo (B) con la MASW, quella topografica (T1) ed i valori caratteristici dei terreni fondali e non.
- Dalla RSL III si ha uno spettro "maggiore di quello del suolo B" per gli stati limite considerati.
- Le verifiche geotecniche inerenti alle fondazioni sono rimandate al tecnico strutturista, che le dimensionerà opportunamente con i valori geotecnici caratteristici forniti, con la prescrizione di poggiarle oltre 60-180 cm di profondità, oltre la coltre vegetale.
- Non vi sono problemi per quel che riguarda gli aspetti idrogeologici e l'opera di progetto non li muterà in maniera significativa;
- Per quel che riguarda le terre e rocce da scavo, saranno rispettate le direttive del DPR 13 giugno 2017, n. 120 con consegna degli elaborati previsti (con annessa caratterizzazione analitica) prima dell'inizio lavori, a carico del committente che è il responsabile di tale comunicazione.

Si rimane a disposizione di chiarimenti e/o integrazioni.

Corciano, MARZO 2025 Geol. Vito Cresci

TAVOLA 1 **CARTOGRAFIE GENERALI**

ESTRATTO IGM AL 25.000



ESTRATTO CTR AL 10.000

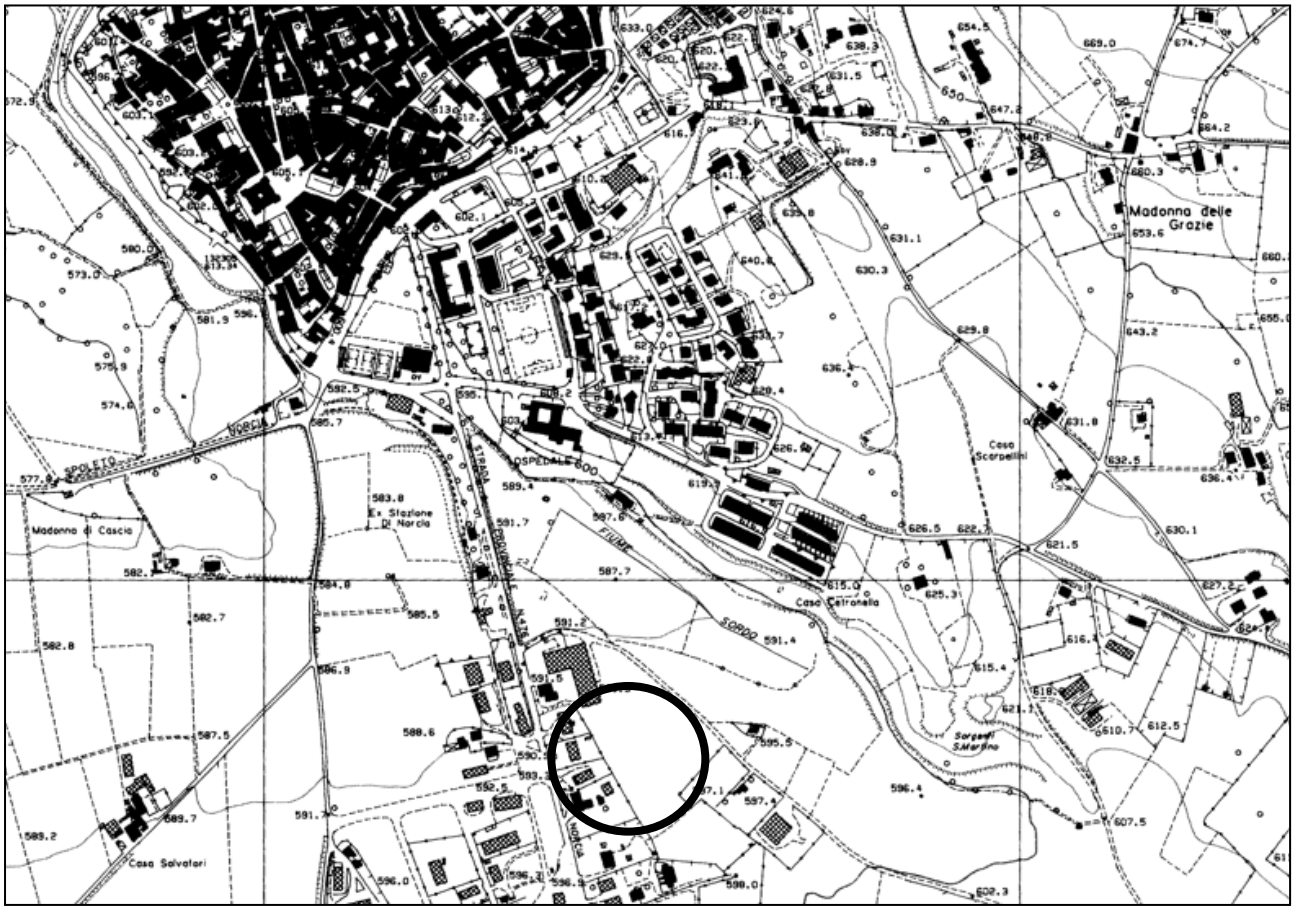


TAVOLA 2

PLANIMETRIA CATASTALE

SEZ. A FOGLIO 123 P.LLA 275

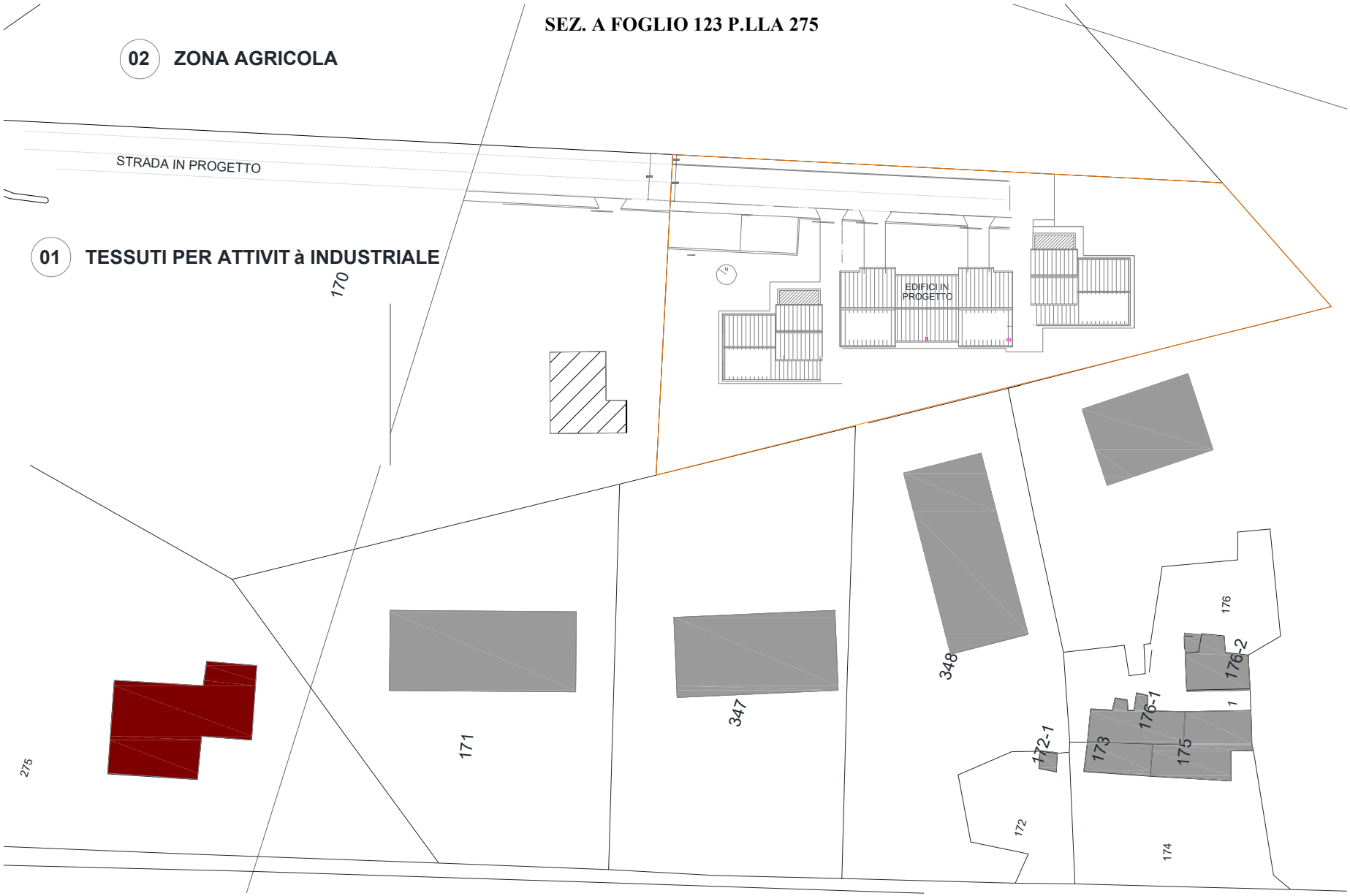
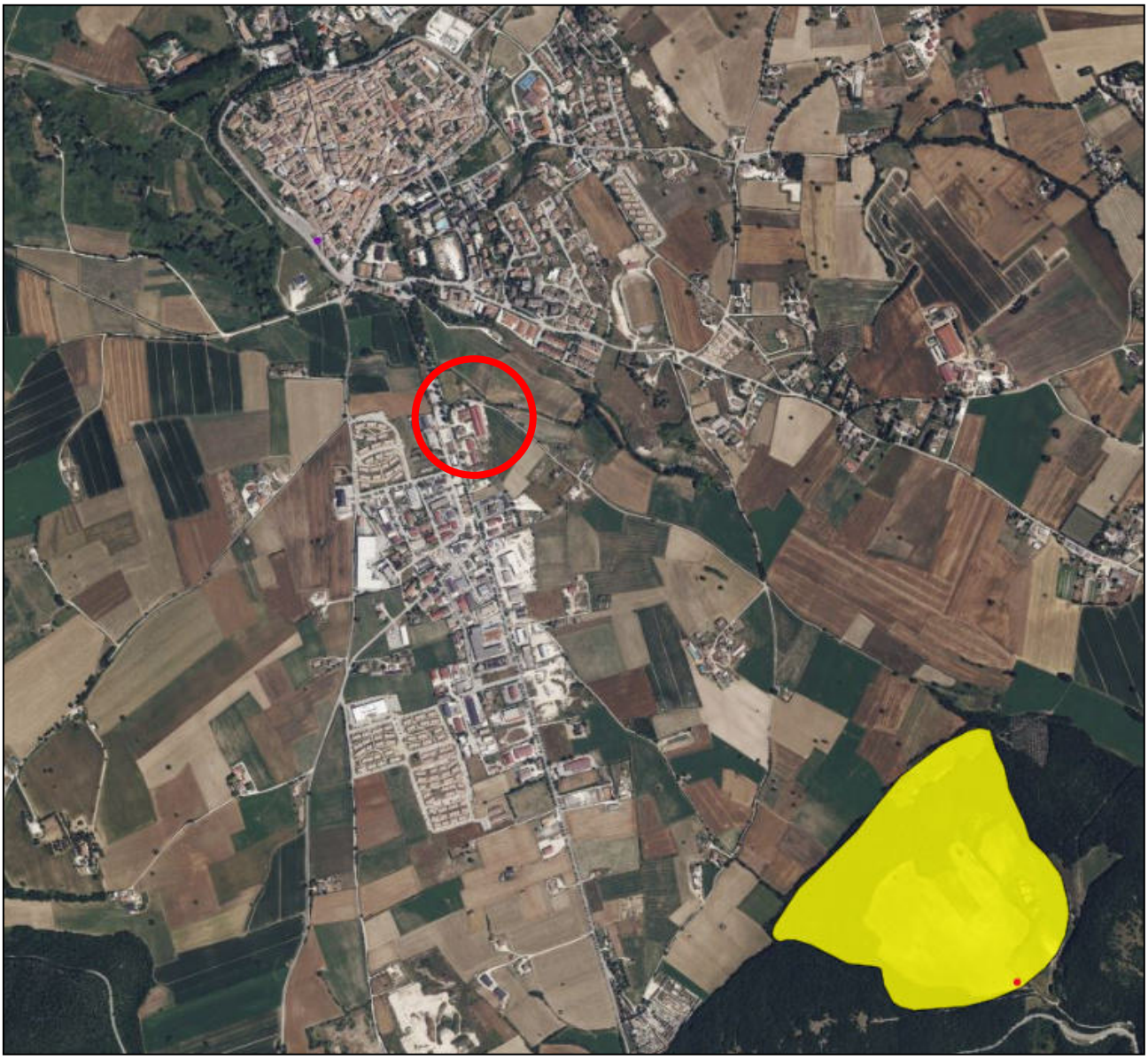


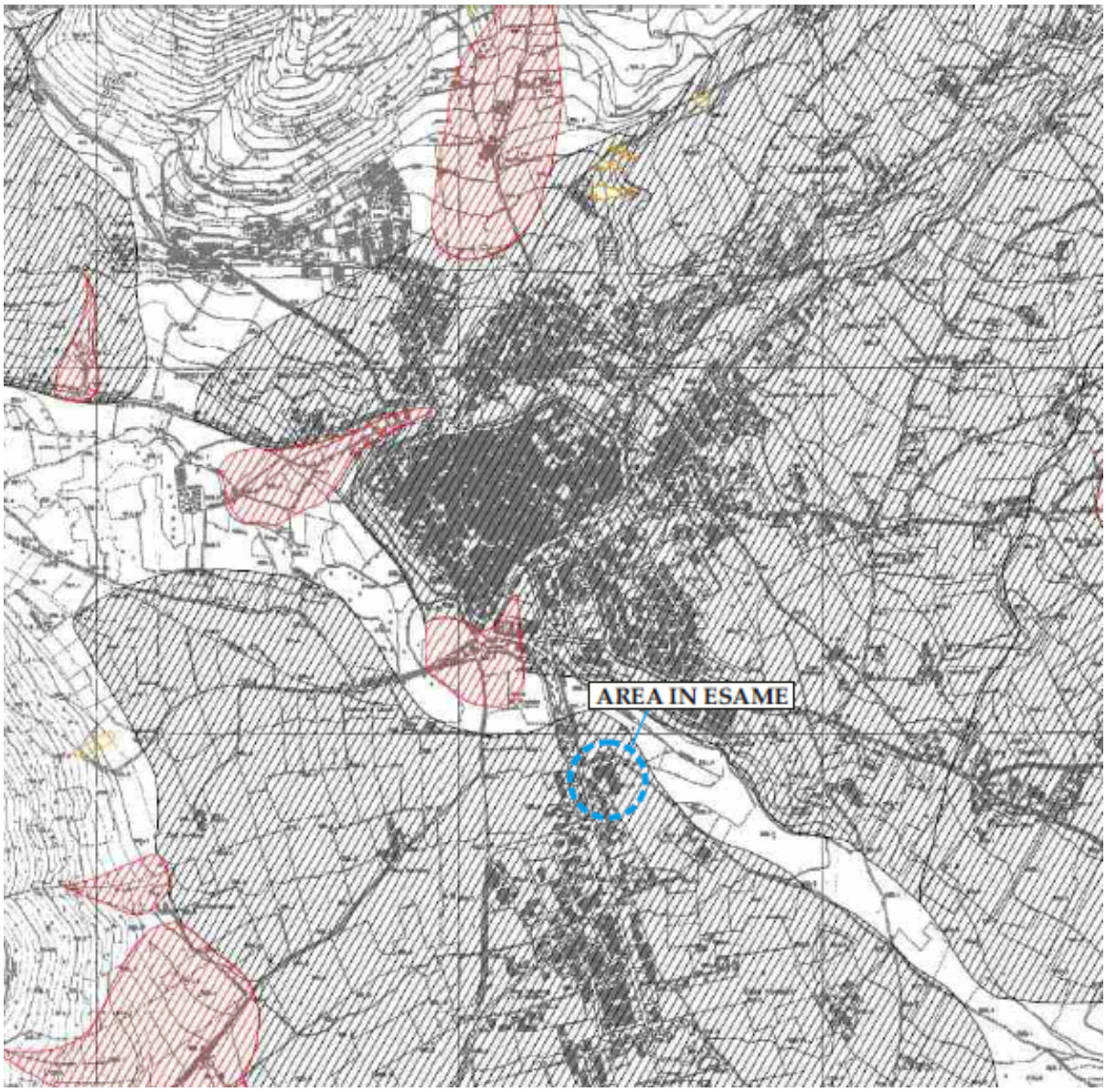
TAVOLA 3A **CARTOGRAFIA DEI VINCOLI**
ESTRATTO CARTOGRAFIA IFFI



LEGENDA

- Crollo/Ribaltamento
- Scivolamento rotazionale/traslativo
- Espansione
- Colamento lento
- Colamento rapido
- Sprofondamento
- Complesso
- Aree con crolli/ribaltamenti diffusi
- Aree con sprofondamenti diffusi
- Aree con frane superficiali diffuse
- DGPV
- n.d.

TAVOLA 3B **CARTOGRAFIA DEI VINCOLI**
ESTRATTO CARTOGTAFIA PAI Tavola 186 di 304



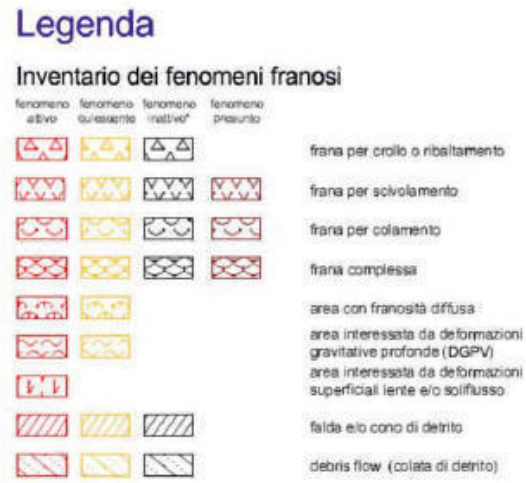
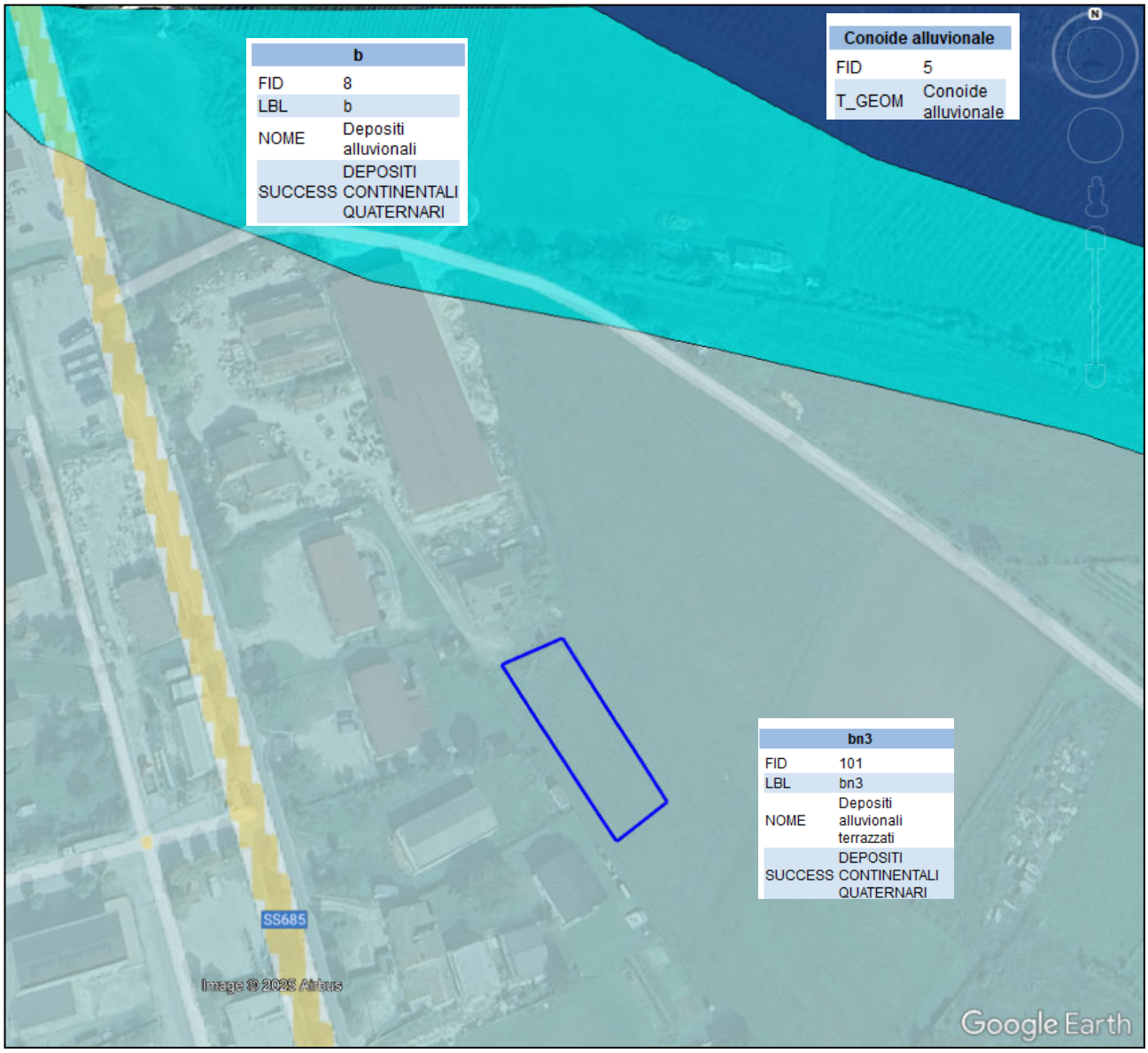


TAVOLA 4 **ESTRATTO CARTA GEOLOGICA DA R.U.**



AREA IN ESAME

TAVOLA 5

UBICAZIONE INDAGINI SU PLANIMETRIA PROGETTO

N

DPSH 1

DPSH 2

DPSH 3

DPSH 4

DPSH 5

S1

S2

MASW

6.6341

3.2800

6.6341

3.3043

5.1977

2.1916

4.2307

3.4369

6.0000

3.3043

5.1977

4.2307

2.1916

3.4369

5.5417

3.0707

2.3024

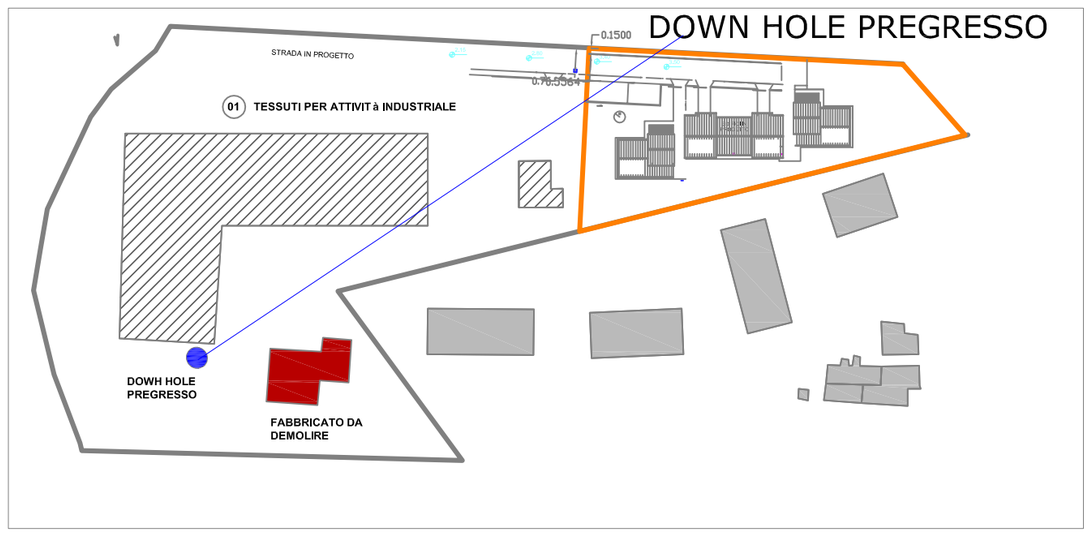
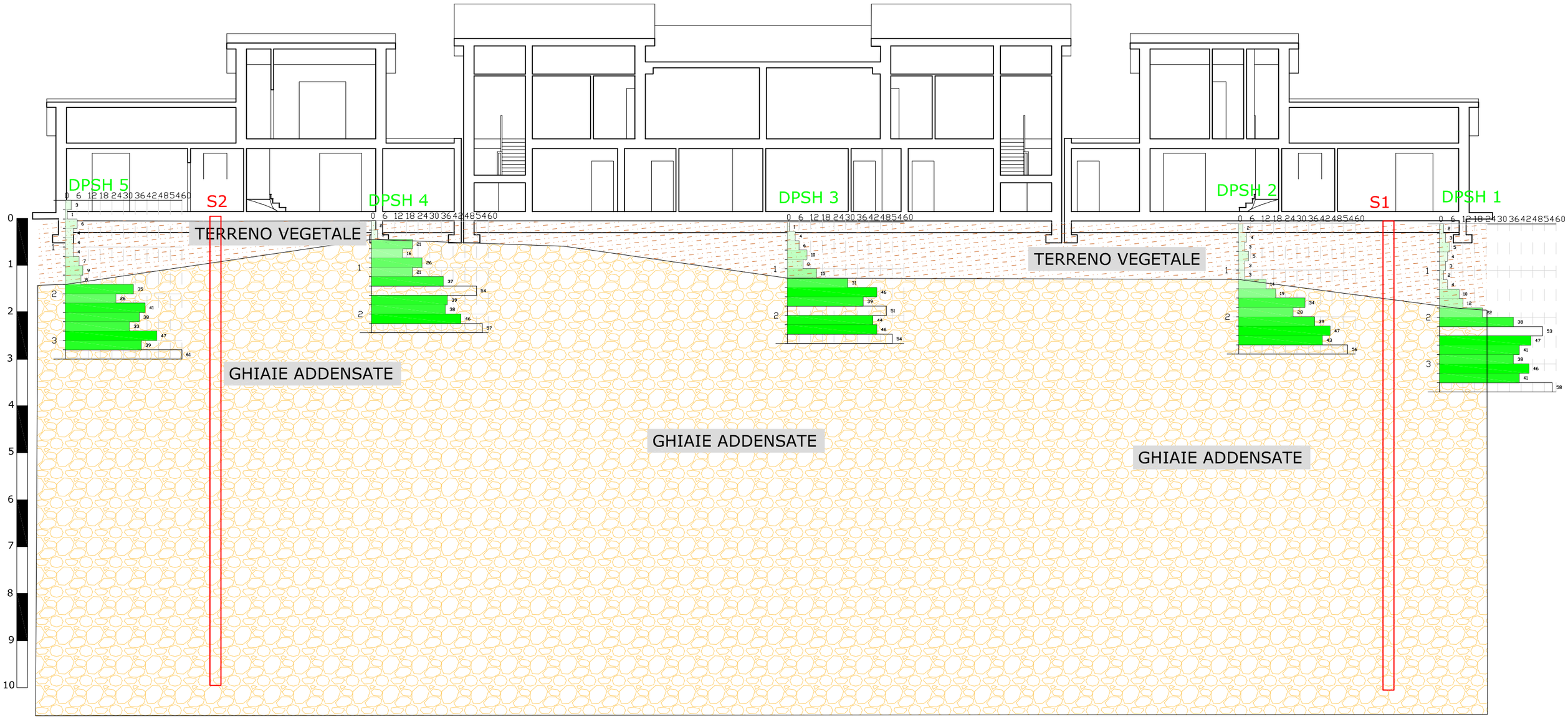


TAVOLA 6

SEZIONE LITOSTRATIGRAFICA



TERRENO VEGETALE

γ_k^n=17.5 kN/m^3 - γ_k^{sat}=18.7 kN/m^3

φ_k'=23.4° - cu_k=0 kN/m^2 - c'_k =0 kN/m^2

Eed_k= 4100 kN/m^2 - Ey_k= 4400 kN/m^2

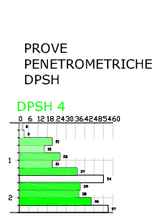
GHIAIE ADDENSATE

γ_k^n=19.4 kN/m^3 - γ_k^{sat}=20.1 kN/m^3

φ_k'=33.4° - cu_k=0 kN/m^2 - c'_k =0 kN/m^2

Eed_k= 11500 kN/m^2 - Ey_k= 18600 kN/m^2





CRESCI VITO

GEOLOGO

ALBO REGIONE UMBRIA
TIMBRO N.464

Via SETTEMBRINI N.15
S. MARIANO DI CORCIANO

cellulare 347.6004574

e-mail cresci@geoap.it

p. I.V.A. 02952980544

c.f. CRSVTI79B16G062H

Timbro e firma

Intervento di ristrutturazione "pesante", con delocalizzazione, di un edificio destinato a civile abitazione

RELAZIONE DI MODELLAZIONE SISMICA SPECIFICA DI SITO: RISPOSTA SISMICA LOCALE DI LIVELLO III

COMUNE DI NORCIA

LOC. VIA DELLA STAZIONE

COMMITTENTE:
FRASCHETTI PAOLA

DATA: NOVEMBRE 2024

Il progettista (P.P.V.)

PAGINE N. 22

Tutti i diritti sono riservati; è vietata la riproduzione e divulgazione e terzi.

PREMESSA

Il presente elaborato è parte integrante della relazione geologica redatta dallo scrivente, con relative indagini geognostiche e geofisiche, utilizzate per la modellazione iniziale e definizione delle caratteristiche sismiche di base (PSB e disaggregazione) oltre che profilo sismo-stratigrafico sino ed oltre il bedrock sismico.

MODELLAZIONE SITO-SPECIFICA RSL III

INTRODUZIONE

PROCEDURA DI CALCOLO

La procedura di calcolo adoperata da RSL per la valutazione della funzione di trasferimento presuppone come base di partenza uno o più accelerogrammi, od uno spettro di risposta in accelerazione, e la conoscenza della stratigrafia del sito attraverso i seguenti parametri geotecnici per ogni strato:

- peso per unità di volume;
- velocità di propagazione delle onde di taglio;
- coefficiente di spinta laterale;
- modulo di taglio iniziale (opzionale);
- spessore;
- indice di plasticità.

La non linearità del calcolo è introdotta dalla dipendenza del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso dalla deformazione.
Schematicamente la procedura è riassumibile nel seguente modo:

1. Valutazione dello spettro di Fourier dell'accelerogramma (omessa nel caso si debba analizzare uno spettro);
2. Ricerca di un errore relativo piccolo seguendo la procedura di:
   2.1. Stima della funzione di trasferimento;
   2.2. Valutazione della deformazione indotta in ciascuno strato;
   2.3. Correzione del modulo di deformazione al taglio e del coefficiente di smorzamento viscoso per ogni strato;
   Le operazioni 2.1, 2.2 e 2.3 sono ripetute fino a quando la differenza di deformazione tra un'iterazione e la precedente non rimane al di sotto di una soglia ritenuta accettabile;
3. Trasformazione inversa di Fourier dello spettro precedentemente calcolato ed opportunamente pesato per mezzo della funzione di trasferimento calcolata.

Attraverso questa procedura è possibile "trasferire" l'accelerogramma dal bedrock in superficie. La deformazione per ciascuno strato viene corretta sulla base del rapporto fra deformazione effettiva e massima come suggerito dalla letteratura scientifica, ovvero

$$\frac{\gamma_{eff}}{\gamma_{max}} = \frac{M-1}{10}$$

dove *M* rappresenta la magnitudo del sisma.
Per la valutazione della funzione di trasferimento, RSL considera un suolo variamente stratificato composto da N strati orizzontali di cui l'N-esimo è il letto di roccia (bedrock). Ponendo come ipotesi che ciascuno strato si comporti come un solido di Kelvin-Voigt $\left[\tau = G\gamma + \eta\frac{\partial\gamma(z,t)}{\partial z \partial t}\right]$, la propagazione delle onde di taglio che attraversano gli strati verticalmente può essere definita dall'equazione dell'onda:

$$\rho\frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = G\frac{\partial^2 u}{\partial z^2} + \eta\frac{\partial^3 u}{\partial z^2 \partial t} \quad (1)$$

dove: u rappresenta lo spostamento; t il tempo; ρ la densità; G il modulo di deformazione al taglio; η la viscosità. Per onde armoniche lo spostamento può essere scritto come:

$$u(z,t) = U(z)^{i\omega t} \quad (2)$$

che sostituita nella (1) pone

$$(G + i\omega t)\frac{d^2 U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \quad (3)$$

dove ω rappresenta la frequenza angolare. La (3) può essere riscritta come

$$G^* \frac{d^2U}{dz^2} = \rho\omega^2 U \tag{4}$$

avendo posto $G^* = G + i\omega\eta$, ovvero il modulo di deformazione al taglio *complesso*. Questo può essere ulteriormente riscritto come

$$G^* = G(1 + 2i\xi) \tag{5}$$

avendo posto

$$\eta = \frac{2G}{\omega}\xi \tag{6}$$

dove ξ rappresenta il coefficiente di smorzamento viscoso. Ciò posto, e fatta convenzione che l'apice * indica la natura complessa della variabili in gioco, la soluzione dell'equazione generica dell'onda è la seguente:

$$u(z,t) = Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)} \tag{7}$$

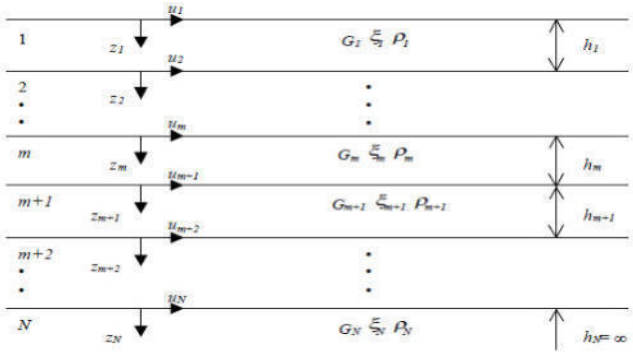


Figura 1: Esempio di stratigrafia per riferimento.

dove E e F dipendono dalle condizioni al contorno e rappresentano l'ampiezza d'onda che viaggia rispettivamente verso l'alto (-z) e verso il basso (+z), mentre k^* rappresenta il numero d'onda complesso dato dalla seguente espressione:

$$k^* = \omega\sqrt{\frac{\rho}{G^*}} \tag{8}$$

Il taglio invece è dato da:

$$\tau(z,t) = G^* \frac{dU}{dz} e^{i\omega t} = ik^* G^* \left[Ee^{i(\omega t + k^* z)} + Fe^{i(\omega t - k^* z)}\right] e^{i\omega t} \tag{9}$$

Per il generico strato *m* di spessore h_m gli spostamenti, rispettivamente in sommità (z = 0) ed al fondo (z = h_m), sono:

$$u_m(0,t) = (E_m + F_m)e^{i\omega t} \tag{10}$$

$$u_m(h_m,t) = \left(E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m}\right) e^{i\omega t} \tag{11}$$

Poiché deve essere rispettata la congruenza sullo spostamento all'interfaccia tra gli strati, ovvero lo spostamento in sommità ad uno strato deve essere uguale allo spostamento sul fondo di quello immediatamente sopra, se ne deduce che:

$$u_m(z = h_m, t) = u_{m+1}(z = 0, t) \tag{12}$$

Usando la (10), (11) e la (12), ne consegue che

$$E_{m+1} + F_{m+1} = E_m e^{ik_m^* h_m} + F_m e^{-ik_m^* h_m} \tag{13}$$

Il taglio in sommità ed al fondo dell'*m*-esimo strato è dato da:

$$\tau_m(0,t) = ik_m^* G_m^* \left[E_m - F_m\right] e^{i\omega t} \tag{14}$$

$$\tau_m(h_m,t) = ik_m^* G_m^* \left[E_m e^{ik_m^* h_m} - Fe^{ik^* h_m}\right] e^{i\omega t} \tag{15}$$

Poiché fra uno strato e l'altro il taglio deve essere continuo si ha

$$\tau_m(z = h_m, t) = \tau_{m+1}(z = 0, t) \tag{16}$$

ovvero

$$E_{m+1} - F_{m+1} = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*}\left(E_m e^{ik_m^* h_m} - F_m e^{-ik_m^* h_m}\right) \tag{17}$$

Sommando la (13) alla (17) e sottraendo la (17) alla (13) si ottiene

$$E_{m+1} = \frac{1}{2} E_m \left(1 + \alpha_m^*\right) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m \left(1 - \alpha_m^*\right) e^{-ik_m^* h_m} \tag{18}$$

$$F_{m+1} = \frac{1}{2} E_m \left(1 - \alpha_m^*\right) e^{ik_m^* h_m} + \frac{1}{2} F_m \left(1 + \alpha_m^*\right) e^{-ik_m^* h_m} \tag{19}$$

dove α_m^* rappresenta il coefficiente di impedenza complesso al contorno tra gli strati *m* ed *m+1*, ed è dato dalla seguente espressione:

$$\alpha_m^* = \frac{k_m^* G_m^*}{k_{m+1}^* G_{m+1}^*} \tag{20}$$

Poiché in superficie il taglio è nullo,

$$\tau_1(0,t) = ik_1^* G_1^* \left[E_1 - F1\right] e^{i\omega t} = 0$$

si deduce che $E_1 = F_1$.

Le equazioni (18) e (19) possono essere successivamente applicate agli strati successivi da 2 ad m. La funzione di trasferimento A_{mn} che lega gli spostamenti in sommità degli strati *m* ed *n* è definita dalla seguente espressione:

$$A_{mn} = \frac{u_m}{u_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \tag{21}$$

A_{mn} rappresenta la funzione di trasferimento, ovvero la funzione che mette in relazione il modulo della deformazione tra i punti *m* e *n*.

In pratica lo stato deformativo di una stratigrafia rimane definito una volta nota la deformazione di un suo qualsiasi punto. Inoltre, poiché la velocità e l'accelerazione sono legati allo spostamento,

$$\dot{u}(z,t) = \frac{\partial u}{\partial t} = i\omega u(z,t) \qquad \ddot{u}(z,t) = \frac{\partial^2 u}{\partial t^2} = -\omega^2 u(z,t) \tag{22}$$

La funzione di trasferimento A_{mn} può essere espressa anche in funzione delle velocità e dell'accelerazione al tetto degli strati *n* ed *m*:

$$A_{mn}(\omega) = \frac{u_m}{u_n} = \frac{\dot{u}_m}{\dot{u}_n} = \frac{\ddot{u}_m}{\ddot{u}_n} = \frac{E_m + F_m}{E_n + F_n} \tag{23}$$

La deformazione tangenziale rimane definita alla profondità *z* e al tempo *t* dalla relazione:

$$\gamma(z,t) = \frac{\partial u}{\partial z} = ik^* \left(Ee^{ik^+ z} - Fe^{-ik^+ z}\right) e^{i\omega t} \tag{24}$$

E la corrispondente tensione tangenziale, dalla seguente espressione:

$$\tau(z,t) = G^* \gamma(z,t) \tag{25}$$

Ai fini di una corretta interpretazione del problema della risposta sismica locale, risulta utile riprodurre la rappresentazione schematica di Figura 2 in cui è riportata la terminologia utilizzata per lo studio del moto sismico di un deposito che poggia su un basamento roccioso.

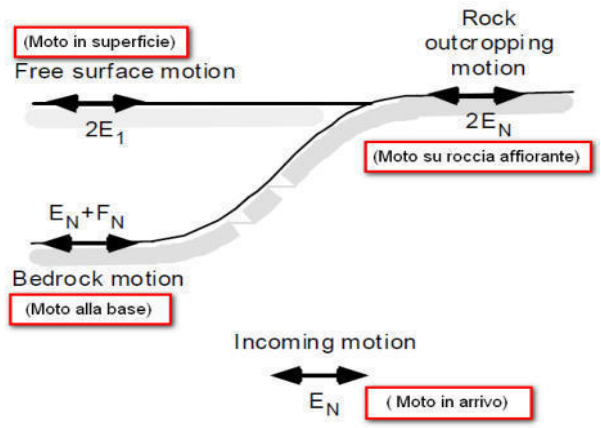


Figura 2: Schema di riferimento e terminologia utilizzata.

Le onde di taglio si propagano verticalmente attraverso il bedrock con ampiezza pari ad E_N; al tetto del bedrock, sotto il deposito degli strati di terreno, il moto ha un'ampiezza pari a E_N+F_N. Sulla roccia affiorante, poiché le tensioni tangenziali sono nulle ($E_N = F_N$), il moto avrà ampiezza pari a $2E_N$. La funzione di trasferimento dal bedrock al bedrock-affiorante è la seguente:

$$A_{NN}(\omega) = \frac{2E_N}{E_N + F_N} \tag{26}$$

A è non lineare poiché *G* è funzione di γ. Nella procedura di calcolo infatti, da una stima iniziale del modulo di deformazione al taglio, si ottiene la tensione ipotizzando un legame lineare, per poi ottenere un nuovo valore di γ. Grazie a questo valore aggiornato si valuta un nuovo modulo *G* così da ripetere la procedura fino a quando la differenza tra la deformazione aggiornata e quella ottenuta dalla precedente iterazione viene ritenuta accettabile. Il modello per *G(γ)* adoperato è quello suggerito da Ishibashi e Zhang (1993) che tiene conto degli effetti della pressione di confinamento e dell'indice di plasticità:

$$G = G_{max} \cdot K(\gamma, PI)(\sigma_m')^{m(\gamma,PI)-m_0} \tag{24}$$

$$K(\gamma, PI) = 0.5\left\{1 + tanh\left[ln\left(\frac{0.000102+n(PI)}{\gamma}\right)^{0.492}\right]\right\} \tag{25}$$

$$m(\gamma, PI) - m_0 = 0.272\left\{1 - tanh\left[ln\left(\frac{0.000556}{\gamma}\right)^{0.4}\right]\right\}exp(-0.0145PI^{1.3}) \tag{26}$$

$$n(PI) = \begin{cases} 0.0 & per\ PI = 0 \\ 3.37 \times 10^{-6} PI^{1.404} & per\ 0 < PI \leq 15 \\ 7.0 \times 10^{-7} PI^{1.976} & per\ 15 < PI \leq 70 \\ 2.7 \times 10^{-5} PI^{1.115} & per\ PI > 70 \end{cases} \tag{27}$$

dove G_{max} è dato dalla relazione

$$G_{max} = \rho V_s^2 \tag{28}$$

dove ρ è la densità del terreno e V_s la velocità di propagazione delle onde di taglio nello stesso. La (28) fornisce il valore iniziale di G per la prima iterazione.

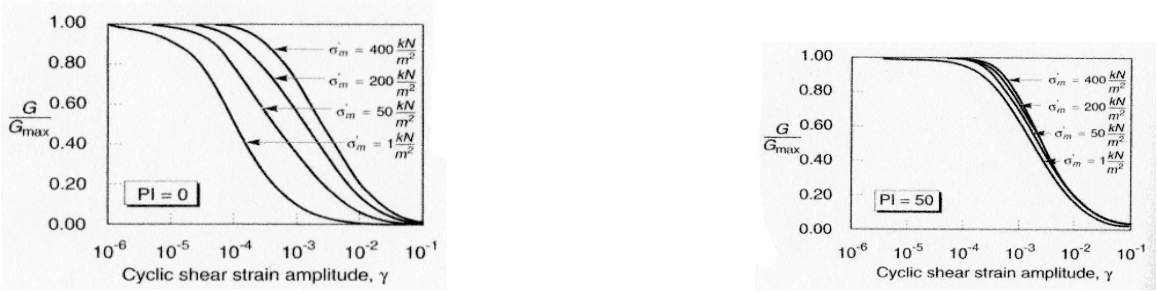


Figura 2: Influenza della pressione di confinamento e della plasticità sul modulo di deformazione al taglio.

Per quanto riguarda invece il coefficiente di smorzamento viscoso ξ, in conseguenza del modello introdotto dalla (24) si ha:

$$\xi = 0.333\frac{1+exp\left(-0.0145\,PI^{1.3}\right)}{2}\left[0.586\left(\frac{G}{G_{max}}\right)^2 - 1.547\frac{G}{G_{max}} + 1\right] \tag{29}$$

da cui si deduce che anche ξ deve essere ricalcolato ad ogni iterazione.

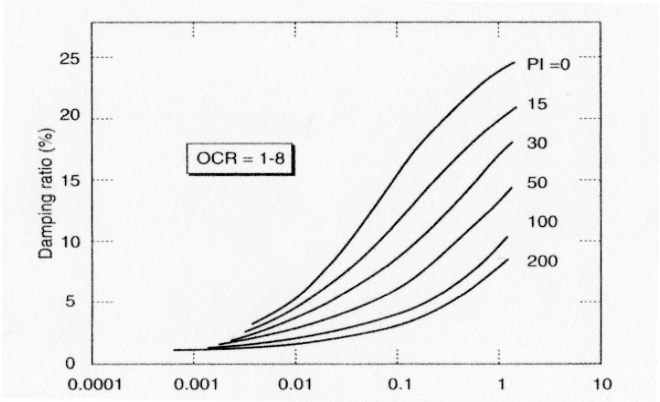
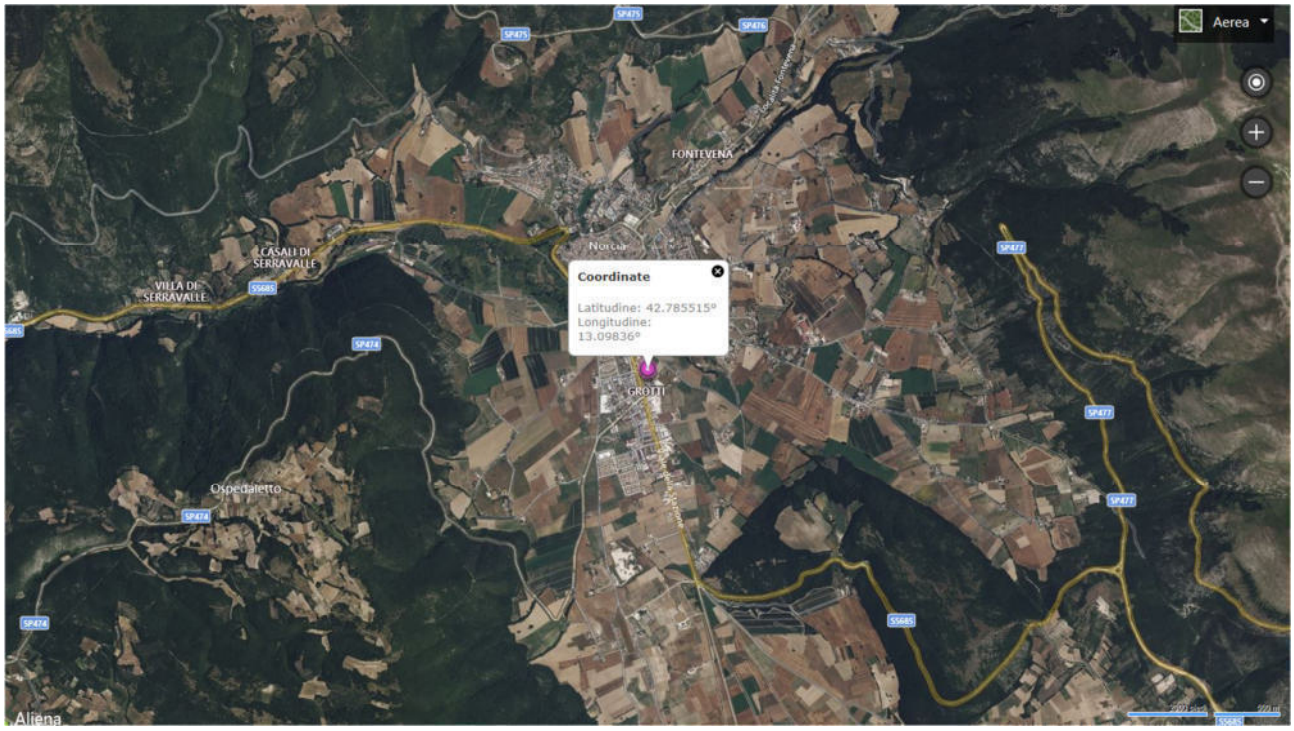


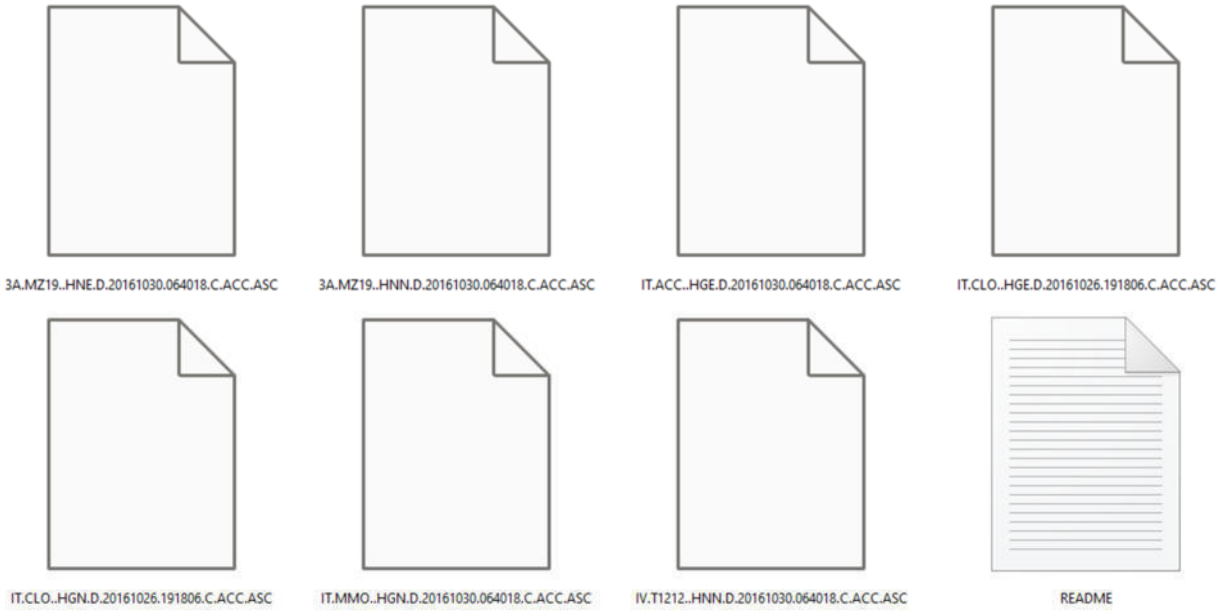
Figura 3: Influenza della plasticità sul coefficiente di smorzamento viscoso.

Dati generali

Descrizione	INTERVENTO POST SISMA
Committente	FRASCHETTI PAOLA
Cantiere	DELOCALIZZAZIONE RESIDENZIALE
Data della prova	d.C.29/10/2024
Via	VIA DELLA STAZIONE DI NORCIA
Latitudine	42.785515° [°]
Longitudine	13.098360 [°]

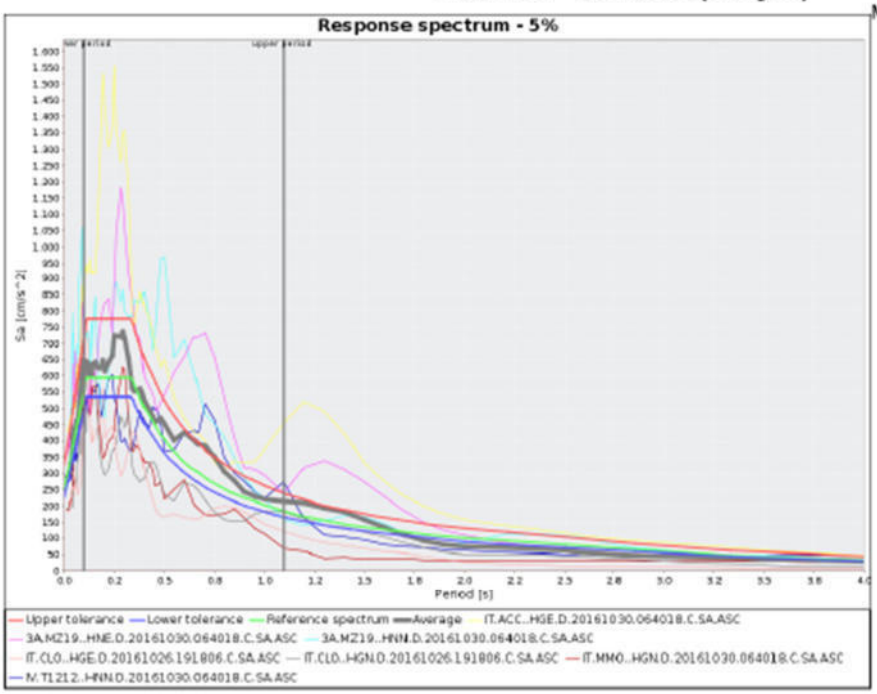


ACCELEROGRAMMI DI RIFERIMENTO (SITO REGIONE UMBRIA)



UMBRIA - NORCIA (475yrs)

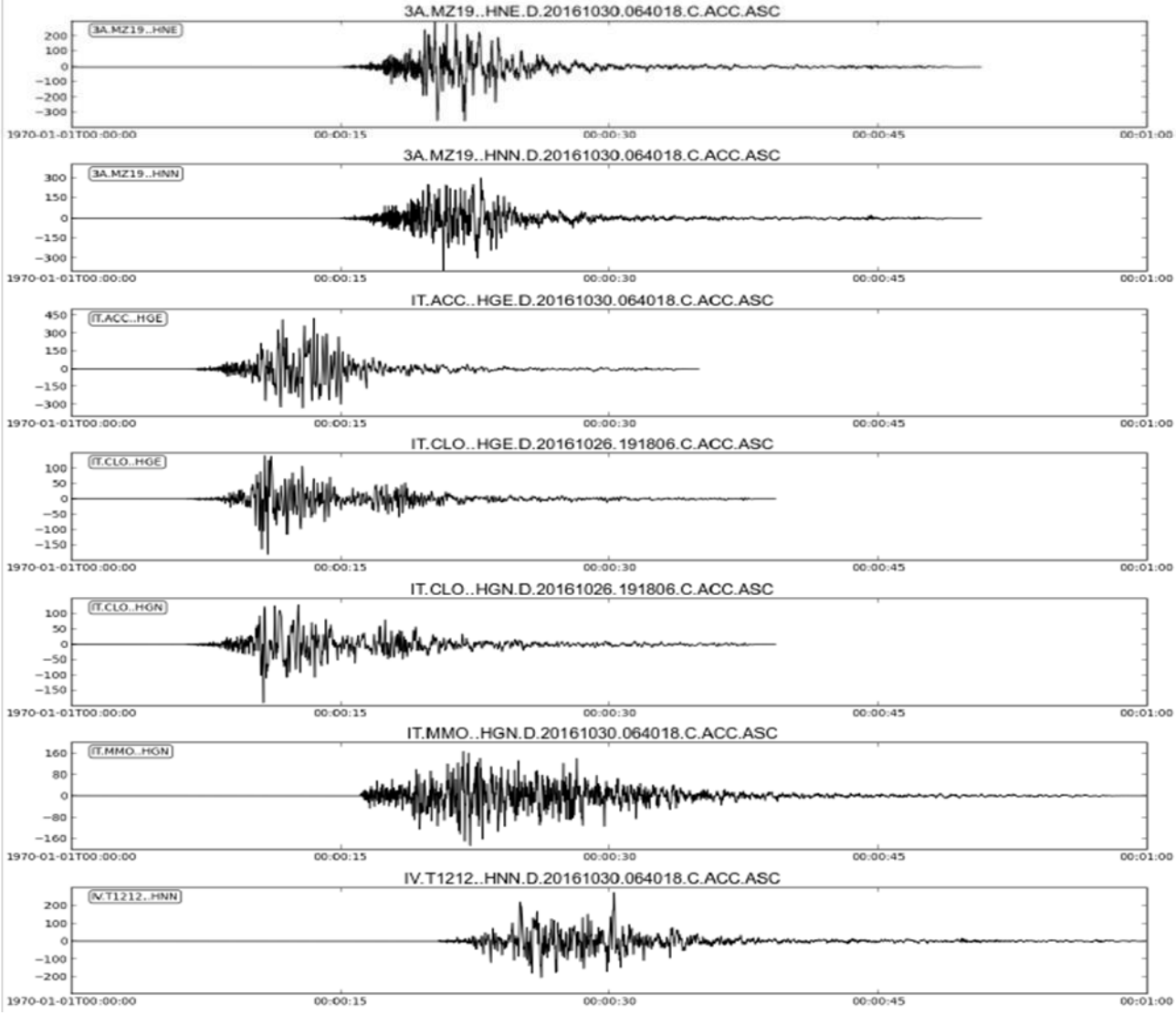
Mon Jul 17 16:24:48 CEST 2017



Target spectrum
==========
Latitude: 42.79236
Longitude: 13.09285
Site classification: A
Topography: 1
Nominal life [years]: 50
Building functional type (Cu): 1.0
Limit state probability : 0.1

Preliminary record search
==========
Station site classification: A,A*
Magnitude min: 5.2
Magnitude max: 6.2
Types of magnitude considered: WL
Epicentral distance min [km]: 0.0
Epicentral distance max [km]: 30.0
Include late trigger events: no
Include analog recordings: no

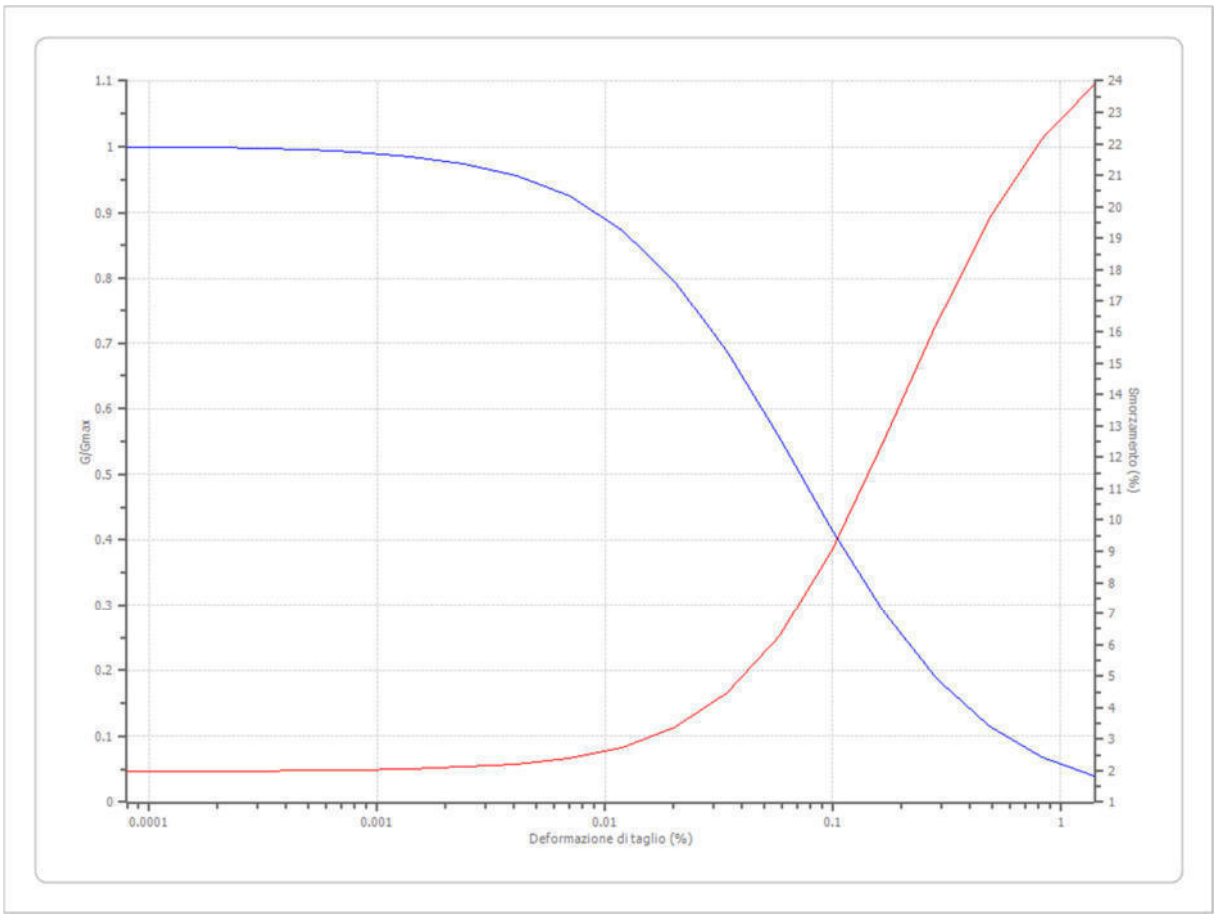
Analysis options
==========
Period range min [s]: 0.1
Period range max [s]: 1.1
Tolerance below average [percent]: 10.0
Tolerance above average [percent]: 30.0
Scaled records: no



Terreni

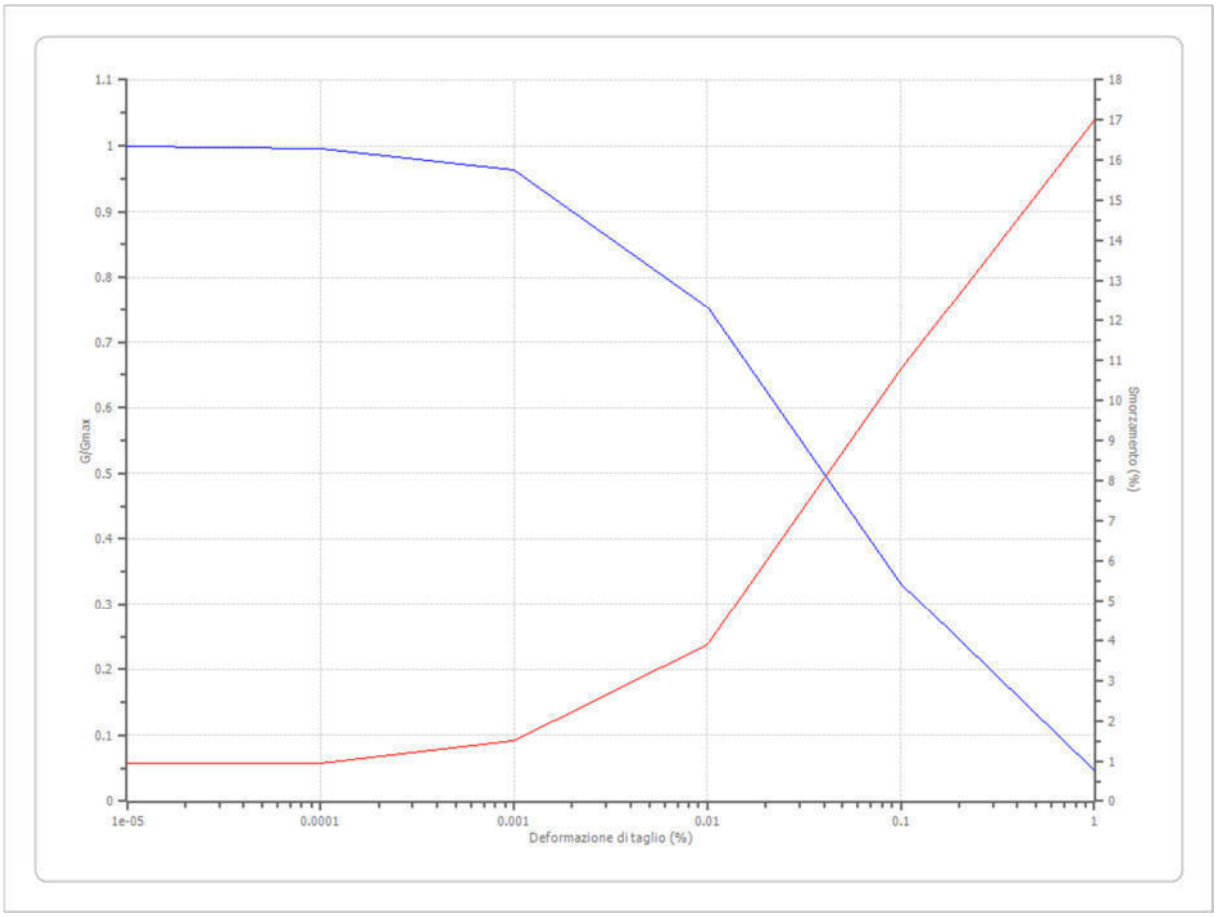
Lombardia - Limi sabbiosi

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.00008	1.000	0.00008	1.9826
0.0001	0.99915	0.0001	1.98695
0.0002	0.9985	0.0002	1.9903
0.0003	0.9974	0.0003	1.9962
0.0005	0.9953	0.0005	2.0067
0.0008	0.9918	0.0008	2.02525
0.0014	0.98555	0.0014	2.05825
0.0024	0.97465	0.0024	2.11705
0.0041	0.956	0.0041	2.222
0.007	0.9246	0.007	2.4103
0.0119	0.87385	0.0119	2.7498
0.0202	0.7964	0.0202	3.36165
0.0343	0.6886	0.0343	4.4464
0.0583	0.556	0.0583	6.2701
0.099	0.41535	0.099	9.0215
0.1684	0.2876	0.1684	12.55055
0.2862	0.1867	0.2862	16.2968
0.4866	0.11545	0.4866	19.6163
0.8272	0.0691	0.8272	22.15295
1.4063	0.0405	1.4063	23.89285



Lombardia - Ghiaie

Deformazione %	G/Gmax	Deformazione %	Smorzamento %
0.00001	1.000	0.00001	0.9488
0.0001	0.996	0.0001	0.9488
0.001	0.9624	0.001	1.4981
0.010	0.754	0.010	3.8938
0.100	0.3311	0.100	10.7935
1.000	0.0476	1.000	17.0087

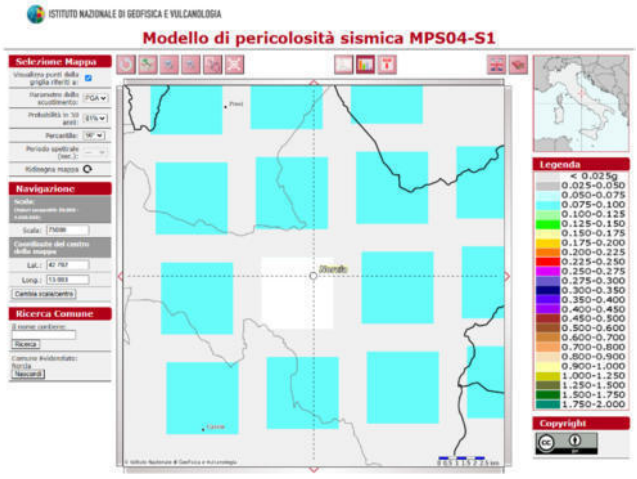


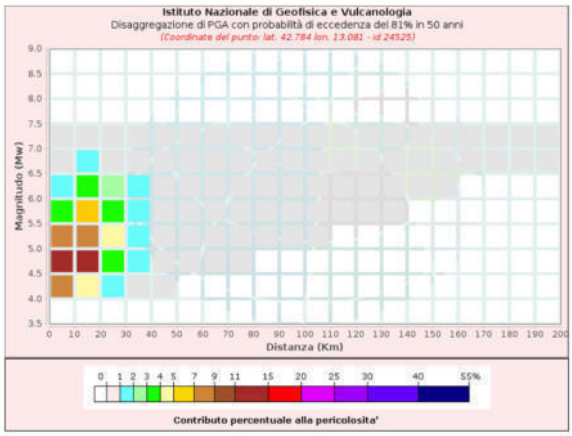
Stratigrafia

n.	Descrizione	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Gmax [MPa]	Smorzamento critico [%]	Peso unità vol. [kN/m³]	Vs [m/s]	Tensione verticale [kPa]
1		0	5.0	Lombardia - Limi sabbiosi	350.92	--	17.0	450.0	42.5
2		5.0	35.0	Lombardia - Ghiaie	660.55	--	18.0	600.0	400.0
3		oo	--	Smorzamento costante	1118.70	--	19.0	760.0	715.0

Strato rilevamento accelerogramma: 3 Affiorante

PSB PER LO SLO

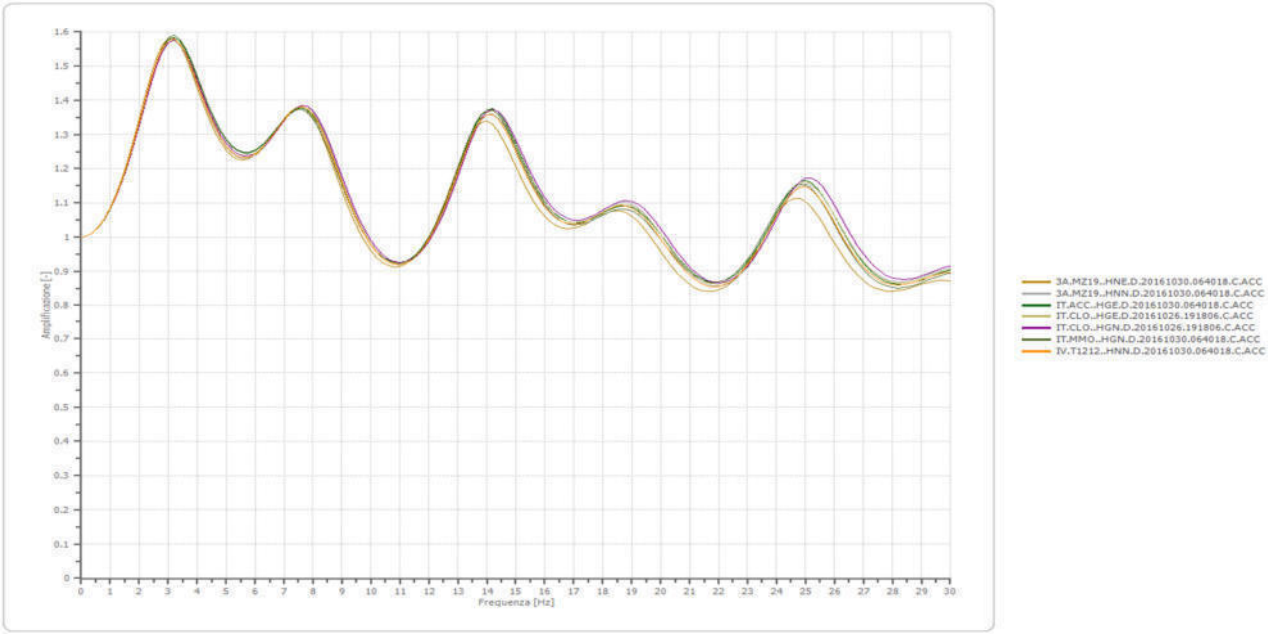




Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 81% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.784 lon. 13.081 - id 24525)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	8.1200	14.2000	7.5900	3.6100	1.5800	0.6550	0.2090	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	4.7300	11.3000	8.9200	5.8200	3.1700	1.3800	0.4800	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	1.1500	3.6600	4.0400	3.5100	2.3300	0.9600	0.3830	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.2180	1.0200	1.4700	1.5400	1.2200	0.5030	0.2310	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0128	0.2600	0.5880	0.7430	0.6850	0.3010	0.1570	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0433	0.2450	0.3900	0.4120	0.1890	0.1100	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0068	0.1020	0.2260	0.2370	0.1190	0.0767	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0011	0.0421	0.1380	0.1340	0.0766	0.0539	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0127	0.0712	0.0778	0.0509	0.0388	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0022	0.0280	0.0434	0.0338	0.0278	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0111	0.0244	0.0228	0.0202	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0036	0.0135	0.0162	0.0155	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0012	0.0070	0.0120	0.0124	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0003	0.0031	0.0089	0.0100	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0011	0.0060	0.0076	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0039	0.0059	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0028	0.0050	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0018	0.0041	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0011	0.0030	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0006	0.0022	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.24	16.8	0.335

FUNZIONE DI AMPLIFICAZIONE PER LO SLO



Elaborazione per lo SLO

Numero di iterazioni	50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima	0.4
Tipo di modulo elastico	Shake
Massimo errore percentuale di convergenza	1.74 E-05

Fattori di amplificazione ICMS 2018

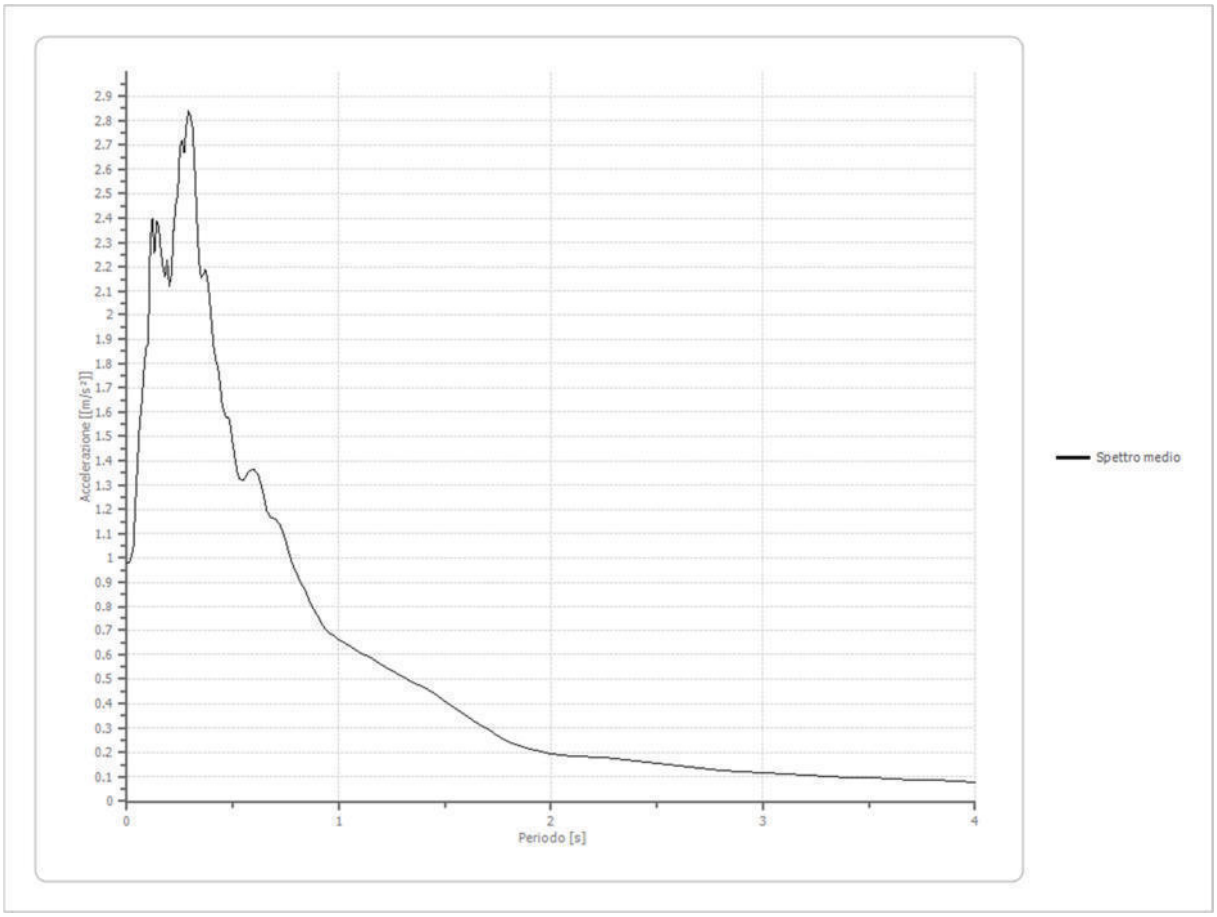
Tai	0.290 [s]
Tvi	1.400 [s]
Tao	0.290 [s]
Tvo	0.640 [s]
Sami	1.635 [m/s²]
Svmi	0.110 [m/s]
Samo	2.326 [m/s²]
Svmo	0.132 [m/s]
Fa	**1.423 [-]**
Fv	**1.197 [-]**
TB	0.119 [s]
TC	0.356 [s]
TD	1.950 [s]
SA(0)	0.858 [m/s²]
SA(TB)	2.326 [m/s²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.027	0.039	0.200	1.432
0.400	0.800	0.040	0.052	0.500	1.281
0.700	1.100	0.042	0.049	0.636	1.161

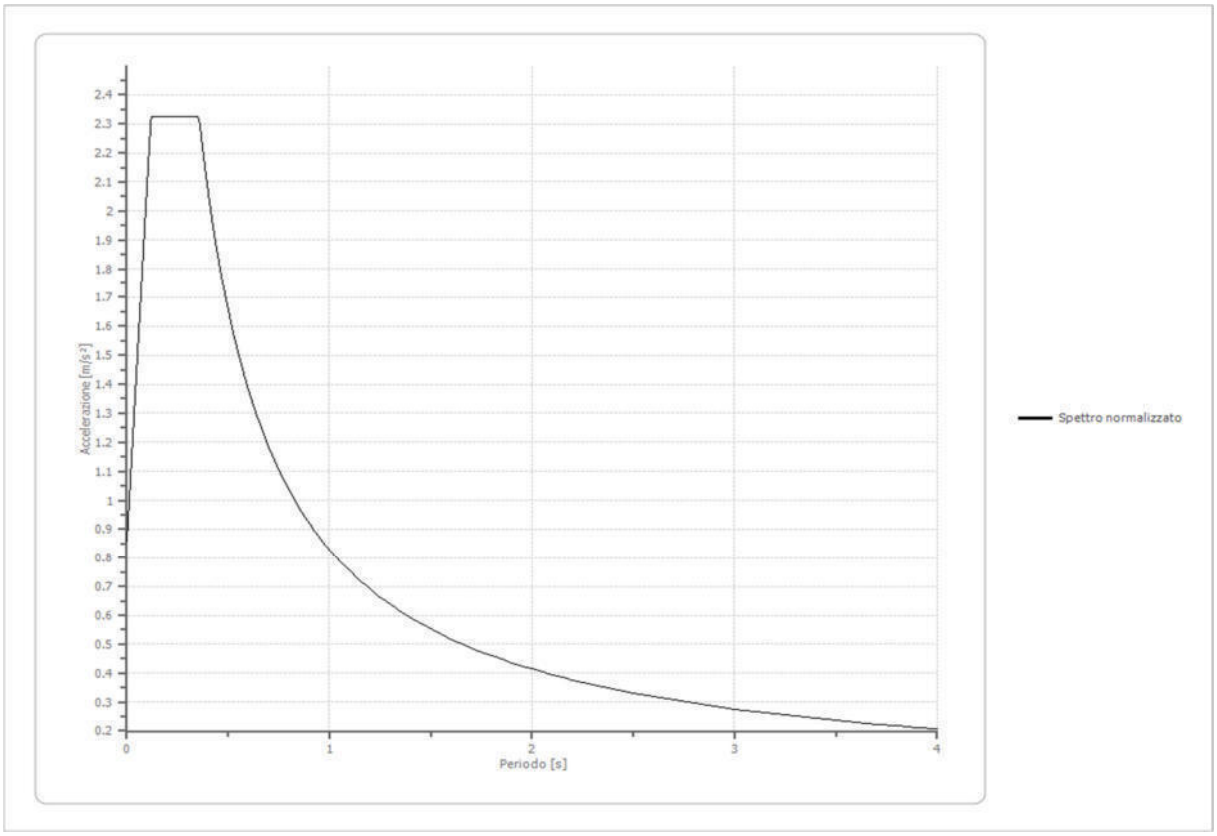
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	0.9817	0.26	2.7174	0.52	1.3563	0.98	0.6732	2.25	0.1776
0.01	0.9817	0.27	2.6699	0.53	1.3263	1.00	0.6578	2.30	0.1751
0.02	1.0047	0.28	2.7768	0.54	1.3196	1.05	0.6363	2.35	0.1710
0.03	1.0371	0.29	2.8414	0.55	1.3206	1.10	0.6088	2.40	0.1659
0.04	1.2172	0.30	2.8152	0.56	1.3349	1.15	0.5895	2.50	0.1559
0.05	1.3861	0.31	2.7680	0.57	1.3518	1.20	0.5591	2.60	0.1449
0.06	1.5545	0.32	2.5969	0.58	1.3603	1.25	0.5340	2.70	0.1340
0.07	1.6408	0.33	2.4008	0.60	1.3652	1.30	0.5080	2.80	0.1247
0.08	1.7653	0.34	2.2213	0.62	1.3402	1.35	0.4866	2.90	0.1200
0.09	1.8617	0.35	2.1565	0.64	1.2789	1.40	0.4661	3.00	0.1165
0.10	1.8834	0.36	2.1680	0.66	1.1929	1.45	0.4393	3.10	0.1117
0.11	2.3034	0.37	2.1877	0.68	1.1634	1.50	0.4075	3.20	0.1058
0.12	2.3957	0.38	2.1514	0.70	1.1600	1.55	0.3784	3.30	0.1018
0.13	2.2588	0.39	2.0658	0.72	1.1422	1.60	0.3491	3.40	0.0990
0.14	2.3902	0.40	1.9549	0.74	1.0990	1.65	0.3213	3.50	0.0960
0.15	2.3681	0.41	1.8602	0.76	1.0326	1.70	0.2941	3.60	0.0921
0.16	2.2659	0.42	1.8120	0.78	0.9780	1.75	0.2671	3.70	0.0889
0.17	2.1978	0.43	1.7807	0.80	0.9378	1.80	0.2443	3.80	0.0856
0.18	2.1613	0.44	1.7102	0.82	0.8998	1.85	0.2260	3.90	0.0818
0.19	2.2291	0.45	1.6281	0.84	0.8665	1.90	0.2112	4.00	0.0783
0.20	2.1209	0.46	1.5979	0.86	0.8257	1.95	0.2017		
0.21	2.1708	0.47	1.5799	0.88	0.7857	2.00	0.1958		
0.22	2.3501	0.48	1.5764	0.90	0.7550	2.05	0.1912		
0.23	2.4529	0.49	1.5330	0.92	0.7241	2.10	0.1866		
0.24	2.4984	0.50	1.4638	0.94	0.6986	2.15	0.1831		
0.25	2.6914	0.51	1.4062	0.96	0.6855	2.20	0.1797		



Spettro normalizzato di risposta elastico

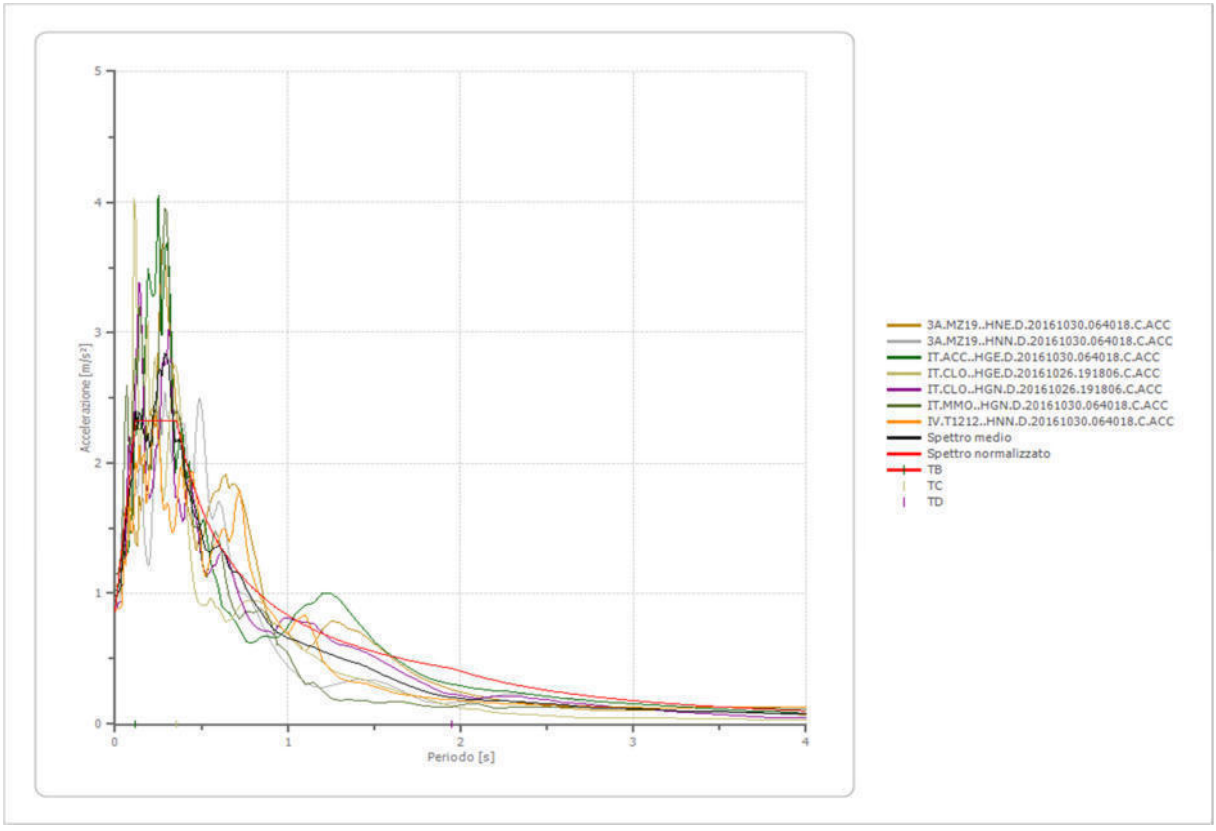
Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	0.8582	0.26	2.3255	0.52	1.5936	0.98	0.8456	2.25	0.3683
0.01	0.9817	0.27	2.3255	0.53	1.5635	1.00	0.8287	2.30	0.3603
0.02	1.1053	0.28	2.3255	0.54	1.5346	1.05	0.7892	2.35	0.3526
0.03	1.2288	0.29	2.3255	0.55	1.5067	1.10	0.7533	2.40	0.3453
0.04	1.3523	0.30	2.3255	0.56	1.4798	1.15	0.7206	2.50	0.3315
0.05	1.4759	0.31	2.3255	0.57	1.4538	1.20	0.6906	2.60	0.3187
0.06	1.5994	0.32	2.3255	0.58	1.4287	1.25	0.6629	2.70	0.3069
0.07	1.7230	0.33	2.3255	0.60	1.3811	1.30	0.6374	2.80	0.2960
0.08	1.8465	0.34	2.3255	0.62	1.3366	1.35	0.6138	2.90	0.2857
0.09	1.9700	0.35	2.3255	0.64	1.2948	1.40	0.5919	3.00	0.2762
0.10	2.0936	0.36	2.3018	0.66	1.2556	1.45	0.5715	3.10	0.2673
0.11	2.2171	0.37	2.2396	0.68	1.2186	1.50	0.5524	3.20	0.2590
0.12	2.3255	0.38	2.1807	0.70	1.1838	1.55	0.5346	3.30	0.2511
0.13	2.3255	0.39	2.1248	0.72	1.1509	1.60	0.5179	3.40	0.2437
0.14	2.3255	0.40	2.0717	0.74	1.1198	1.65	0.5022	3.50	0.2368
0.15	2.3255	0.41	2.0211	0.76	1.0903	1.70	0.4874	3.60	0.2302
0.16	2.3255	0.42	1.9730	0.78	1.0624	1.75	0.4735	3.70	0.2240
0.17	2.3255	0.43	1.9271	0.80	1.0358	1.80	0.4604	3.80	0.2181
0.18	2.3255	0.44	1.8833	0.82	1.0106	1.85	0.4479	3.90	0.2125
0.19	2.3255	0.45	1.8415	0.84	0.9865	1.90	0.4361	4.00	0.2072
0.20	2.3255	0.46	1.8014	0.86	0.9636	1.95	0.4250		
0.21	2.3255	0.47	1.7631	0.88	0.9417	2.00	0.4143		
0.22	2.3255	0.48	1.7264	0.90	0.9207	2.05	0.4042		
0.23	2.3255	0.49	1.6912	0.92	0.9007	2.10	0.3946		
0.24	2.3255	0.50	1.6573	0.94	0.8816	2.15	0.3854		
0.25	2.3255	0.51	1.6248	0.96	0.8632	2.20	0.3767		



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s²]	Se(TB) [m/s²]	S
0.858	2.709822	--	0.119	0.356	1.950	0.858	2.326	1.122

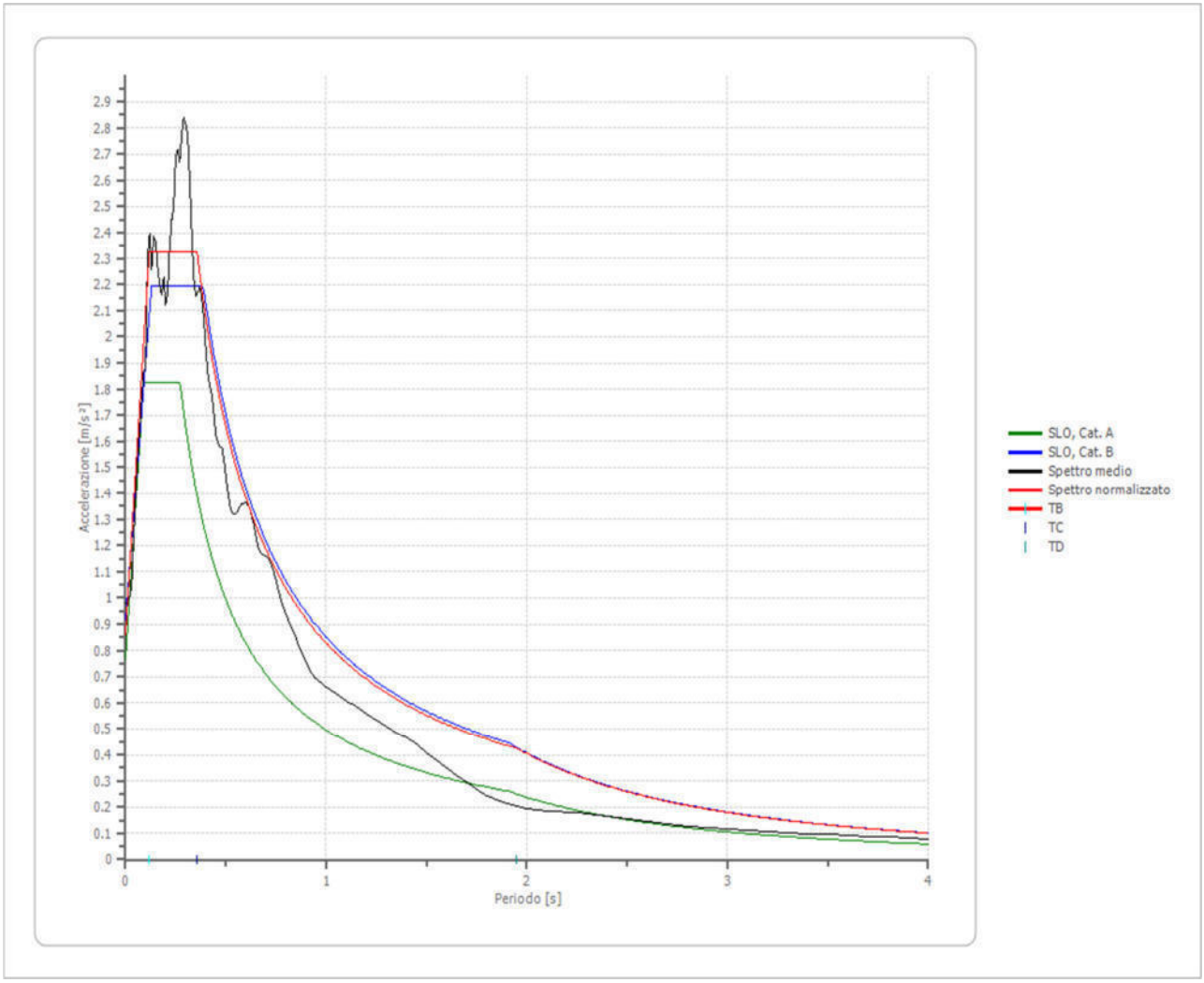
Confronto tra gli spettri



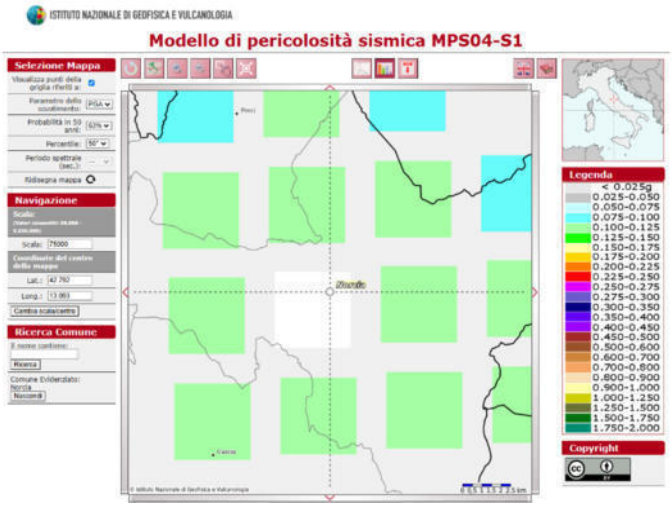
Confronto spettro normativa

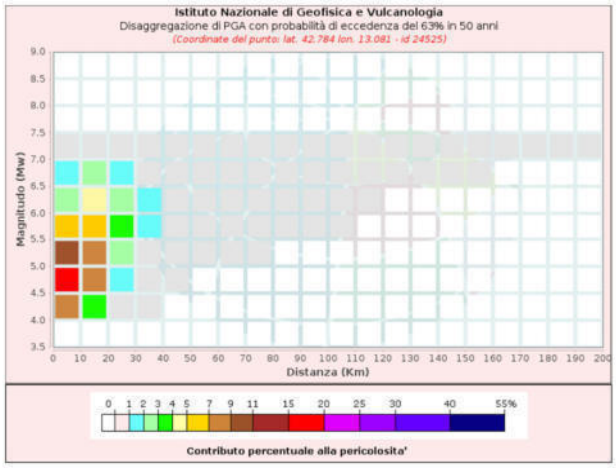
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.765	1.010	2.502	3.208
Fo	2.388	2.325	2.376	2.408	2.388	2.325	2.376	2.408
Tc* [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.272	0.279	0.335	0.353
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.16	1.09
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.42	1.37	1.35
TB [s]	0.091	0.093	0.112	0.118	0.129	0.132	0.153	0.159
TC [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.388	0.396	0.459	0.478
TD [s]	1.912	2.012	2.620	2.908	1.912	2.012	2.620	2.908
Se(0) [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.918	1.212	2.896	3.481
Se(TB) [m/s²]	1.827	2.348	5.945	7.725	2.192	2.818	6.882	8.382



PSB PER LO SLD

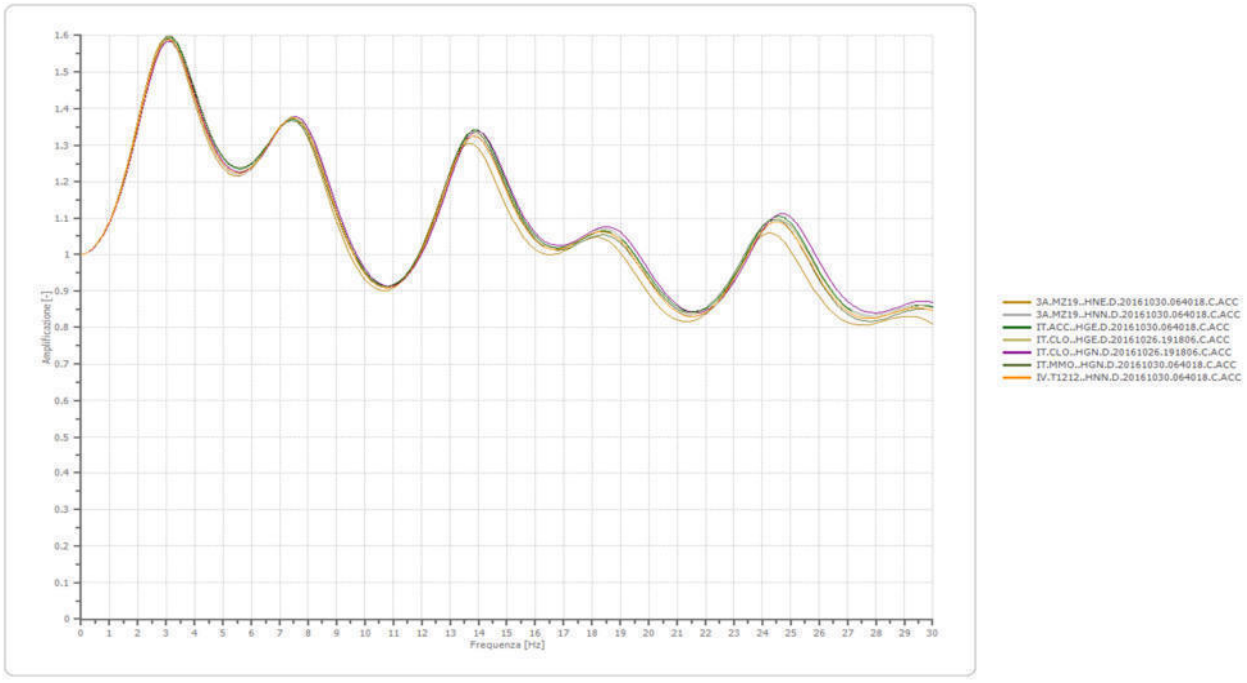




Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 63% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.784 lon. 13.081 - id 24525)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	8.9600	17.2000	10.4000	5.4700	2.5800	1.1200	0.3640	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	3.2300	8.9600	8.5600	6.6200	4.1600	2.0600	0.7700	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.4300	1.9500	2.8300	3.0400	2.4300	1.1800	0.5330	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0091	0.2880	0.7830	1.0800	1.0500	0.5210	0.2780	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0168	0.2130	0.4320	0.5040	0.2700	0.1660	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0425	0.1840	0.2630	0.1490	0.1040	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0081	0.0831	0.1320	0.0840	0.0651	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0384	0.0636	0.0485	0.0417	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0129	0.0295	0.0290	0.0276	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0026	0.0115	0.0171	0.0182	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0038	0.0101	0.0122	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0008	0.0060	0.0086	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0034	0.0063	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0017	0.0046	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0031	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0021	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0015	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0009	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0004	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.32	13.6	0.462

FUNZIONE DI AMPLIFICAZIONE PER LO SLD



Elaborazione per lo SLD

Numero di iterazioni	50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima	0.4
Tipo di modulo elastico	Shake
Massimo errore percentuale di convergenza	1.96 E-05

Fattori di amplificazione ICMS 2018

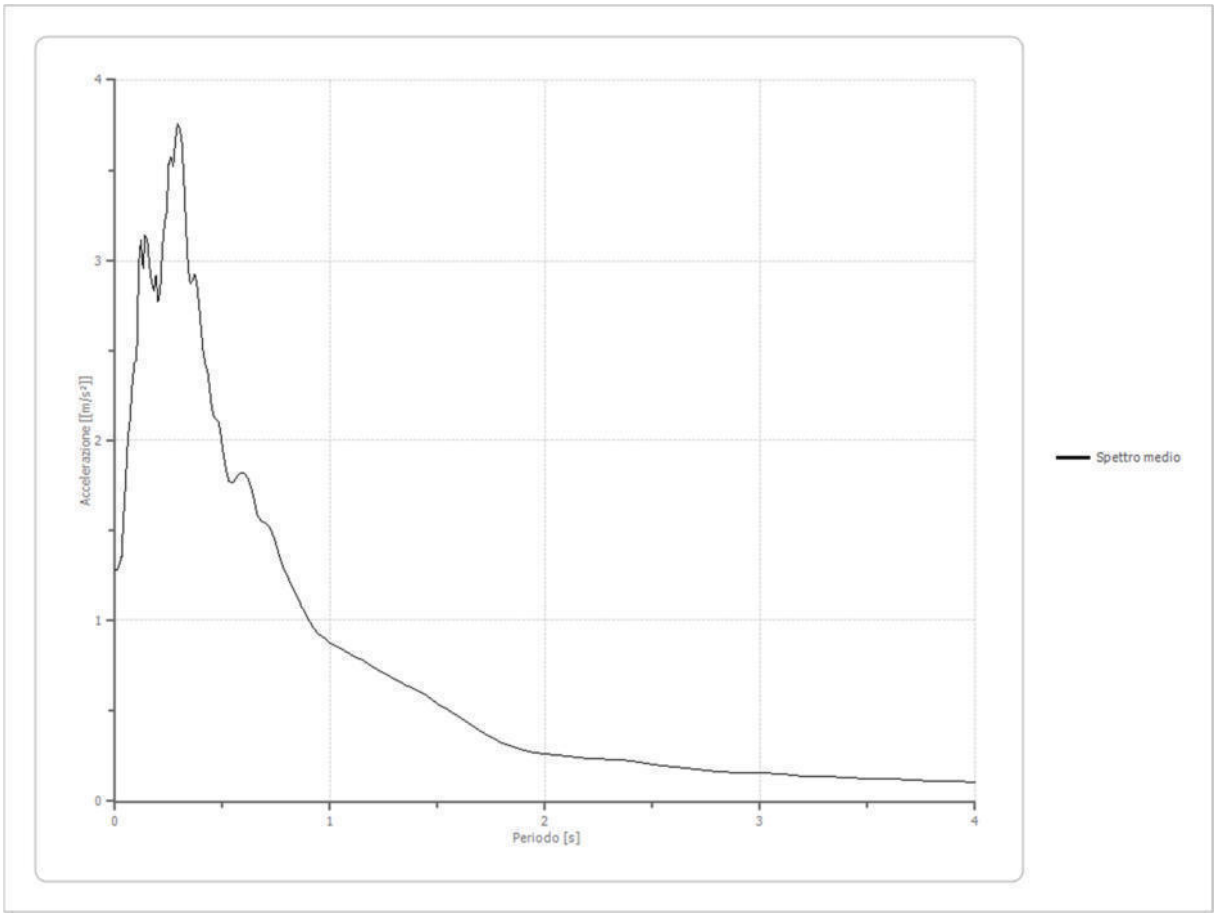
Tai	0.290 [s]
Tvi	1.400 [s]
Tao	0.290 [s]
Tvo	0.640 [s]
Sami	2.158 [m/s²]
Svmi	0.145 [m/s]
Samo	3.075 [m/s²]
Svmo	0.176 [m/s]
Fa	**1.425 [-]**
Fv	**1.209 [-]**
TB	0.120 [s]
TC	0.359 [s]
TD	2.058 [s]
SA(0)	1.123 [m/s²]
SA(TB)	3.075 [m/s²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.036	0.052	0.200	1.436
0.400	0.800	0.053	0.069	0.500	1.294
0.700	1.100	0.056	0.065	0.636	1.168

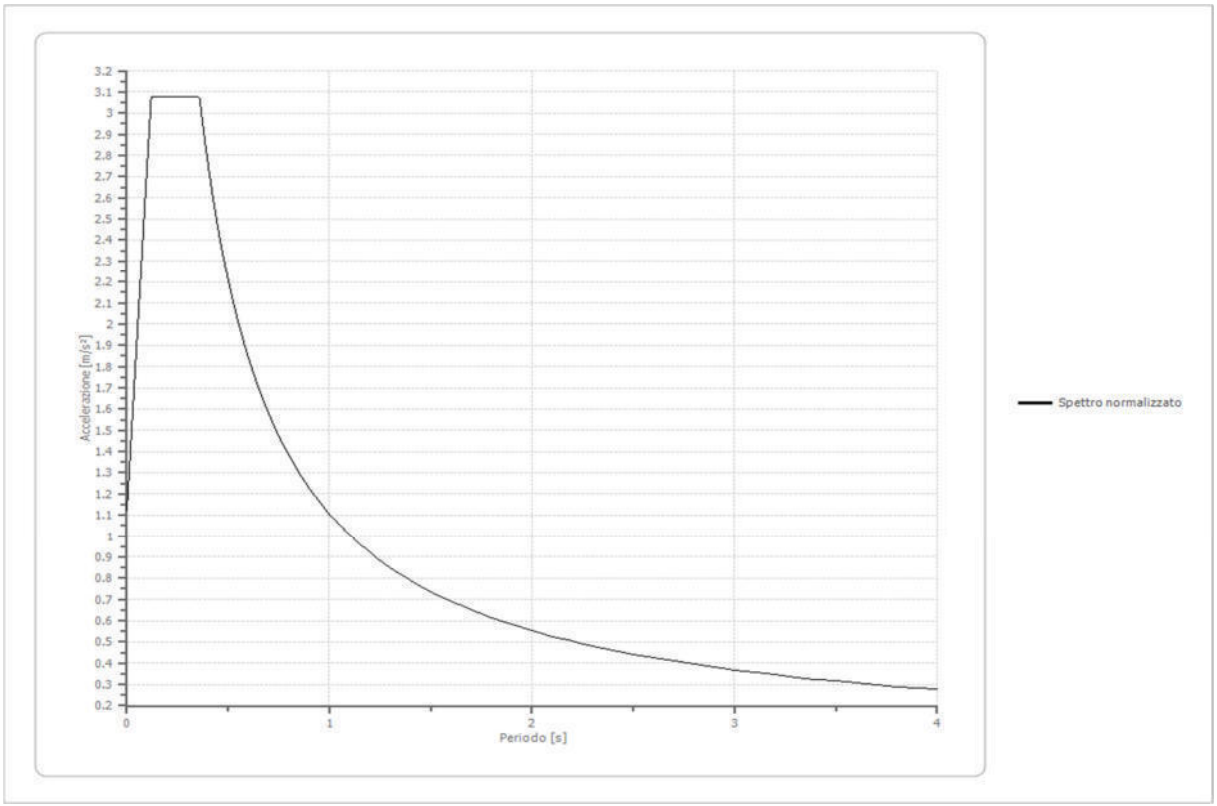
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	1.2856	0.26	3.5729	0.52	1.8142	0.98	0.8937	2.25	0.2348
0.01	1.2856	0.27	3.5217	0.53	1.7734	1.00	0.8729	2.30	0.2314
0.02	1.3137	0.28	3.6653	0.54	1.7644	1.05	0.8439	2.35	0.2260
0.03	1.3542	0.29	3.7577	0.55	1.7656	1.10	0.8074	2.40	0.2193
0.04	1.5842	0.30	3.7301	0.56	1.7840	1.15	0.7812	2.50	0.2060
0.05	1.7954	0.31	3.6657	0.57	1.8065	1.20	0.7409	2.60	0.1915
0.06	2.0236	0.32	3.4478	0.58	1.8181	1.25	0.7079	2.70	0.1771
0.07	2.1211	0.33	3.1902	0.60	1.8230	1.30	0.6731	2.80	0.1648
0.08	2.3191	0.34	2.9557	0.62	1.7880	1.35	0.6444	2.90	0.1585
0.09	2.4303	0.35	2.8723	0.64	1.7067	1.40	0.6171	3.00	0.1539
0.10	2.4512	0.36	2.8958	0.66	1.5893	1.45	0.5818	3.10	0.1476
0.11	2.9796	0.37	2.9234	0.68	1.5497	1.50	0.5397	3.20	0.1398
0.12	3.1157	0.38	2.8741	0.70	1.5445	1.55	0.5010	3.30	0.1345
0.13	2.9605	0.39	2.7613	0.72	1.5205	1.60	0.4623	3.40	0.1307
0.14	3.1425	0.40	2.6170	0.74	1.4623	1.65	0.4254	3.50	0.1268
0.15	3.1174	0.41	2.4898	0.76	1.3740	1.70	0.3892	3.60	0.1217
0.16	2.9747	0.42	2.4246	0.78	1.3019	1.75	0.3536	3.70	0.1174
0.17	2.8814	0.43	2.3803	0.80	1.2482	1.80	0.3234	3.80	0.1131
0.18	2.8344	0.44	2.2859	0.82	1.1962	1.85	0.2990	3.90	0.1080
0.19	2.9223	0.45	2.1762	0.84	1.1518	1.90	0.2795	4.00	0.1035
0.20	2.7762	0.46	2.1357	0.86	1.0973	1.95	0.2669		
0.21	2.8399	0.47	2.1114	0.88	1.0443	2.00	0.2590		
0.22	3.0771	0.48	2.1077	0.90	1.0030	2.05	0.2528		
0.23	3.2093	0.49	2.0500	0.92	0.9621	2.10	0.2467		
0.24	3.2739	0.50	1.9568	0.94	0.9278	2.15	0.2420		
0.25	3.5356	0.51	1.8801	0.96	0.9098	2.20	0.2375		



Spettro normalizzato di risposta elastico

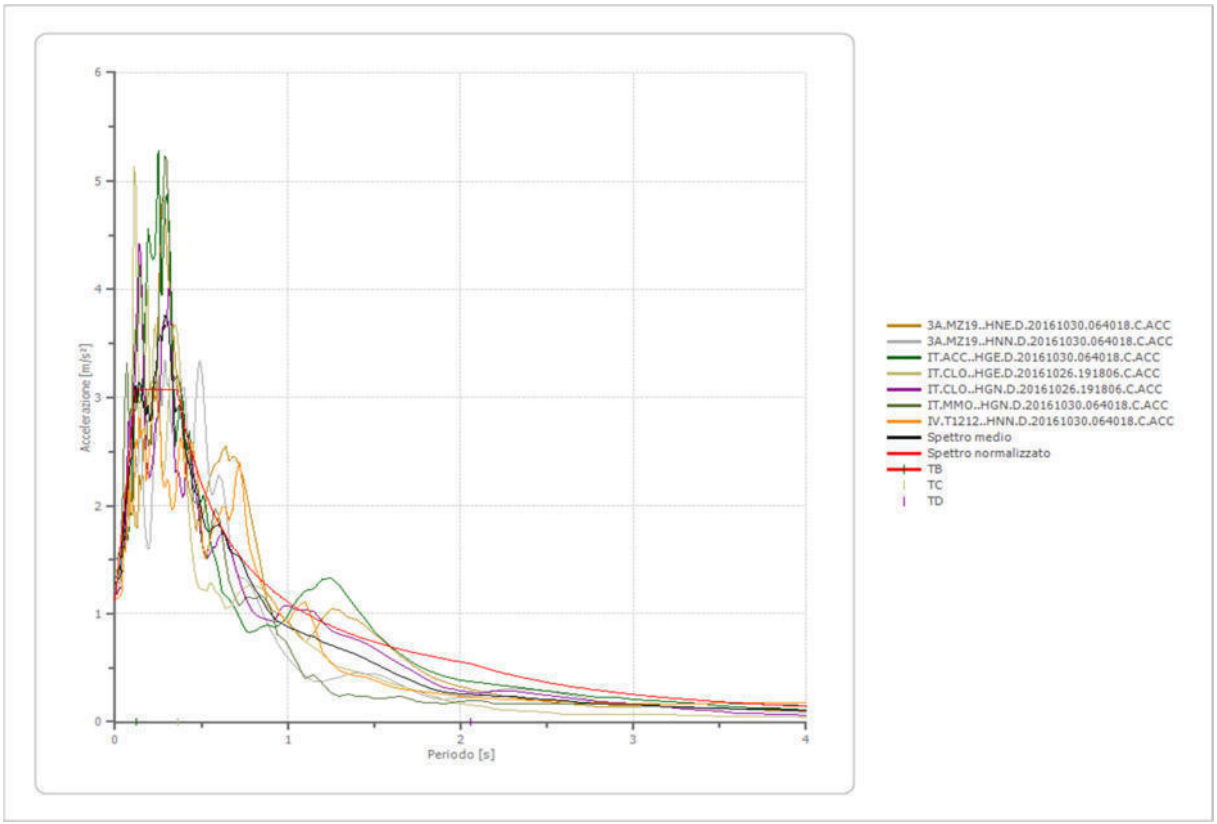
Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	1.1226	0.26	3.0749	0.52	2.1249	0.98	1.1275	2.25	0.4911
0.01	1.2856	0.27	3.0749	0.53	2.0848	1.00	1.1049	2.30	0.4804
0.02	1.4486	0.28	3.0749	0.54	2.0462	1.05	1.0523	2.35	0.4702
0.03	1.6116	0.29	3.0749	0.55	2.0090	1.10	1.0045	2.40	0.4604
0.04	1.7746	0.30	3.0749	0.56	1.9731	1.15	0.9608	2.50	0.4420
0.05	1.9376	0.31	3.0749	0.57	1.9385	1.20	0.9208	2.60	0.4250
0.06	2.1006	0.32	3.0749	0.58	1.9051	1.25	0.8840	2.70	0.4092
0.07	2.2636	0.33	3.0749	0.60	1.8416	1.30	0.8500	2.80	0.3946
0.08	2.4265	0.34	3.0749	0.62	1.7822	1.35	0.8185	2.90	0.3810
0.09	2.5895	0.35	3.0749	0.64	1.7265	1.40	0.7892	3.00	0.3683
0.10	2.7525	0.36	3.0693	0.66	1.6741	1.45	0.7620	3.10	0.3564
0.11	2.9155	0.37	2.9863	0.68	1.6249	1.50	0.7366	3.20	0.3453
0.12	3.0749	0.38	2.9077	0.70	1.5785	1.55	0.7129	3.30	0.3348
0.13	3.0749	0.39	2.8332	0.72	1.5346	1.60	0.6906	3.40	0.3250
0.14	3.0749	0.40	2.7623	0.74	1.4932	1.65	0.6697	3.50	0.3157
0.15	3.0749	0.41	2.6950	0.76	1.4539	1.70	0.6500	3.60	0.3069
0.16	3.0749	0.42	2.6308	0.78	1.4166	1.75	0.6314	3.70	0.2986
0.17	3.0749	0.43	2.5696	0.80	1.3812	1.80	0.6139	3.80	0.2908
0.18	3.0749	0.44	2.5112	0.82	1.3475	1.85	0.5973	3.90	0.2833
0.19	3.0749	0.45	2.4554	0.84	1.3154	1.90	0.5815	4.00	0.2762
0.20	3.0749	0.46	2.4020	0.86	1.2848	1.95	0.5666		
0.21	3.0749	0.47	2.3509	0.88	1.2556	2.00	0.5525		
0.22	3.0749	0.48	2.3020	0.90	1.2277	2.05	0.5390		
0.23	3.0749	0.49	2.2550	0.92	1.2010	2.10	0.5262		
0.24	3.0749	0.50	2.2099	0.94	1.1755	2.15	0.5139		
0.25	3.0749	0.51	2.1665	0.96	1.1510	2.20	0.5022		



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s²]	Se(TB) [m/s²]	S
1.123	2.739036	--	0.120	0.359	2.058	1.123	3.075	1.112

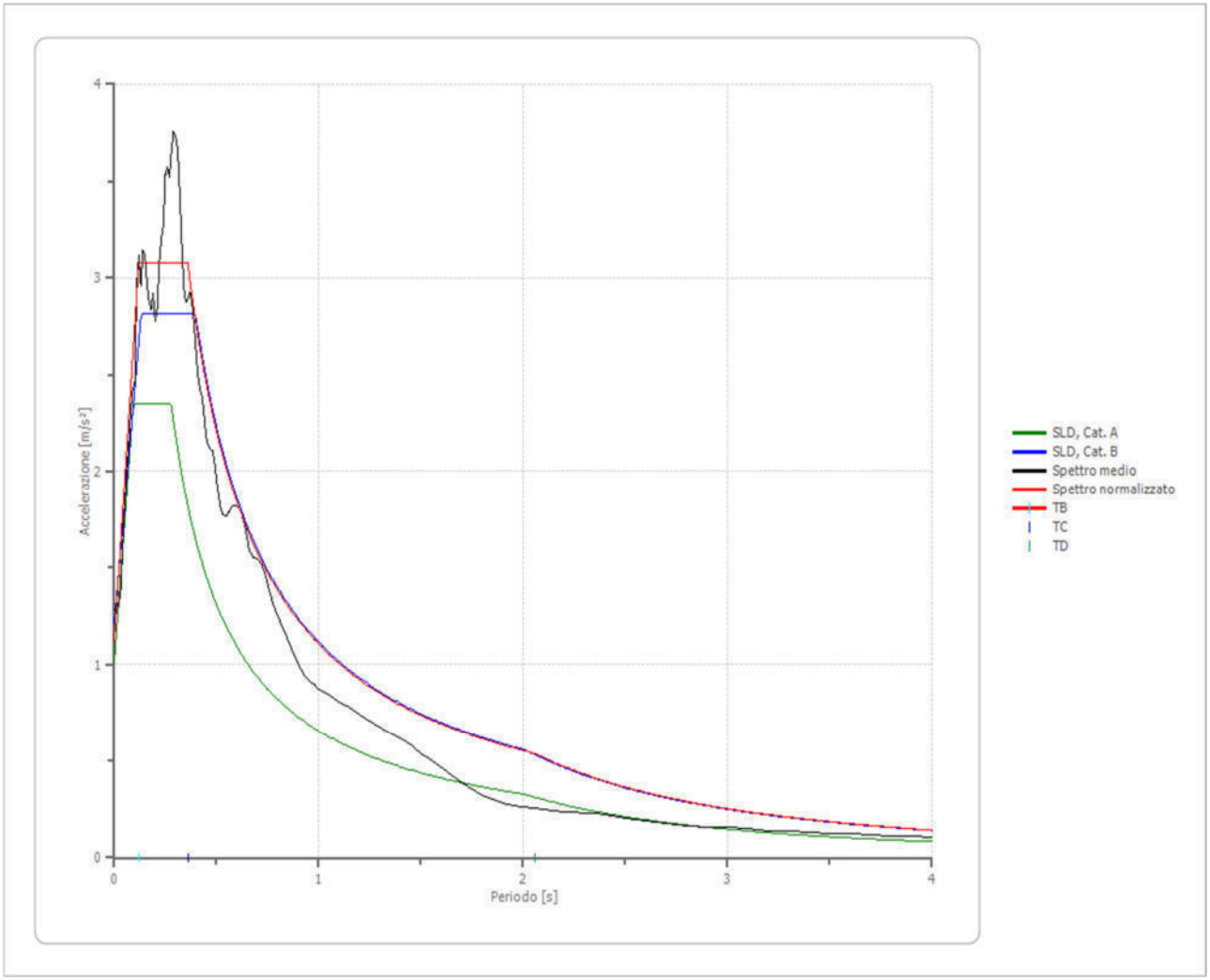
Confronto tra gli spettri



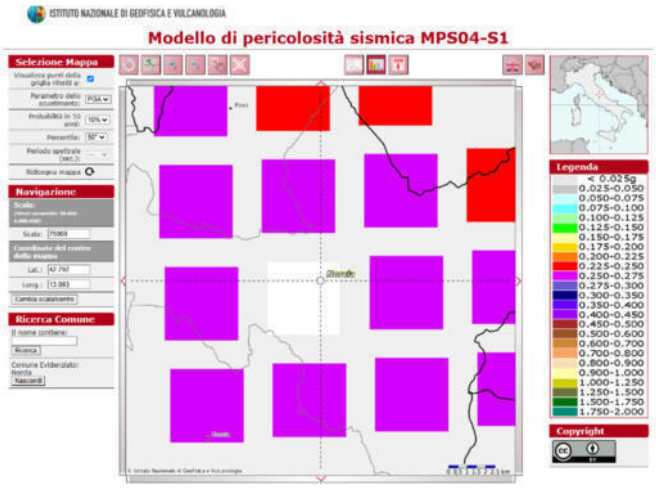
Confronto spettro normativa

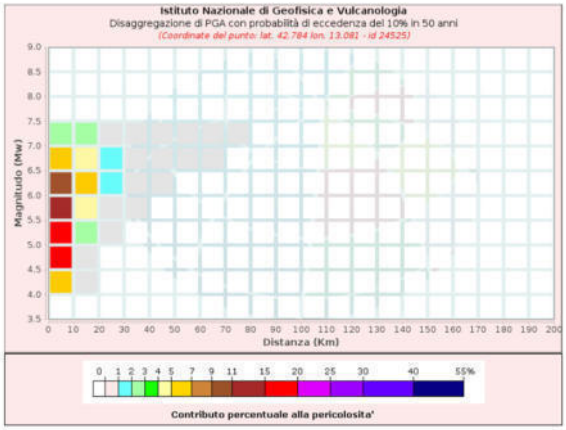
Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.765	1.010	2.502	3.208
Fo	2.388	2.325	2.376	2.408	2.388	2.325	2.376	2.408
Tc* [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.272	0.279	0.335	0.353
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.16	1.09
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.42	1.37	1.35
TB [s]	0.091	0.093	0.112	0.118	0.129	0.132	0.153	0.159
TC [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.388	0.396	0.459	0.478
TD [s]	1.912	2.012	2.620	2.908	1.912	2.012	2.620	2.908
Se(0) [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.918	1.212	2.896	3.481
Se(TB) [m/s²]	1.827	2.348	5.945	7.725	2.192	2.818	6.882	8.382



PSB PER LO SLV

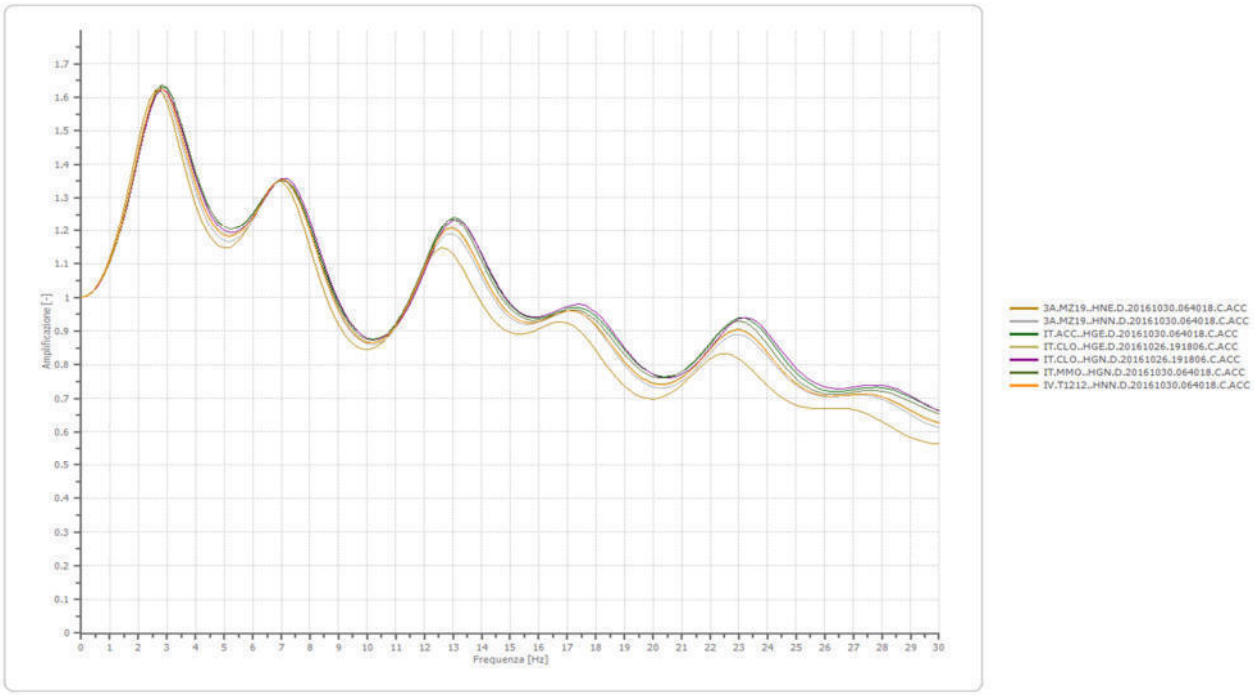




Disaggregazione di PGA con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto: lat. 42.784 lon. 13.081 - id 24525)											
Distanza (Km)	Magnitudo (Mw)										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.0000	6.1500	17.6000	17.8000	14.8000	10.4000	6.2300	2.5200	0.0000	0.0000	0.0000
10-20	0.0000	0.0222	0.7540	2.5900	4.4600	5.3000	4.6500	2.6300	0.0000	0.0000	0.0000
20-30	0.0000	0.0000	0.0000	0.0210	0.4270	1.0300	1.0700	0.8270	0.0000	0.0000	0.0000
30-40	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0064	0.1320	0.2130	0.2190	0.0000	0.0000	0.0000
40-50	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0055	0.0463	0.0723	0.0000	0.0000	0.0000
50-60	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0060	0.0246	0.0000	0.0000	0.0000
60-70	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0001	0.0064	0.0000	0.0000	0.0000
70-80	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0007	0.0000	0.0000	0.0000
80-90	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
90-100	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
100-110	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
110-120	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
120-130	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
130-140	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
140-150	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
150-160	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
160-170	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
170-180	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
180-190	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
190-200	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Valori Medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.67	7.51	0.952

FUNZIONE DI AMPLIFICAZIONE PER LO SLV



Elaborazione per lo SLV

Numero di iterazioni	50
Rapporto tra deformazione a taglio effettiva e deformazione massima	0.5
Tipo di modulo elastico	Shake
Massimo errore percentuale di convergenza	1.09 E 10-6

Fattori di amplificazione ICMS 2018

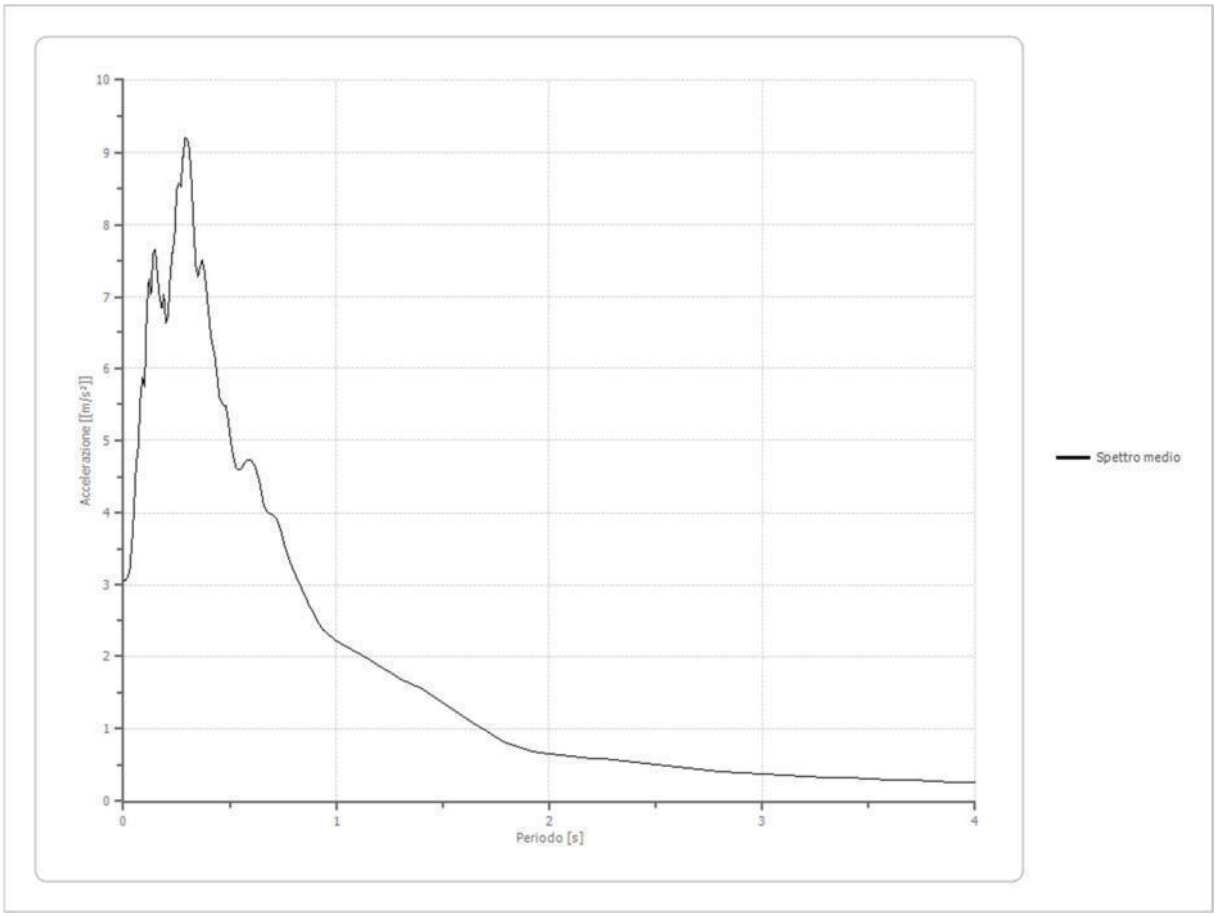
Tai	0.290 [s]
Tvi	1.400 [s]
Tao	0.290 [s]
Tvo	0.640 [s]
Sami	5.346 [m/s²]
Svmi	0.360 [m/s]
Samo	7.594 [m/s²]
Svmo	0.454 [m/s]
Fa	**1.440 [-]**
Fv	**1.259 [-]**
TB	0.125 [s]
TC	0.375 [s]
TD	2.685 [s]
SA(0)	2.661 [m/s²]
SA(TB)	7.594 [m/s²]

Fattori di amplificazione su intensità spettrale

Periodo minino [s]	Periodo massimo [s]	Int. Housner input [m]	Int. Housner output [m]	Int. Housner input/output [m]	FA
0.100	0.500	0.089	0.128	0.200	1.447
0.400	0.800	0.132	0.178	0.500	1.347
0.700	1.100	0.139	0.167	0.636	1.202

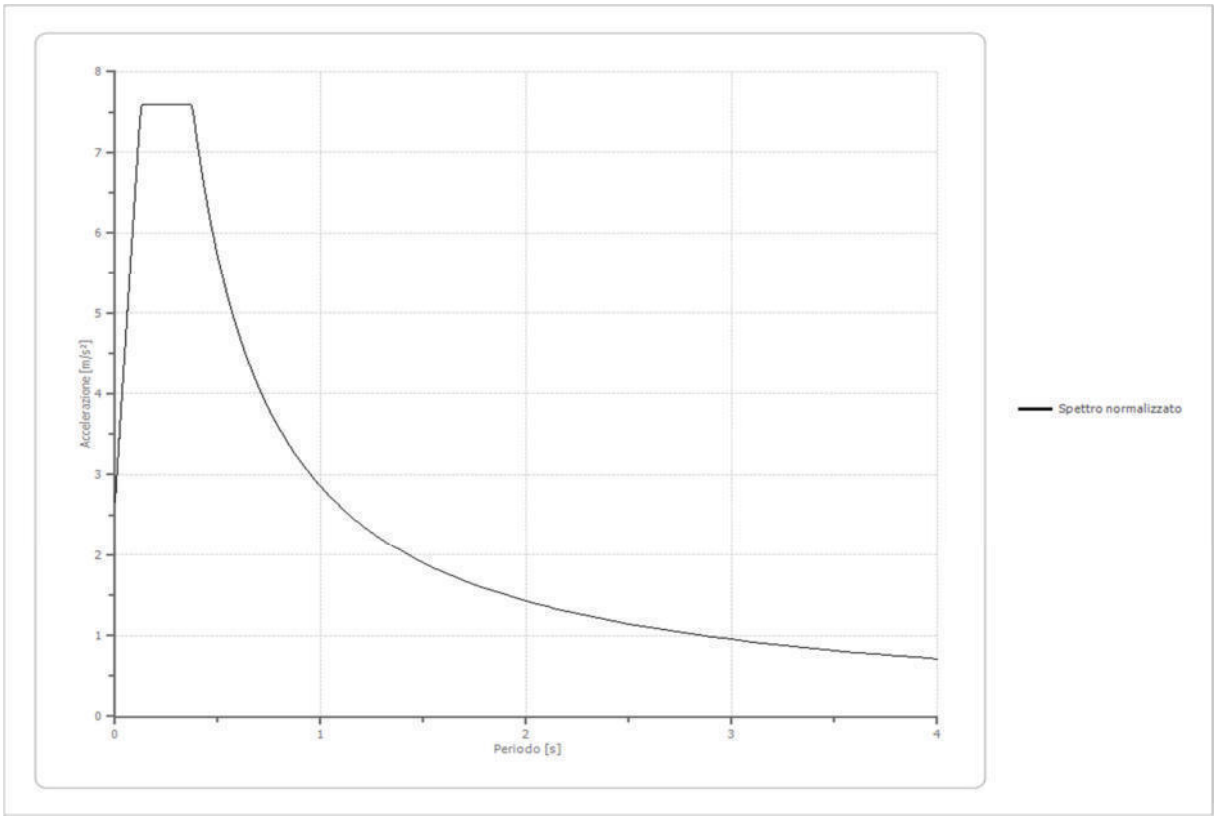
Spettro medio di risposta elastico

Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	3.0549	0.26	8.5717	0.52	4.7342	0.98	2.2628	2.25	0.5849
0.01	3.0550	0.27	8.5306	0.53	4.6206	1.00	2.2107	2.30	0.5762
0.02	3.1105	0.28	8.9281	0.54	4.5986	1.05	2.1303	2.35	0.5628
0.03	3.2106	0.29	9.1944	0.55	4.6037	1.10	2.0385	2.40	0.5461
0.04	3.5785	0.30	9.1854	0.56	4.6363	1.15	1.9654	2.50	0.5128
0.05	4.0636	0.31	9.0564	0.57	4.6976	1.20	1.8646	2.60	0.4767
0.06	4.6888	0.32	8.5926	0.58	4.7324	1.25	1.7828	2.70	0.4406
0.07	4.9027	0.33	7.9904	0.60	4.7349	1.30	1.6935	2.80	0.4095
0.08	5.5875	0.34	7.4303	0.62	4.6287	1.35	1.6181	2.90	0.3939
0.09	5.8766	0.35	7.2770	0.64	4.4238	1.40	1.5470	3.00	0.3826
0.10	5.7376	0.36	7.4123	0.66	4.0961	1.45	1.4598	3.10	0.3670
0.11	6.8352	0.37	7.5079	0.68	3.9904	1.50	1.3543	3.20	0.3470
0.12	7.2444	0.38	7.3799	0.70	3.9700	1.55	1.2567	3.30	0.3335
0.13	7.0449	0.39	7.1072	0.72	3.9056	1.60	1.1598	3.40	0.3241
0.14	7.6142	0.40	6.7938	0.74	3.7474	1.65	1.0657	3.50	0.3146
0.15	7.6521	0.41	6.4690	0.76	3.5216	1.70	0.9744	3.60	0.3022
0.16	7.2991	0.42	6.3055	0.78	3.3420	1.75	0.8853	3.70	0.2914
0.17	7.0009	0.43	6.1601	0.80	3.1983	1.80	0.8094	3.80	0.2809
0.18	6.8434	0.44	5.9095	0.82	3.0540	1.85	0.7484	3.90	0.2685
0.19	7.0420	0.45	5.6206	0.84	2.9373	1.90	0.6986	4.00	0.2572
0.20	6.6211	0.46	5.5308	0.86	2.7952	1.95	0.6674		
0.21	6.7205	0.47	5.4830	0.88	2.6606	2.00	0.6476		
0.22	7.3049	0.48	5.4813	0.90	2.5491	2.05	0.6315		
0.23	7.6045	0.49	5.3400	0.92	2.4466	2.10	0.6150		
0.24	7.8045	0.50	5.0951	0.94	2.3549	2.15	0.6032		
0.25	8.4795	0.51	4.8952	0.96	2.3035	2.20	0.5916		



Spettro normalizzato di risposta elastico

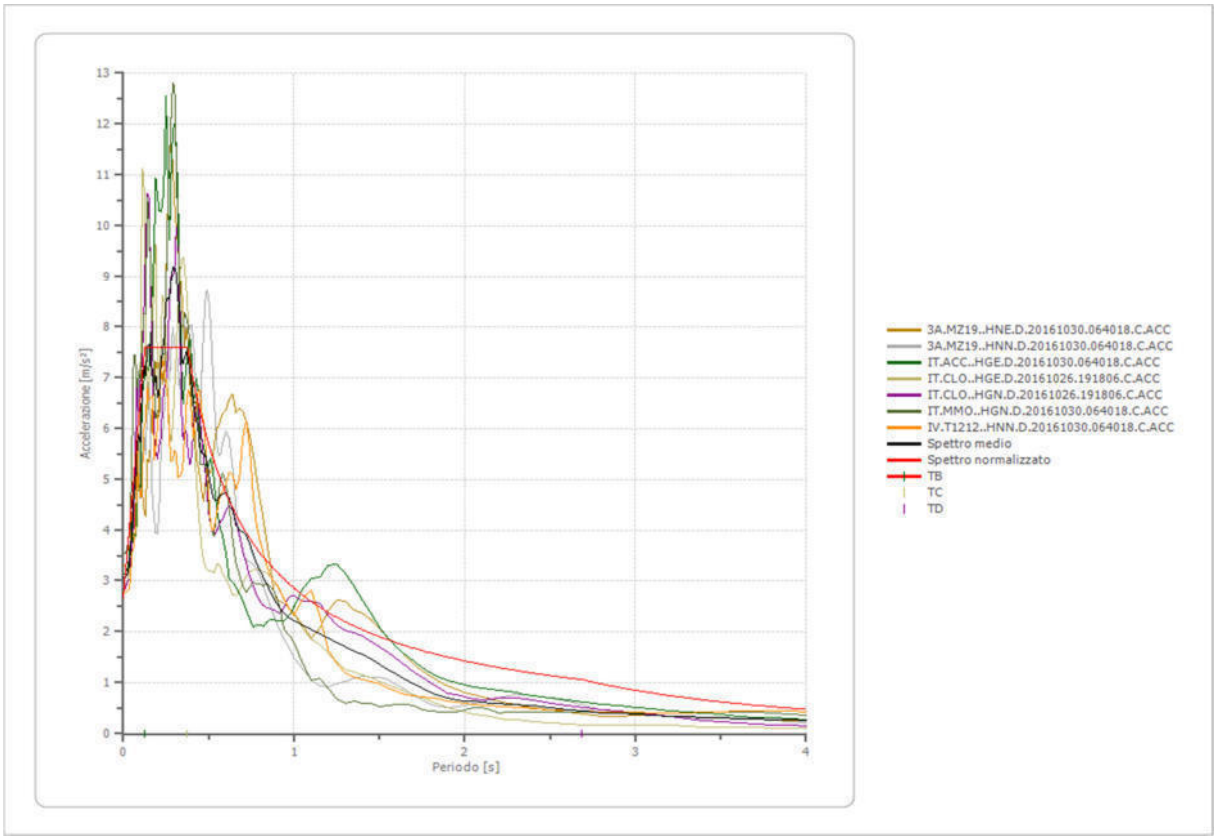
Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]	Periodo [s]	Accelerazione [m/s²]
0.00	2.6608	0.26	7.5935	0.52	5.4822	0.98	2.9089	2.25	1.2670
0.01	3.0550	0.27	7.5935	0.53	5.3788	1.00	2.8507	2.30	1.2395
0.02	3.4492	0.28	7.5935	0.54	5.2792	1.05	2.7150	2.35	1.2131
0.03	3.8434	0.29	7.5935	0.55	5.1832	1.10	2.5916	2.40	1.1878
0.04	4.2375	0.30	7.5935	0.56	5.0906	1.15	2.4789	2.50	1.1403
0.05	4.6317	0.31	7.5935	0.57	5.0013	1.20	2.3756	2.60	1.0964
0.06	5.0259	0.32	7.5935	0.58	4.9151	1.25	2.2806	2.70	1.0558
0.07	5.4201	0.33	7.5935	0.60	4.7512	1.30	2.1929	2.80	1.0181
0.08	5.8143	0.34	7.5935	0.62	4.5980	1.35	2.1117	2.90	0.9830
0.09	6.2084	0.35	7.5935	0.64	4.4543	1.40	2.0362	3.00	0.9502
0.10	6.6026	0.36	7.5935	0.66	4.3193	1.45	1.9660	3.10	0.9196
0.11	6.9968	0.37	7.5935	0.68	4.1923	1.50	1.9005	3.20	0.8909
0.12	7.3910	0.38	7.5020	0.70	4.0725	1.55	1.8392	3.30	0.8639
0.13	7.5935	0.39	7.3096	0.72	3.9594	1.60	1.7817	3.40	0.8385
0.14	7.5935	0.40	7.1269	0.74	3.8524	1.65	1.7277	3.50	0.8145
0.15	7.5935	0.41	6.9530	0.76	3.7510	1.70	1.6769	3.60	0.7919
0.16	7.5935	0.42	6.7875	0.78	3.6548	1.75	1.6290	3.70	0.7705
0.17	7.5935	0.43	6.6296	0.80	3.5634	1.80	1.5837	3.80	0.7502
0.18	7.5935	0.44	6.4790	0.82	3.4765	1.85	1.5409	3.90	0.7310
0.19	7.5935	0.45	6.3350	0.84	3.3937	1.90	1.5004	4.00	0.7127
0.20	7.5935	0.46	6.1973	0.86	3.3148	1.95	1.4619		
0.21	7.5935	0.47	6.0654	0.88	3.2395	2.00	1.4254		
0.22	7.5935	0.48	5.9391	0.90	3.1675	2.05	1.3906		
0.23	7.5935	0.49	5.8179	0.92	3.0986	2.10	1.3575		
0.24	7.5935	0.50	5.7015	0.94	3.0327	2.15	1.3259		
0.25	7.5935	0.51	5.5897	0.96	2.9695	2.20	1.2958		



Parametri spettro normalizzato

Ag [m/s²]	F0	Tc*	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [m/s²]	Se(TB) [m/s²]	S
2.661	2.853835	--	0.125	0.375	2.685	2.661	7.594	1.063

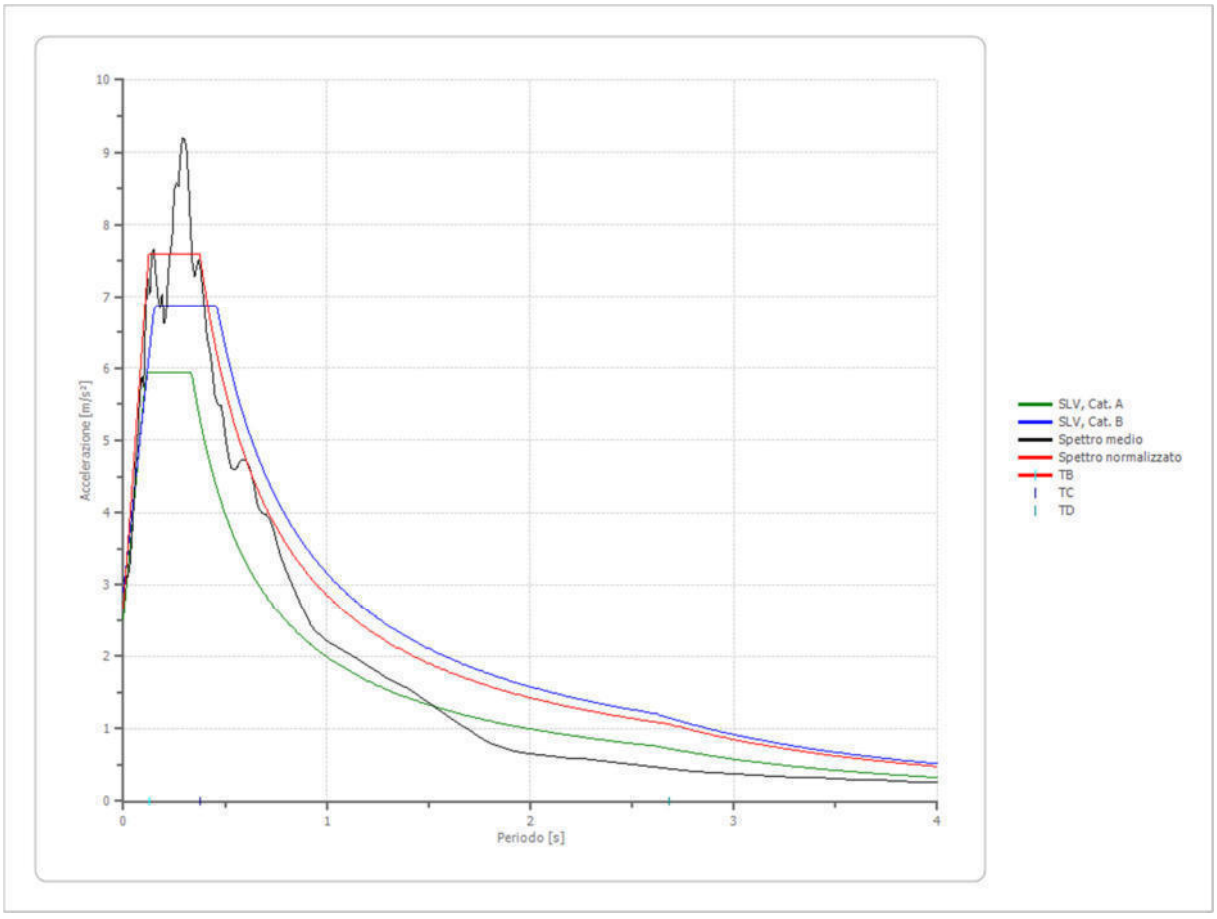
Confronto tra gli spettri



Confronto spettro normativa

Tipo di spettro: Spettro di risposta elastico

	Operatività SLO Cat. A	Danno SLD Cat. A	Salvaguardia vita SLV Cat. A	Prev. collasso SLC Cat. A	Operatività SLO Cat. B	Danno SLD Cat. B	Salvaguardia vita SLV Cat. B	Prev. collasso SLC Cat. B
Tr [anni]	30	50	475	975	30	50	475	975
ag [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.765	1.010	2.502	3.208
Fo	2.388	2.325	2.376	2.408	2.388	2.325	2.376	2.408
Tc* [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.272	0.279	0.335	0.353
Ss	1.00	1.00	1.00	1.00	1.20	1.20	1.16	1.09
St	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Cc	1.00	1.00	1.00	1.00	1.43	1.42	1.37	1.35
TB [s]	0.091	0.093	0.112	0.118	0.129	0.132	0.153	0.159
TC [s]	0.272	0.279	0.335	0.353	0.388	0.396	0.459	0.478
TD [s]	1.912	2.012	2.620	2.908	1.912	2.012	2.620	2.908
Se(0) [m/s²]	0.765	1.010	2.502	3.208	0.918	1.212	2.896	3.481
Se(TB) [m/s²]	1.827	2.348	5.945	7.725	2.192	2.818	6.882	8.382



GEOUMBRIA SERVICE s.a.s.
Via Marconi, 6
06058 S. TERENZIANO (PG)
Tel. 0742 98995 - Tel. - Fax 0742 98421

SISMA 2016

INTERVENTO DI RISTRUTTURAZIONE PESANTE (CON DELOCALIZZAZIONE) DI EDIFICIO DESTINATO A CIVILE ABITAIZONE

COMMITTENTE: DOTT.SSA PAOLA FRASCHETTI

LOCALITA': NORCIA VIA DELLA STAZIONE

REPORT INDAGINI:

- PROVE PENETROMETRICHE DPSH
- SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO
- SIMSICA MASW

San Terenziano, ottobre 2024

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

Committente: FRASCHETTI PALOLA Descrizione: DELOCALIZZAZIONE Localita': NORCIA	

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: DPSH TG 63-200 PAGANI

Rif. Norme	DIN 4094
Peso Massa battente	63.5 Kg
Altezza di caduta libera	0.75 m
Peso sistema di battuta	0.63 Kg
Diametro punta conica	51.00 mm
Area di base punta	20.43 cm²
Lunghezza delle aste	1 m
Peso aste a metro	6.31 Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.40 m
Avanzamento punta	0.20 m
Numero colpi per punta	N(20)
Rivestimento/fanghi	No
Angolo di apertura punta	90 °

PROVA ...DPSH_1

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 20/10/2024
Profondita' prova 3.60 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	5	0.847	40.84	48.22	2.04	2.41
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	2	0.836	16.13	19.29	0.81	0.96
1.40	4	0.833	32.13	38.57	1.61	1.93
1.60	10	0.830	73.92	89.11	3.70	4.46
1.80	12	0.826	88.36	106.93	4.42	5.35
2.00	22	0.723	141.77	196.04	7.09	9.80
2.20	38	0.670	226.91	338.61	11.35	16.93
2.40	53	0.617	291.46	472.27	14.57	23.61
2.60	47	0.614	239.09	389.24	11.95	19.46
2.80	41	0.611	207.61	339.55	10.38	16.98
3.00	38	0.659	207.29	314.70	10.36	15.74
3.20	46	0.606	230.86	380.96	11.54	19.05
3.40	41	0.603	204.88	339.55	10.24	16.98
3.60	58	0.601	269.59	448.66	13.48	22.43

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.4	3.29	32.3	Incoerente	0	1.49	1.88	0.1	1.46	4	T.V.
3.6	36.91	310.51	Incoerente	0	2.25	2.16	0.46	1.48	54	GH.

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - T.V.	4	1.40	20.7	46.83	60.03	18.12
[2] - GH.	54	3.60	73.83	100	100	83.89

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - T.V.	4	1.40	4	28.14	21.14	29.12	32.15	31.25	0	<30	22.75	28.2	23.86	23.94
[2] - GH.	54	3.60	54	42.43	35.43	43.12	33.17	42.65	42	>38	43.46	43.2	32.39	47.86

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - T.V.	4	1.40	4	---	32.00	---	---	---
[2] - GH.	54	3.60	54	524.53	432.00	637.90	585.00	345.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - T.V.	4	1.40	4	---	35.68	28.40	55.84
[2] - GH.	54	3.60	54	324.00	138.38	383.40	278.84

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - T.V.	4	1.40	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - GH.	54	3.60	54	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
[1] - T.V.	4	1.40	4	Terzaghi-Peck 1948	1.40
[2] - GH.	54	3.60	54	Terzaghi-Peck 1948	1.88

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
[1] - T.V.	4	1.40	4	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[2] - GH.	54	3.60	54	Terzaghi-Peck 1948	2.17

PROVA ...DPSH_2

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 29/10/2024
Profondita' prova 2.80 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	3	0.847	24.50	28.93	1.23	1.45
0.80	5	0.843	40.66	48.22	2.03	2.41
1.00	3	0.840	24.29	28.93	1.21	1.45
1.20	3	0.836	24.19	28.93	1.21	1.45
1.40	14	0.783	105.69	135.01	5.28	6.75
1.60	19	0.780	131.98	169.31	6.60	8.47
1.80	34	0.676	204.91	302.97	10.25	15.15
2.00	28	0.723	180.44	249.50	9.02	12.48
2.20	39	0.620	215.51	347.52	10.78	17.38
2.40	47	0.617	258.47	418.81	12.92	20.94
2.60	43	0.614	218.74	356.11	10.94	17.81
2.80	56	0.611	283.56	463.77	14.18	23.19

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.2	3.33	33.01	Incoerente	0	1.49	1.88	0.09	1.46	4	T.V.
2.8	35	305.38	Incoerente	0	2.24	2.15	0.36	1.47	51	GH.

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - T.V.	4	1.20	20.99	47.27	62.51	18.12
[2] - GH.	51	2.80	74.55	100	100	81.21

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - T.V.	4	1.20	4	28.14	21.14	29.12	32.49	31.25	0	<30	22.75	28.2	23.92	23.94
[2] - GH.	51	2.80	51	41.57	34.57	42.28	33.6	42.53	42	>38	42.66	42.3	32.55	46.94

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - T.V.	4	1.20	4	---	32.00	---	---	---
[2] - GH.	51	2.80	51	509.75	408.00	602.50	562.50	330.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - T.V.	4	1.20	4	---	35.68	28.40	55.84
[2] - GH.	51	2.80	51	306.00	132.22	362.10	265.46

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - T.V.	4	1.20	4	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - GH.	51	2.80	51	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
[1] - T.V.	4	1.20	4	Terzaghi-Peck 1948	1.40
[2] - GH.	51	2.80	51	Terzaghi-Peck 1948	1.86

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
[1] - T.V.	4	1.20	4	Terzaghi-Peck 1948	1.87
[2] - GH.	51	2.80	51	Terzaghi-Peck 1948	2.16

PROVA ...DPSH_3

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 29/10/2024
Profondita' prova 2.60 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	1	0.855	8.98	10.51	0.45	0.53
0.40	4	0.851	35.76	42.03	1.79	2.10
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	10	0.843	81.33	96.43	4.07	4.82
1.00	8	0.840	64.78	77.15	3.24	3.86
1.20	15	0.786	113.73	144.65	5.69	7.23
1.40	31	0.683	204.14	298.95	10.21	14.95
1.60	46	0.630	258.05	409.90	12.90	20.49
1.80	39	0.626	217.66	347.52	10.88	17.38
2.00	51	0.623	283.21	454.45	14.16	22.72
2.20	44	0.620	243.14	392.08	12.16	19.60
2.40	46	0.617	252.97	409.90	12.65	20.49
2.60	54	0.614	274.70	447.21	13.73	22.36

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1	5.8	56.8	Incoerente	0	1.66	1.91	0.08	1.46	8	T.V.
2.6	40.75	363.08	Incoerente	0	2.28	2.17	0.35	1.47	59	GH.

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - T.V.	8	1.00	34.61	67.12	88.77	28.4
[2] - GH.	59	2.60	79.23	100	100	88.93

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - T.V.	8	1.00	8	29.29	22.29	30.24	33.77	32.89	0	<30	25.95	29.4	26.57	27.65
[2] - GH.	59	2.60	59	43.86	36.86	44.52	33.89	42.69	42	>38	44.75	44.7	33.14	49.35

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - T.V.	8	1.00	8	---	64.00	95.10	---	---
[2] - GH.	59	2.60	59	548.27	472.00	696.90	622.50	370.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - T.V.	8	1.00	8	---	43.90	56.80	73.68
[2] - GH.	59	2.60	59	354.00	148.65	418.90	301.14

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - T.V.	8	1.00	8	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - GH.	59	2.60	59	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume(t/m³)
[1] - T.V.	8	1.00	8	Terzaghi-Peck 1948	1.45
[2] - GH.	59	2.60	59	Terzaghi-Peck 1948	1.90

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo(t/m³)
[1] - T.V.	8	1.00	8	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[2] - GH.	59	2.60	59	Terzaghi-Peck 1948	2.18

PROVA ...DPSH_4

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 29/10/2024
Profondita' prova 2.40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	2	0.855	17.96	21.01	0.90	1.05
0.40	3	0.851	26.82	31.52	1.34	1.58
0.60	21	0.747	151.28	202.51	7.56	10.13
0.80	16	0.793	122.41	154.30	6.12	7.71
1.00	26	0.740	185.48	250.73	9.27	12.54
1.20	21	0.736	149.10	202.51	7.46	10.13
1.40	37	0.683	243.65	356.81	12.18	17.84
1.60	54	0.630	302.93	481.19	15.15	24.06
1.80	39	0.626	217.66	347.52	10.88	17.38
2.00	38	0.673	227.95	338.61	11.40	16.93
2.20	46	0.620	254.19	409.90	12.71	20.49
2.40	57	0.617	313.46	507.92	15.67	25.40

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
0.4	2.5	26.27	Incoerente	0	1.45	1.87	0.03	1.46	3	T.V.
2.4	35.5	325.2	Incoerente	0	2.24	2.15	0.28	1.47	52	GH.

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - T.V.	3	0.40	17.14	42.6	73.17	15.3
[2] - GH.	52	2.40	77.16	100	100	82.08

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson - Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - T.V.	3	0.40	3	27.86	20.86	28.84	34.47	30.81	0	<30	21.71	27.9	23.06	22.75
[2] - GH.	52	2.40	52	41.86	34.86	42.56	34.15	42.57	42	>38	42.93	42.6	32.91	47.25

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - T.V.	3	0.40	3	---	24.00	---	---	---
[2] - GH.	52	2.40	52	514.72	416.00	614.30	570.00	335.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - T.V.	3	0.40	3	---	33.63	21.30	51.38
[2] - GH.	52	2.40	52	312.00	134.27	369.20	269.92

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - T.V.	3	0.40	3	Classificazione A.G.I	SCIOLTO
[2] - GH.	52	2.40	52	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume (t/m³)
[1] - T.V.	3	0.40	3	Terzaghi-Peck 1948	1.39
[2] - GH.	52	2.40	52	Terzaghi-Peck 1948	1.86

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo (t/m³)
[1] - T.V.	3	0.40	3	Terzaghi-Peck 1948	1.86
[2] - GH.	52	2.40	52	Terzaghi-Peck 1948	2.16

PROVA ...DPSH_5

Strumento utilizzato... DPSH TG 63-200 PAGANI
Prova eseguita in data 29/10/2024
Profondita' prova 3.40 mt
Falda non rilevata

Tipo elaborazione Nr. Colpi: Medio

Profondita' (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm²)	Res. dinamica (Kg/cm²)	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm²)	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm²)
0.20	3	0.855	26.94	31.52	1.35	1.58
0.40	1	0.851	8.94	10.51	0.45	0.53
0.60	6	0.847	49.01	57.86	2.45	2.89
0.80	4	0.843	32.53	38.57	1.63	1.93
1.00	4	0.840	32.39	38.57	1.62	1.93
1.20	4	0.836	32.26	38.57	1.61	1.93
1.40	7	0.833	56.22	67.50	2.81	3.38
1.60	9	0.830	66.53	80.20	3.33	4.01
1.80	8	0.826	58.91	71.29	2.95	3.56
2.00	35	0.673	209.95	311.88	10.50	15.59
2.20	26	0.720	166.84	231.68	8.34	11.58
2.40	41	0.617	225.47	365.34	11.27	18.27
2.60	38	0.664	209.04	314.70	10.45	15.74
2.80	33	0.661	180.76	273.30	9.04	13.66
3.00	47	0.609	236.92	389.24	11.85	19.46
3.20	39	0.606	195.73	322.99	9.79	16.15
3.40	61	0.603	304.83	505.18	15.24	25.26

Prof. Strato (m)	NPDM	Rd (Kg/cm²)	Tipo	Clay Fraction (%)	Peso unita' di volume (t/m³)	Peso unita' di volume saturo (t/m³)	Tensione efficace (Kg/cm²)	Coeff. di correlaz. con Nspt	NSPT	Descrizione
1.8	5.11	48.29	Incoerente	0	1.62	1.9	0.15	1.46	7	T.V.
3.4	40	339.29	Incoerente	0	2.28	2.17	0.47	1.48	59	GH.

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] - T.V.	7	1.80	30.5	60.41	71.85	25.97
[2] - GH.	59	3.40	76.06	100	100	88.93

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] - T.V.	7	1.80	7	29	22	29.96	32.33	32.49	0	<30	25.25	29.1	25.82	26.83
[2] - GH.	59	3.40	59	43.86	36.86	44.52	33.23	42.69	42	>38	44.75	44.7	32.66	49.35

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] - T.V.	7	1.80	7	---	56.00	---	---	---
[2] - GH.	59	3.40	59	548.27	472.00	696.90	622.50	370.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] - T.V.	7	1.80	7	---	41.84	49.70	69.22
[2] - GH.	59	3.40	59	354.00	148.65	418.90	301.14

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] - T.V.	7	1.80	7	Classificazione A.G.I	POCO ADDENSATO
[2] - GH.	59	3.40	59	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume(t/m³)
[1] - T.V.	7	1.80	7	Terzaghi-Peck 1948	1.44
[2] - GH.	59	3.40	59	Terzaghi-Peck 1948	1.90

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo(t/m³)
[1] - T.V.	7	1.80	7	Terzaghi-Peck 1948	1.90
[2] - GH.	59	3.40	59	Terzaghi-Peck 1948	2.18



DPSH 1



DPSH 2



DPSH 3



DPSH 4

ELABORAZIONE SISMICA LINEARE METODO MASW

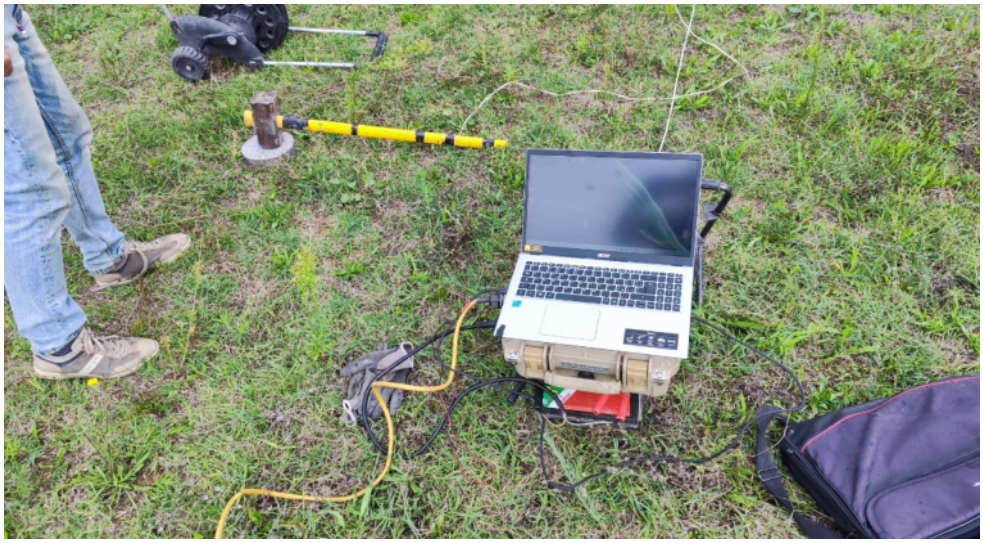
DATI ACQUISIZIONE: sismografo 24 bit, con 24 geofoni da 4.5 Hz ad interasse di 2 m, mazza da 8kg

PROFILO SISMOSTRATIGRAFICO

0.0-1.6 m = 157 m/s
1.6-7.0 m = 414 m/s
7.0-22.0 m = 488 m/s
22.0-44.1 m = 574 m/s
>44.1 m = 716 m/s

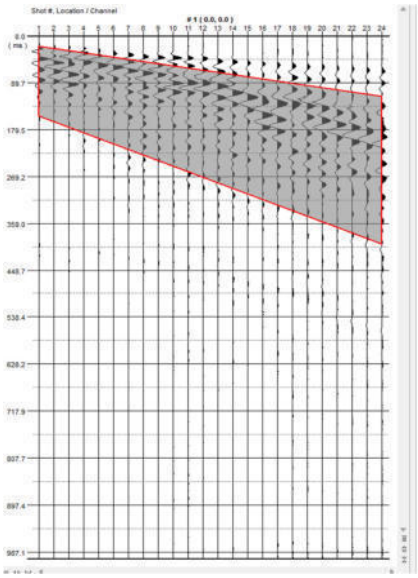
Vs30= 442 m/s

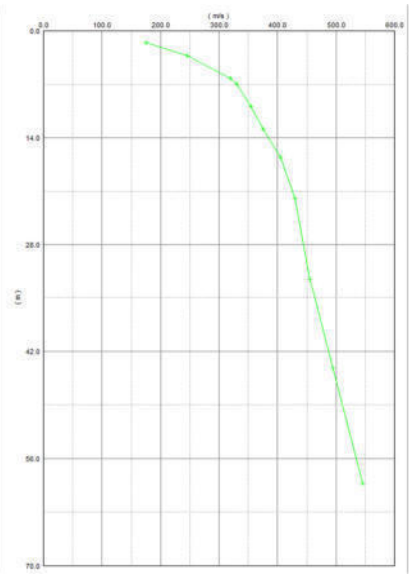
STRUMENTI UTILIZZATI:
SISMOGRAFO
NOTEBOOK
MAZZA+PIATTELLO

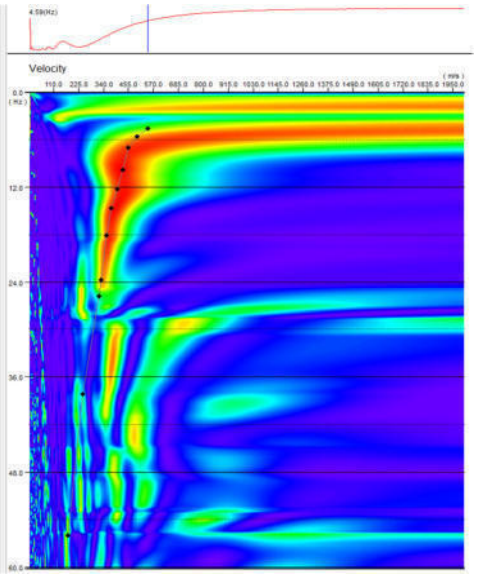


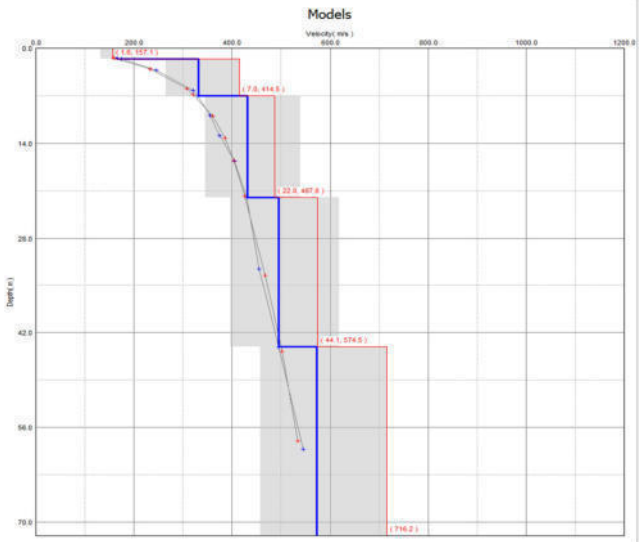
ALLINEAMENTO GEOFONICO

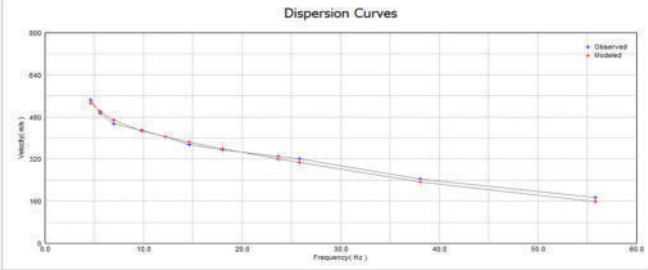


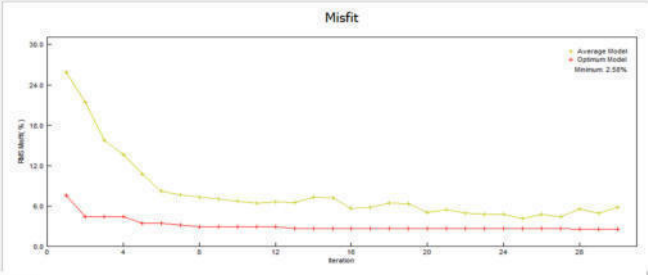

Shot #, Location / Channel
1 (0.0, 0.0)

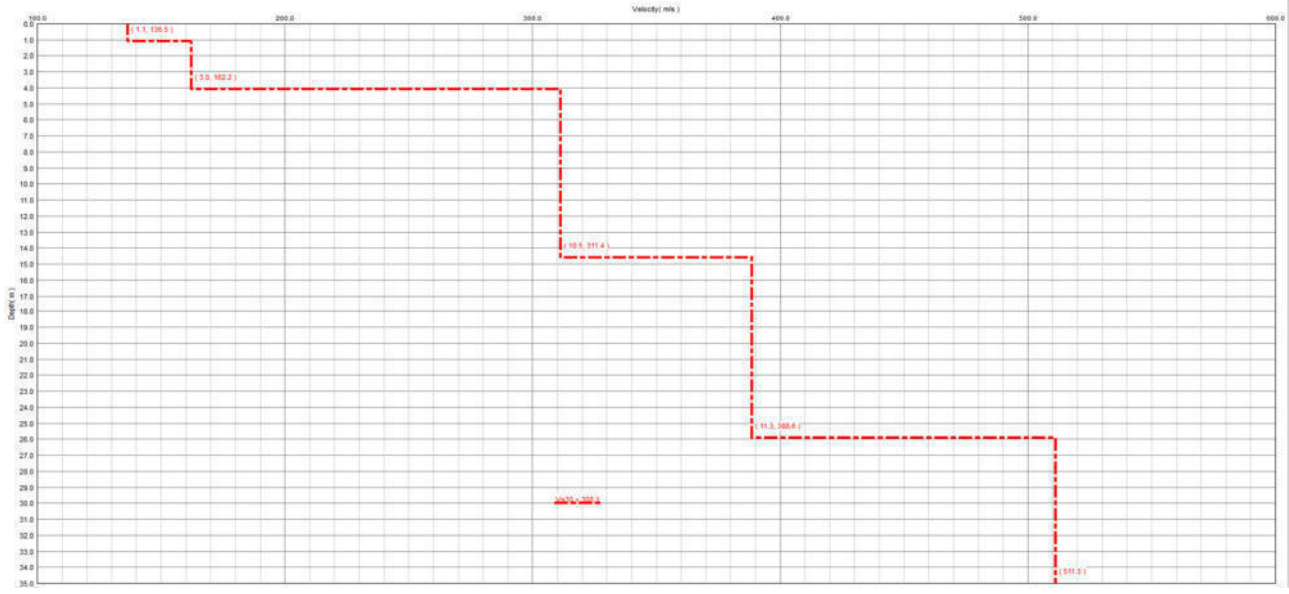



4.59(Hz)
Velocity


Models
Velocity(m/s)
Depth(m)


Dispersion Curves
Observed
Modeled
Velocity(m/s)
Frequency(Hz)


Misfit
Average Model
Optimum Model
Minimum: 2.58%
RMS Misfit(%)
Iteration


Velocity(m/s)
Depth(m)

SONDAGGI A CAROTAGGIO CONTINUO



PIAZZOLA S1



PIAZZOLA S2

STRATIGRAFIA S1

0-0.70 M : TERRENO VEGETALE GROSSOLANO

0.70 -12 M: GHIAIE ADDENSATE IN SCARSA MATRICE SABBIOSA,
TENDENZIALMENTE DI COLORE DAL BEIGE AL BIANCASTRO
MA CON LIVELLI TENDENTI AL MARRONCINO

STRATIGRAFIA S2

0-0.80 M : TERRENO VEGETALE GROSSOLANO

0.80 -12 M: GHIAIE ADDENSATE IN SCARSA MATRICE SABBIOSA,
TENDENZIALMENTE DI COLORE DAL BEIGE AL BIANCASTRO
MA CON LIVELLI TENDENTI AL MARRONCINO



S1 CASSSETTA 1: 0-5 METRI



S1 CASSSETTA 2: 5-10 METRI



S1 CASSSETTA 3: 10-12 METRI



S2 CASSSETTA 1: 0-5 METRI



S2 CASSSETTA 2: 5-10 METRI



S2 CASSSETTA 3: 10-12 METRI

APPENDICE 1:

DATI ESITENTI:

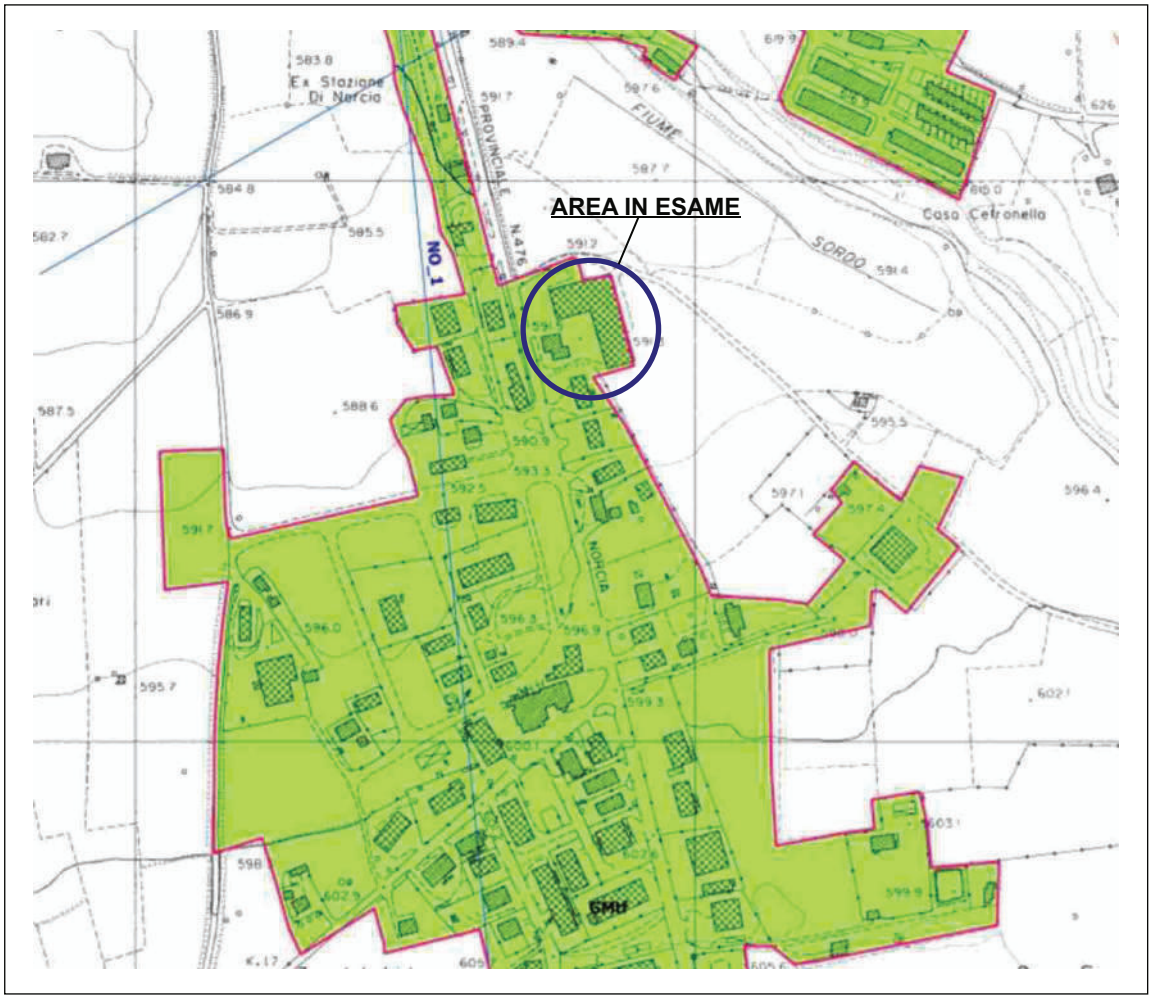
-ESTRATTI CARTOGRAFIE MICROZONAZIONE SISMICA

-INDAGINI PREGRESSE LIMITROFE:

- CAROTAGGIO CONTINUO DI 30 M.L.
- SISMICA IN FORO DOWN HOLE

REGIONE UMBRIA

CARTA GEOLOGICA TECNICA (ESTRATTO)
(MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI NORCIA)



COMUNE DI NORCIA - LOC. NORCIA (VIA DELLA STAZIONE)

INTERVENTO DI RIPARAZIONE DEI DANNI DA SISMA E ADEGUAMENTO SISMICO
DI UN'EDIFICIO AD USO COMMERCIALE-ARTIGIANALE

Elementi geologici ed idrogeologici

- Giacitura strati
- Pozzo o sondaggio che ha raggiunto il substrato geologico (m)
- Pozzo o sondaggio che non ha raggiunto il substrato geologico (m)
- Profondità (m) delle falda in aree con sabbie e/o ghiaie

Forme di superficie e sepolte

- Picco isolato
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10-20 m)
- Cresta
- Conoide alluvionale
- Falda detritica

Elementi tettonico-strutturali

- Faglia attiva e capace / frattura vulcanica cosismica - diretta - certa
- Faglia attiva e capace / frattura vulcanica cosismica - diretta - incerta
- Faglia potenzialmente attiva e capace - diretta - certa
- Faglia potenzialmente attiva e capace - diretta - incerta
- Faglia non attiva - diretta - certa
- Faglia non attiva - diretta - incerta
- Traccia della sezione geologica

Terreni di copertura

- GM - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo
- RI - Terreni contenenti resti di attività antropica

Substrato geologico

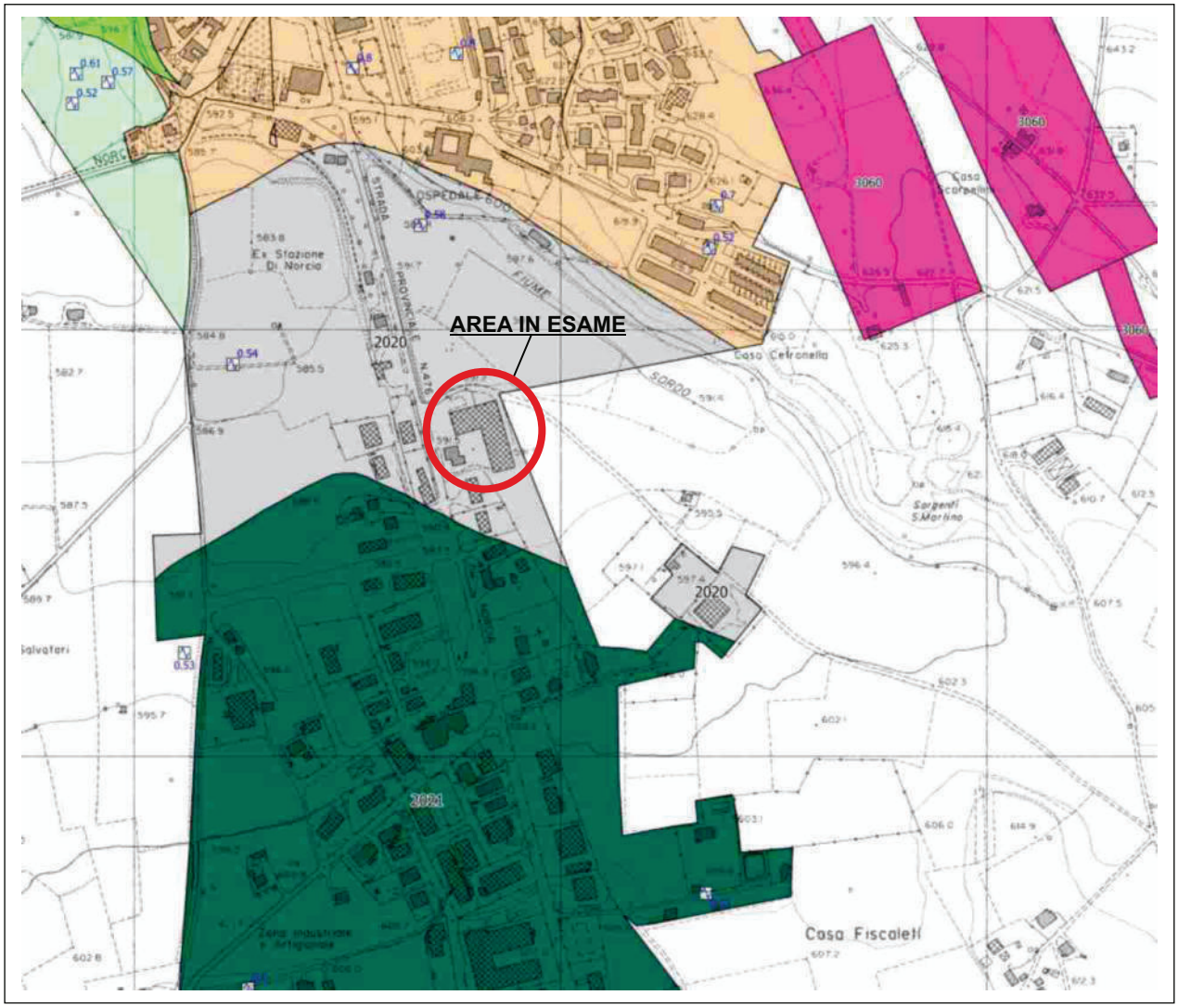
- SFLPS - Lapideo stratificato, fratturato/alterato
- SFALS - Alternanza di litotipi, stratificato, fartturato/alterato

Instabilita' di versante

- FR_A - crollo o ribaltamento
- FR_A - scorrimento
- FR_A - colata
- FR_Q - colata
- Area studio di approfondimento delle instabilità di versante – Località Nottoria
- PERIMETRO AREE MS – LIVELLO 3

REGIONE UMBRIA

CARTA DELLE MICROZONE OMOGENEE IN PROSPETTIVA SISMICA (ESTRATTO)
(MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI NORCIA)



COMUNE DI NORCIA - LOC. NORCIA (VIA DELLA STAZIONE)

INTERVENTO DI RIPARAZIONE DEI DANNI DA SISMA E ADEGUAMENTO SISMICO
DI UN'EDIFICIO AD USO COMMERCIALE-ARTIGIANALE

Punto di misura di rumore ambientale con indicazione del valore di f0

HVSR – misura di tremore a astazione singola

Forme di superficie e sepolte

- Picco isolato
- Orlo di scarpata morfologica naturale o artificiale (10–20 m)
- Cresta
- Conoide alluvionale
- Falda detrica

MOPS – Faglie attive e capaci

- Faglia attiva e capace / frattura vulcanica cosismica – diretta – certa
- Faglia attiva e capace / frattura vulcanica cosismica – diretta – incerta

Zone di attenzione per instabilità

- ZAfr – Zona di Attenzione per Instabilità di versante – Substrato fratturato o alterato – 2099
- ZAfr – Zona di Attenzione per Instabilità di versante – Zona 4 (2004)
- ZAfr – Zona di Attenzione per Instabilità di versante – Zona 18 (2018)
- ZAfr – Zona di Attenzione per Instabilità di versante – Zona 22 (2022)
- ZAfr – Zona di Attenzione per Instabilità di versante – Zona 23 (2023)
- ZA fac – Zona di attenzione per faglie attive e capaci

Zone stabili

- Substrato lapideo
- Substrato – alternanze litologiche

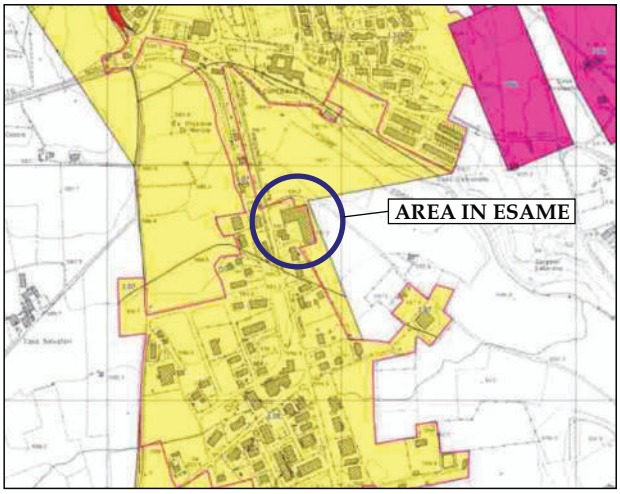
Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali

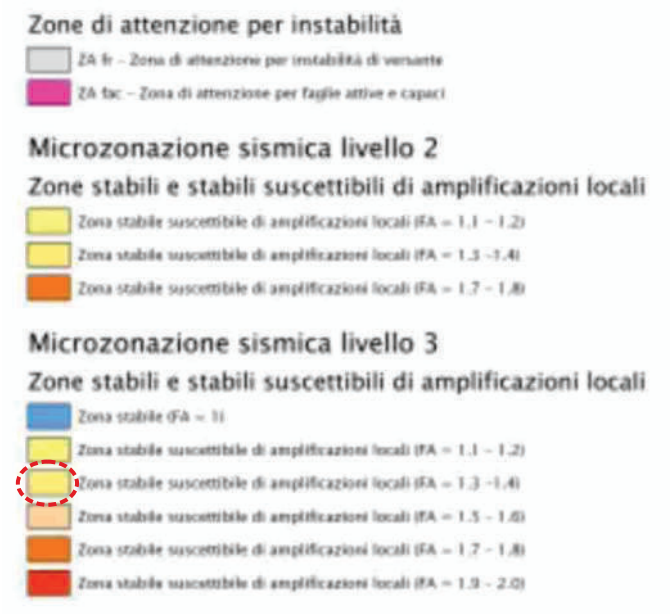
- Zona 2099 – Substrato fratturato o alterato
- Zona 1
- Zona 2
- Zona 3
- Zona 4
- Zona 5
- Zona 6
- Zona 7
- Zona 8
- Zona 9
- Zona 10
- Zona 11
- Zona 12
- Zona 13
- Zona 14
- Zona 15
- Zona 16
- Zona 17
- Zona 18
- Zona 19
- Zona 20
- Zona 21

REGIONE UMBRIA

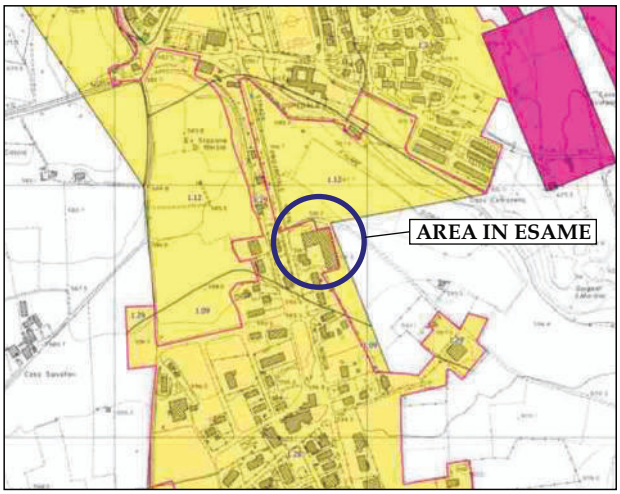
CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA (ESTRATTO)
(MICROZONAZIONE SISMICA DI LIVELLO 3 DEL COMUNE DI NORCIA)

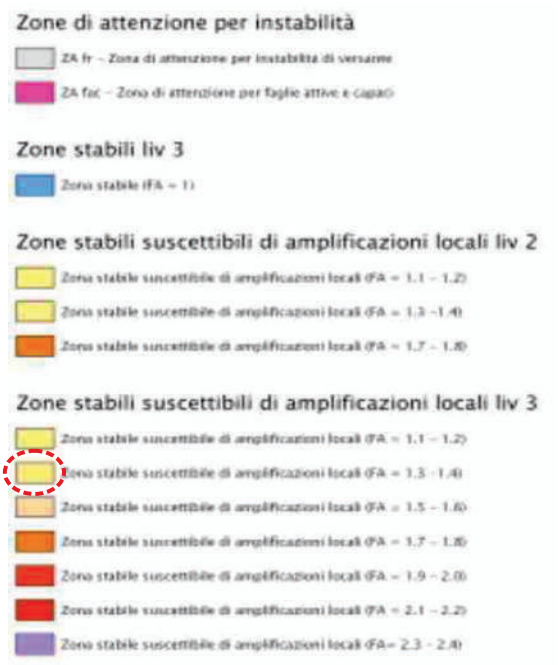
FA 0,1-0,5 s



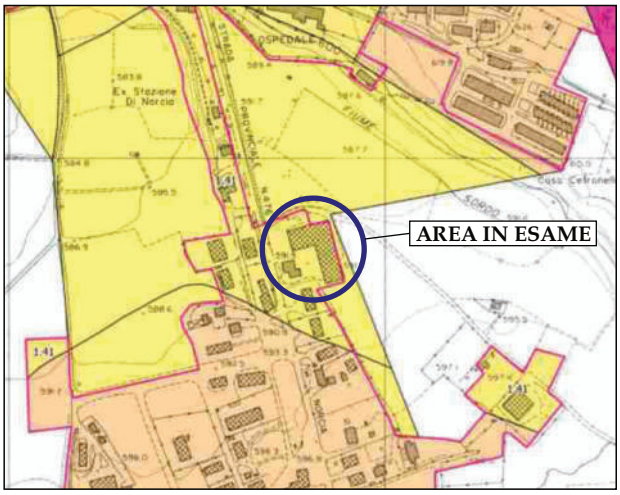


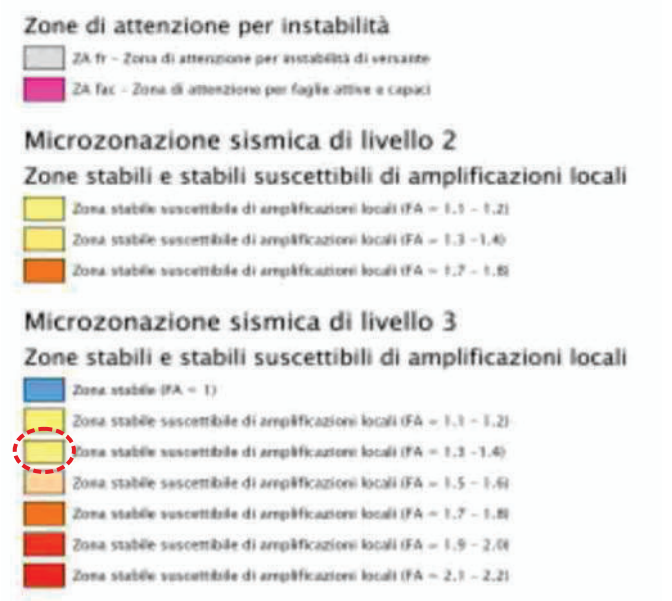
FA 0,4-0,8 s





FA 0,7-1,1 s





SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO

Come da incarico, è stato effettuato n. 1 sondaggio a carotaggio continuo, nel punto richiesto, con esecuzione di prove SPT in foro. Nello specifico i primi 15 m sono stati effettuati, come da 20 a 25, a carotaggio continuo, gli altri a distruzione di nucleo, tutti con rivestimento.

La strumentazione utilizzata è una perforatrice Massenza MI3 400 mm con coppia max di 2478 Nm, doppia morsa ed abbinata a carotiere semplice da 1.5 m. In tutte le perforazioni è stato limitato l'utilizzo di acqua allo stretto necessario.

Nello specifico sono state effettuate le seguenti indagini:

-S1 = SONDAGGIO di 30 m.l, con esecuzione di n. 3 SPT :

SPT 1: 3 m (28-R)

SPT 2: 6 m (43-R)

SPT 2: 9.5 m (33-46-51)

SISTEMI DI PERFORAZIONE	**ANTENNA**
- Rotazione a circolazione diretta. - Distruzione di nucleo con spurgo acqua, fango, schiuma. - Rotopercussione con martello fondo-foro. - Carotaggi - Percussione	Corsa massima testa di rotazione 3,4 m Standard: tiro e spinta 3.100 daN Optional: tiro e spinta 3.600 daN
MOTORE AUSILIARIO	**TESTA DI ROTAZIONE a 4 velocità**
Potenza massima 73,4 CV (54 kW)	Modello TM1C6: coppia max 5.693 Nm - velocità max 399 Rpm Modello TM1C3: coppia max 2.847 Nm - velocità max 798 Rpm
SERBATOIO GASOLIO	**TAGLIA FISSA CON ARGANO DI SERVIZIO**
Capacità 45 litri	Standard: tiro diretto max 1.100 daN
ANTENNA SCORREVOLE	**MORSA IDRAULICA DOPPIA**
Corsa 400 mm	Standard: modello MS205, diametro max di passaggio 205 mm Optional: modello MS225, diametro max di passaggio 225 mm Optional: modello MS280, diametro max di passaggio 280 mm

PRINCIPALI CARATTERISTICHE DELLA PERFORATRICE UTILIZZATA



FOTO PIAZZOLA S1

PROVA SPT IN FORO N.3

Caratteristiche Tecniche-Strumentali Sonda: PROVE SPT IN FORO

Rif. Norme	DIN 4094	
Peso Massa battente	63.5	Kg
Altezza di caduta libera	0.76	m
Peso sistema di battuta	4.2	Kg
Diametro punta conica	50.46	mm
Area di base punta	20	cm²
Lunghezza delle aste	1	m
Peso aste a metro	7	Kg/m
Profondita' giunzione prima asta	0.80	m
Avanzamento punta	0.30	m
Numero colpi per punta	N(30)	
Coeff. Correlazione	1	
Rivestimento/fanghi	No	

Strumento utilizzato... PROVE SPT IN FORO
Prova eseguita in data 18/11/2023
Falda non rilevata

Profondita' (m)	Nr. Colpi
9.15	33
9.30	46
9.45	51

TERRENI INCOERENTI

Densita' relativa

	NSPT	Prof. Strato (m)	Gibbs & Holtz 1957	Meyerhof 1957	Schultze & Menzenbach (1961)	Skempton 1986
[1] -	97	9.45	63	100	100	100

Angolo di resistenza al taglio

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956	Meyerhof (1956)	Sowers (1961)	Malcev (1964)	Meyerhof (1965)	Schmertmann (1977) Sabbie	Mitchell & Katti (1981)	Shioi-Fukuni 1982	Japanese National Railway	De Mello	Owasaki & Iwasaki
[1] -	97	9.45	97	54.71	47.71	55.16	30.55	36.45	42	>38	53.14	56.1	27.38	59.05

Modulo di Young (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Terzaghi	Schmertmann (1978) (Sabbie)	Schultze-Menzenbach (Sabbia ghiaiosa)	D'Appollonia ed altri 1970 (Sabbia)	Bowles (1982) Sabbia Media
[1] -	97	9.45	97	703.00	776.00	1145.30	907.50	560.00

Modulo Edometrico (Kg/cm²)

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Buisman-Sanglerat (sabbie)	Begemann 1974 (Ghiaia con sabbia)	Farrent 1963	Menzenbach e Malcev (Sabbia media)
[1] -	97	9.45	97	582.00	226.71	688.70	470.62

Classificazione AGI

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Classificazione AGI
[1] -	97	9.45	97	Classificazione A.G.I	MOLTO ADDENSATO

Peso unita' di volume

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' di Volume(t/m³)
[1] -	97	9.45	97	Terzaghi-Peck 1948	1.96

Peso unita' di volume saturo

	NSPT	Prof. Strato (m)	Nspt corretto per presenza falda	Correlazione	Peso Unita' Volume Saturo(t/m³)
[1] -	97	9.45	97	Terzaghi-Peck 1948	2.22

FOTO CASSETTE S1



0-5 m



5-10 m



10-15 m

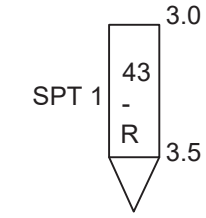


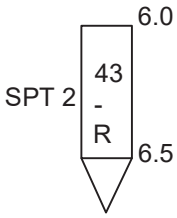
20-25 m

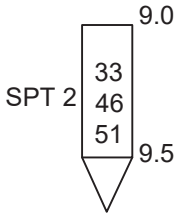
FRASCETTI EDIFICIO "B"- NORCIA (PG)
RICOSTRUZIONE POST SISMA
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO N. 1
REDATTO : GEOL. VITO CRESCI -GEO.AP SAS

0-10 m

ø (mm)	% RECUP.	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA
101	100	2.8		RIPORTO GROSSOLANO CON CLASTI CALCAREI CENTIMETRICI E TROVANTI ANTROPICI, SCARSA MATRICE
101	100	9.8		DETRITO GROSSOLANO CON GHIAIE GRIGIO CHIARO PREVALENTI E SCARSA MATRICE SABBIOSA. ADDENSATO
		10.0		



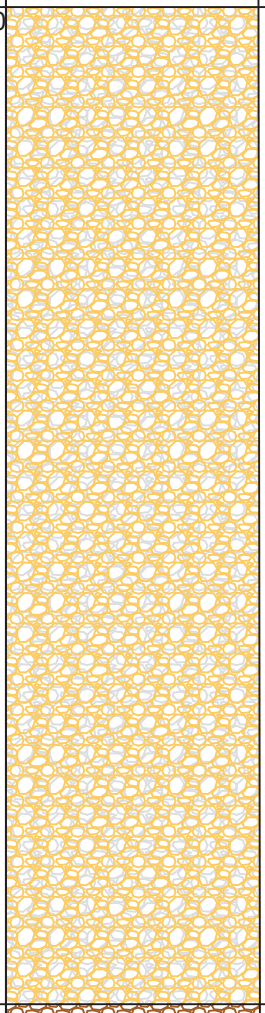
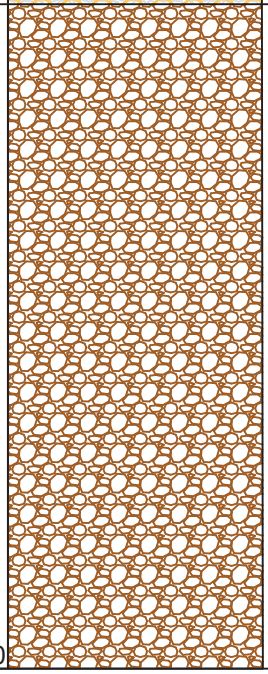




NOTE

FRASCETTI EDIFICIO "B"- NORCIA (PG)
RICOSTRUZIONE POST SISMA
SONDAGGIO A CAROTAGGIO CONTINUO N. 1
REDATTO : GEOL. VITO CRESCI -GEO.AP SAS

10-30 m

ø (mm)	% RECUP.	PROF. (m)	LITOLOGIA	DESCRIZIONE LITOLOGICA	
101	100	10.0 16.0		DETRITO GROSSOLANO CON GHIAIE BIANCASTRE IN MATRICE SABBIOSA MARRONE-BEIGE. ADDENSATO	
101	100	FINO A 30.0		ALTERNANZA DI GHIAIE MEDIE UNIFORMI, CHIARE, E DETRITO GROSSOLANO IN MATRICE SABBIOSA MARRONCINO O MARRONE SCURO. ADDENSATO	

NOTE

MISURA DOWN HOLE
GEOFONO GEMELLATO

CENNI TEORICI

Nel metodo sismico down hole (DH) viene misurato il tempo necessario per le onde P e S di spostarsi tra una sorgente sismica, posta in superficie, e i ricevitori, posti all'interno di un foro di sondaggio (figura 1, 2).
Le componenti indispensabili per una misura DH accurata consistono:

1) una sorgente meccanica in grado di generare onde elastiche ricche di energia e direzionali;
2) uno o più geofoni tridimensionali, con appropriata risposta in frequenza (4,5-14 Hz), direzionali e dotati di un sistema di ancoraggio alle pareti del tubo-foro;
3) un sismografo multi-canale, in grado di registrare le forme d'onda in modo digitale e di registrarle su memoria di massa;
4) un trasduttore (*trigger*) alloggiato nella sorgente necessario per l'identificazione dell'istante di partenza della sollecitazione dinamica mediante massa battente.

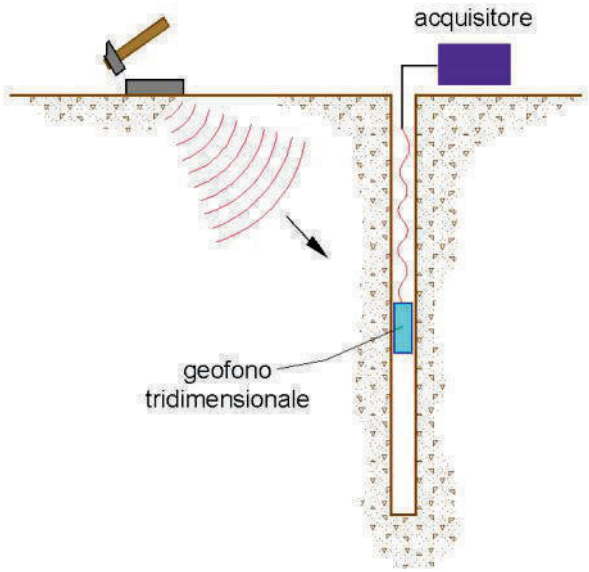


Figura 1 – Schema down hole ad un solo ricevitore

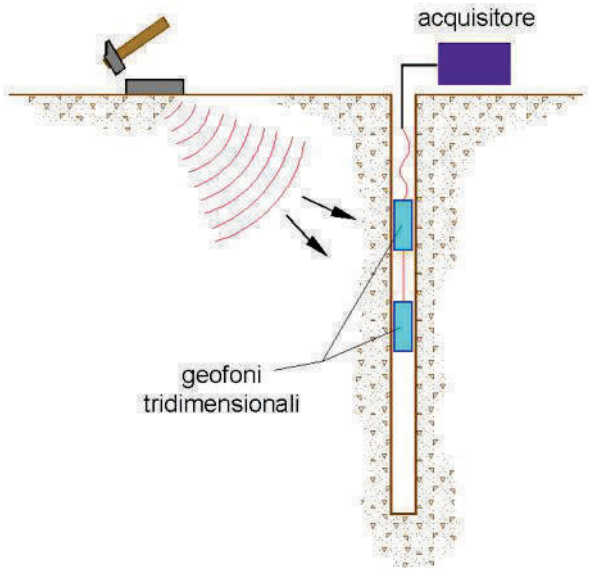


Figura 2 – Schema down hole a due ricevitori

Durante la perforazione, per ridurre l'effetto di disturbo nel terreno, i fori vengono sostenuti mediante fanghi bentonici e il loro diametro viene mantenuto piuttosto piccolo (mediamente $\varnothing \approx 15$ cm).
I fori vengono poi rivestiti mediante tubazioni, generalmente in PVC, e riempiti con una malta a ritiro controllato, generalmente composta di acqua, cemento e bentonite rispettivamente in proporzione di 100, 30 e 5 parti in peso.
Prime di ogni cosa, è però importante assicurarsi che il foro sia libero da strozzature e che il tubo di rivestimento non presenti lesioni.

Procedura sperimentale

La sorgente consiste in una piastra di alluminio che, dopo avere opportunamente predisposto il piano di appoggio, viene adagiata in superficie ad una distanza di 1,5 – 2,5 m dal foro e orientata in direzione ortogonale ad un raggio uscente dall'asse foro. Alla sorgente è agganciato il trasduttore di velocità utilizzato come *trigger*.
Se si dispone di due ricevitori, questi vengono collegati in modo da impedirne la rotazione relativa e da fissarne la distanza. Il primo dei due ricevitori viene raccordato ad una batteria di aste che ne permette l'orientamento dalla superficie e lo spostamento.
Una volta raggiunta la profondità di prova, i geofoni vengono orientati in modo che un trasduttore di ogni sensore sia diretto parallelamente all'asse della sorgente (orientamento assoluto).
A questo punto i ricevitori vengono assicurati alle pareti del tubo di rivestimento, la sorgente viene colpita in senso verticale (per generare onde di compressione P) o lateralmente (per generare onde di taglio SH) e, contemporaneamente, parte la registrazione del segnale di *trigger* e dei ricevitori.

Eseguite le registrazioni la profondità dei ricevitori viene modificata e la procedura sperimentale ripetuta.

Interpretazione in down hole con il metodo diretto (geofono singolo)

Per poter interpretare il down hole con il metodo diretto, inizialmente, bisogna correggere i tempi di tragitto (t) misurati lungo i percorsi sorgente-ricevitore per tenere conto dell'inclinazione del percorso delle onde. Se d è la distanza della sorgente dall'asse del foro (figura 3), r la distanza fra la sorgente e la tripletta di sensori, z la profondità di misura è possibile ottenere i tempi corretti (t_{corr}) mediante la seguente formula di conversione:

$$1.0)\, t_{corr} = \frac{z}{r} t$$

Calcolati i tempi corretti sia per le onde P che per le onde S si realizza il grafico $t_{corr} - z$ in modo che la velocità media delle onde sismiche in strati omogenei di terreno è rappresentata dall'inclinazione dei segmenti di retta lungo i quali si allineano i dati sperimentali (figura 4).

Ottenuti graficamente i sismostrati si ottengono la densità media, funzione della velocità e della profondità, e i seguenti parametri:

1) coefficiente di Poisson medio:

$$2.0)\, \nu_{medio} = 0.5 \frac{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 2}{\left(\frac{V_p}{V_s}\right)^2 - 1}$$

2) modulo di deformazione a taglio medio:

$$3.0)\, G_{medio} = \rho V_s^2$$

3) modulo di compressibilità edometrica medio:

$$4.0)\, E_{dmedio} = \rho V_p^2$$

4) modulo di Young medio:

$$5.0)\, E_{medio} = 2\rho V_s^2 (1+\nu)$$

5) modulo di compressibilità volumetrica medio:

$$6.0)\, E_{vmedio} = \rho \left(V_p^2 - \frac{4}{3} V_s^2 \right)$$

Interpretazione in down hole con il metodo intervallo (geofono gemellato)

Con il metodo intervallo i tempi di tragitto dell'onda sismica si misurano fra due ricevitori consecutivi (figura 5) posti a differente profondità, consentendo così di migliorare la qualità delle misure (*velocità d'intervallo*).

Quando si dispone di un solo ricevitore, cioè nell'ipotesi in cui le coppie non corrispondano ad un unico impulso, i valori di velocità determinati vengono definiti di *pseudo-intervallo*, consentendo solo un'apparente migliore definizione del profilo di velocità.

Ottenute le misure è possibile calcolare i tempi corretti con la 1.0) e la velocità intervallo delle onde P e S, con relativo grafico (figura 6), con la formula seguente:

$$7.0)\, V_{p,s} = \frac{z_2 - z_1}{t_{2corr} - t_{1corr}}$$

Ottenute le velocità intervallo si calcolano la densità, il coefficiente di Poisson, il modulo di deformazione a taglio, il modulo di compressibilità edometrica, il modulo di Young, il modulo di compressibilità volumetrica per ogni intervallo con le formule riportate sopra.

Il metodo intervallo presenta però dei limiti:

a) non tiene conto della velocità degli strati sovrastanti;

b) non è applicabile nel caso in cui $t_{2corr} < t_{1corr}$.

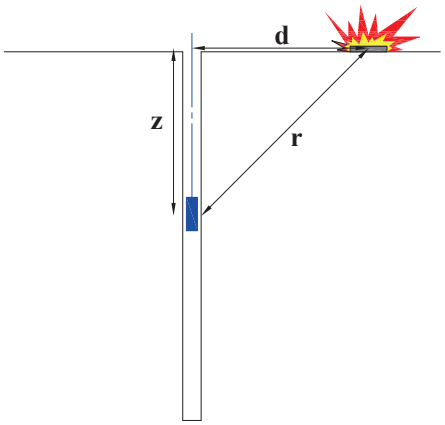


Figura 3 – Schema di down hole con metodo diretto

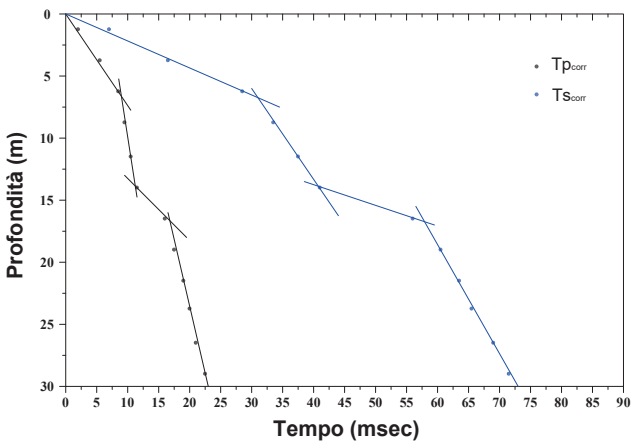


Figura 4 – Dromocrone

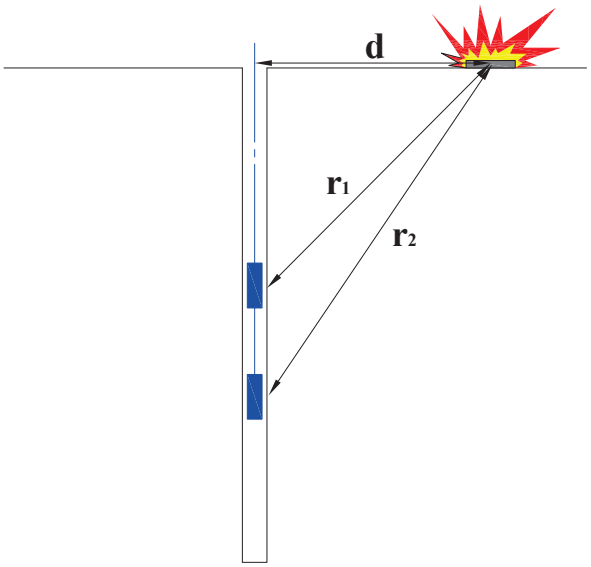


Figura 5 – Schema di down hole con metodo intervallo

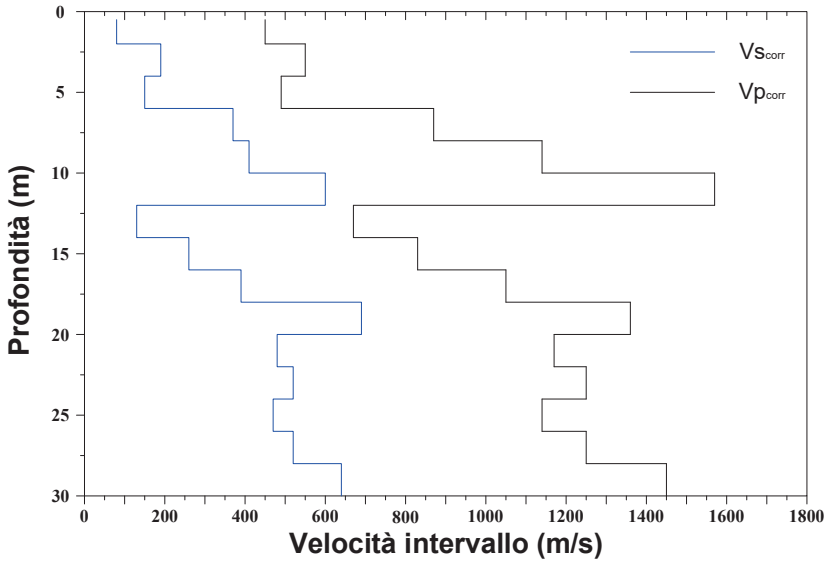


Figura 6 – Profilo delle velocità sismiche con metodo intervallo

Ambedue le procedure d'interpretazione sopra descritte sono comunque suscettibili di una critica fondamentale, cioè si basano sull'ipotesi che i percorsi delle onde siano rettilinei e coincidenti con quelli che collegano la sorgente ai ricevitori. Di solito ciò non è esatto, dato che, prima di giungere ai ricevitori, le onde subiscono fenomeni di rifrazione che ne modificano il percorso

DOWN HOLE N. 1 - GEOFONO GEMELLATO

Dati misure down hole

Registrazioni Nr.	Z [m]	Tp [msec]	Ts [msec]
1	1.00	6.7	98
2	2	9.1	13.3
3	3	10.2	16.4
4	4	10.8	18.9
5	5	13.4	19.9
6	6	14.2	23
7	7	16	26.5
8	8	16	33.4
9	9	17	35.5
10	10	18.3	38.6
11	11	19.8	42.1
12	12	20.3	43.9
13	13	21.6	46.3
14	14	21.4	49.1
15	15	21.4	52.9
16	16	22.5	54.3
17	17	23.4	55
18	18	23.2	57
19	19	23.8	60.5
20	20	24.7	62.9
21	21	24.9	64
22	22	25.5	65.7
23	23	26	67.1
24	24	25.8	68.8
25	25	26.8	72
26	26	27.7	73
27	27	28.1	75.1
28	28	28.8	76.1
29	29	30.1	76.8
30	30	30.5	78.2
31	31	30.9	79.9

Risultati

SR [m]	Tpcorr [msec]	Tscorr [msec]
2.2361	2.9963	43.8269
2.8284	6.4347	9.4045
3.6056	8.4869	13.6456
4.4721	9.6598	16.9047
5.3852	12.4416	18.4767
6.3246	13.4713	21.8197
7.2801	15.3844	25.4804
8.2462	15.5223	32.4028
9.2195	16.5952	34.6546
10.1980	17.9446	37.8504
11.1803	19.4806	41.4209
12.1655	20.0238	43.3027
13.1530	21.3488	45.7616
14.1421	21.1849	48.6065
15.1328	21.2123	52.4360
16.1245	22.3263	53.8807
17.1172	23.2397	54.6233
18.1108	23.0581	56.6514
19.1050	23.6692	60.1676
20.0998	24.5774	62.5878
21.0950	24.7878	63.7117
22.0907	25.3953	65.4302
23.0868	25.9023	66.8478
24.0832	25.7109	68.5624
25.0799	26.7147	71.7707
26.0768	27.6184	72.7850
27.0740	28.0232	74.8948
28.0713	28.7268	75.9066
29.0689	30.0287	76.6180
30.0666	30.4325	78.0268
31.0645	30.8359	79.7342

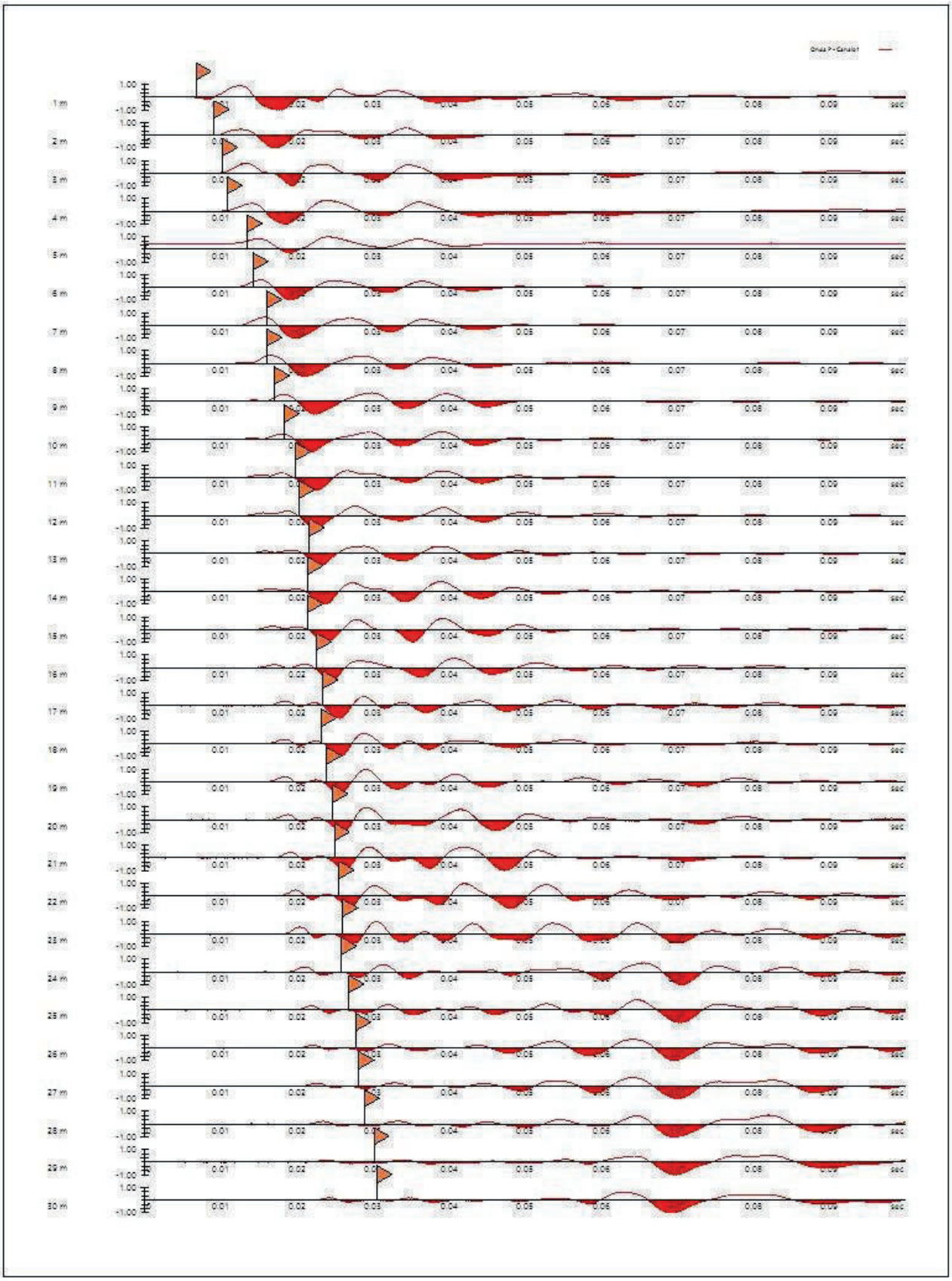
Metodo diretto

Profondità di riferimento: 30 m
VS,eq: 393.47 m/s

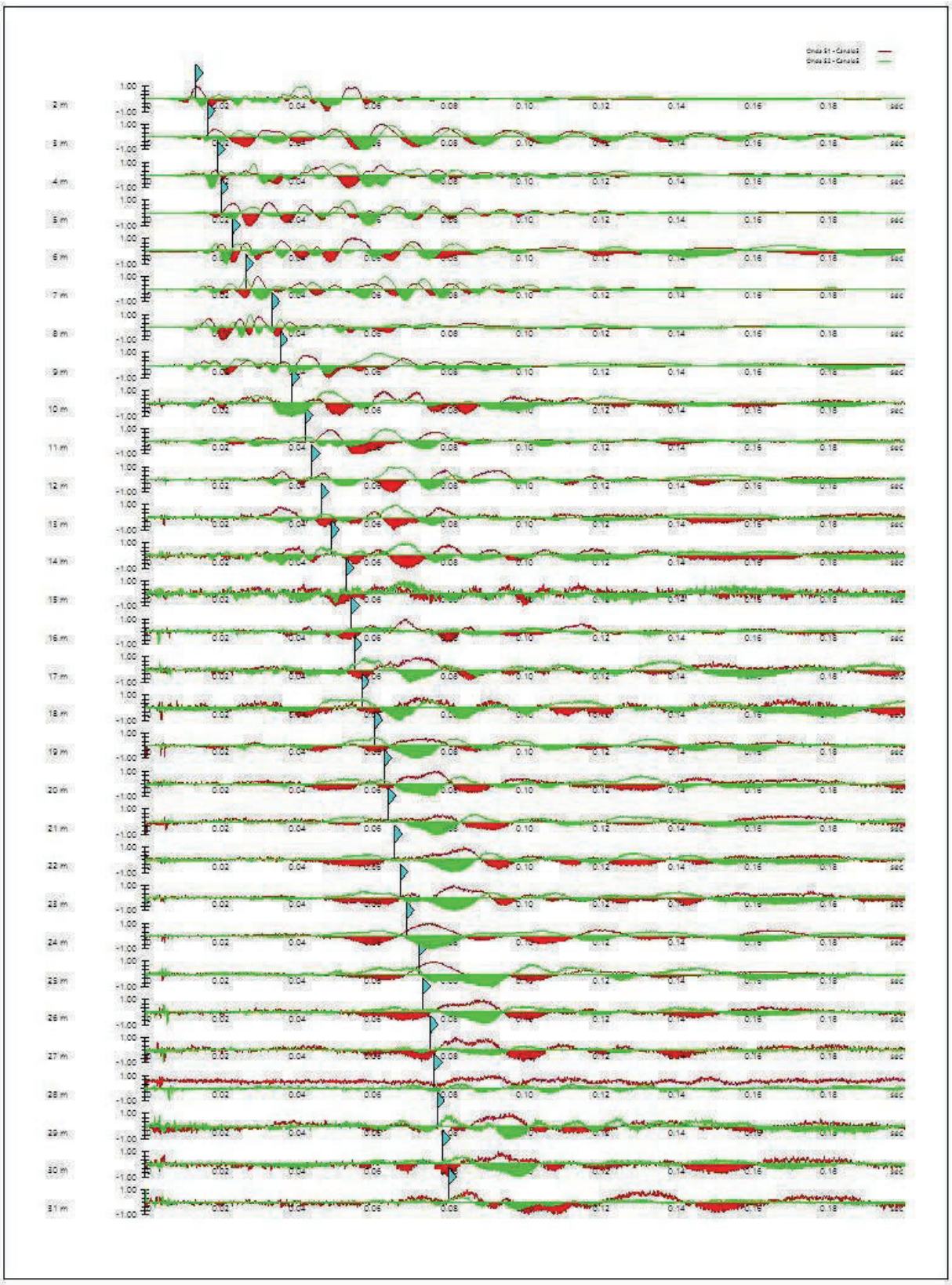
Sismostrati con metodo diretto
Valori medi

	Vp medio (m/s)	Vs medio (m/s)	g medio (kN/mc)	ni medio	G medio (MPa)	Ed medio (MPa)	E medio (MPa)	Ev medio (MPa)
1 – 0 m	414.08	236.69	19.28	0.26	110.15	337.14	277	190.27
2 – 8 m	682.59	258.06	19.61	0.42	133.19	931.86	377.37	754.27
3 – 16 m	1230.23	349.3	20.24	0.46	251.81	3123.47	733.34	2787.73
4 – 30 m	1667.7	588.49	21.43	0.43	756.91	6078.54	2163.07	5069.32

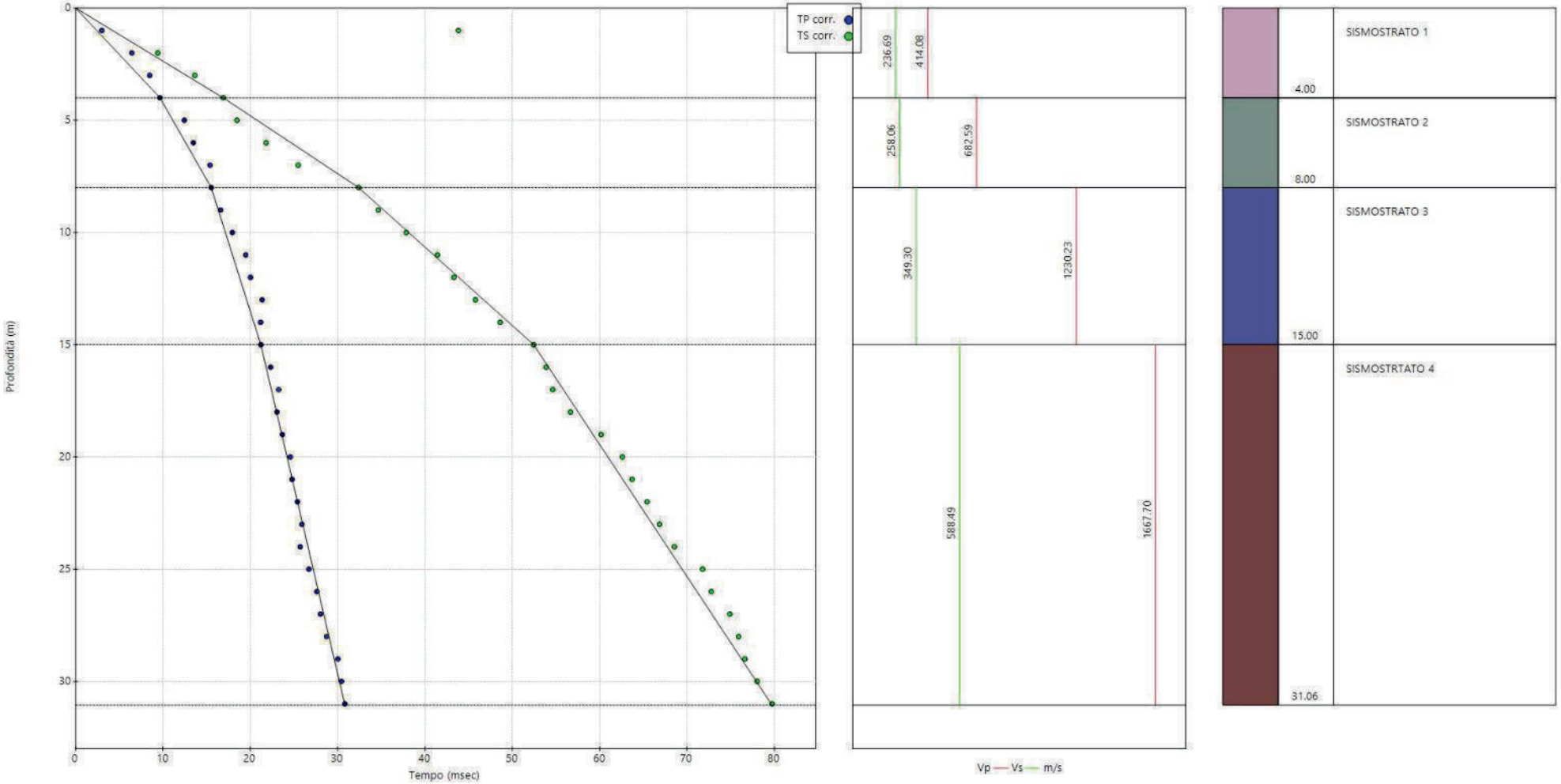
SISMOGRAMMI ONDE P



SISMOGRAMMI ONDE SH



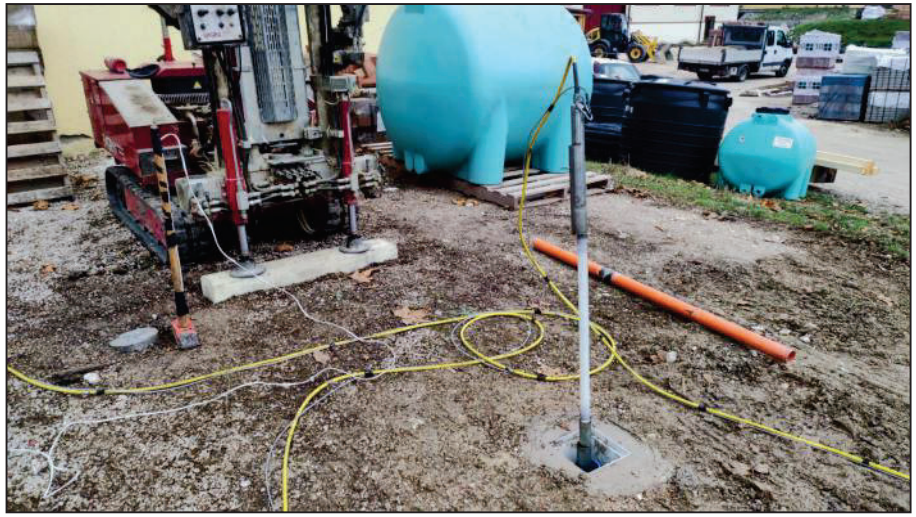
DROMOCRONE DH 1



DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA DH 1



STRUMENTI DI ACQUISIZIONE



PARTICOLARE: BOCCAFORO+GEOFONO GEMELLATO



ENERGIZZAZIONE ONDE P



ENERGIZZAZIONE ONDE SH

UBICAZIONE INDAGINI SU FOTO SATELLITARE

