



GUIDETTISERRI

STUDIO INGEGNERIA

Via Pier Carlo Cadoppi, 14 - 42124 Reggio Emilia
Tel. +39 0522 439734 - Fax +39 0522 580006
Mail: info@studiocgs.it - Web: www.guidettiserrit.it
C.F. e P.I. 01934740356

**AZIENDA CON SISTEMA
DI GESTIONE QUALITÀ
CERTIFICATO DA DNV GL
= ISO 9001 =**

COMMITTENTE

SIG. GIANNI GHIRELLI
C.F. GHRGNN90P20C219V
Via L. de Medici n.2 - Reggio Emilia

FIRMA

PROGETTO

**ACCORDO OPERATIVO DI ATTUAZIONE
PARTE DELL'AMBITO ATR10,
frazione di Leguigno, Località Faggeto
Comune di Casina (RE)**

ELABORATO

RELAZIONE GEOLOGICA

G				
F				
E				
D				
C				
B				
A	10/11/21	EMISSIONE	LARI G.	GUIDETTI P.
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTROLLATO

FILE W:\P-2018\P42-ROSSI AGNESE E FIGLI - Progetto area edif. Leguigno\09-PROGETTO PUA\Cartiglio R4.dwg

GEOLOGO



Massimo CASALI

COLLABORATORE

FASE DI PROGETTO

**ACCORDO
OPERATIVO**

DATA EMISSIONE

10/11/2021

SCALA

-

PRATICA

P42/2018

TAVOLA

R4

A TERMINI DI LEGGE CI RISERVIAMO LA PROPRIETA' DI QUESTO ELABORATO CON DIVIETO DI RIPRODURLO E DI RENDERLO NOTO A TERZI SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE SCRITTA



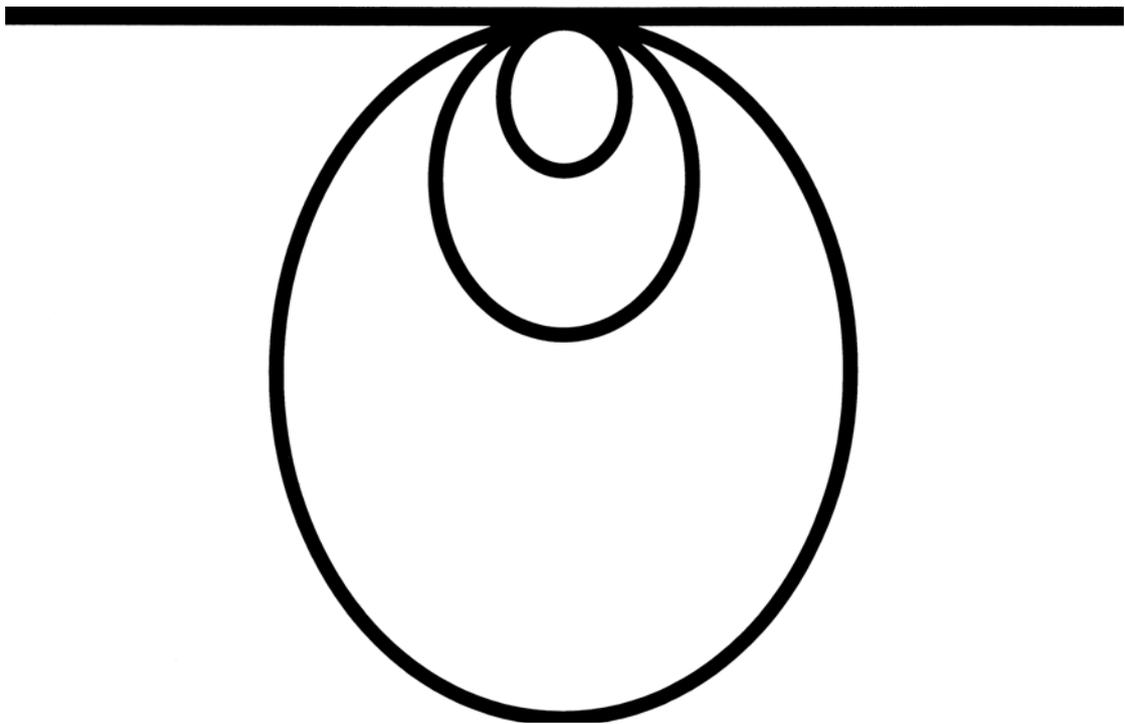
Comune di Casina (RE)

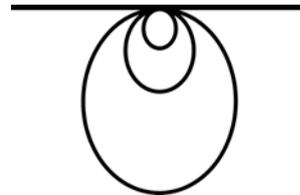
Sig. Gianni Ghirelli

**PROGETTO DI PUA COMPARTO ATR10
FAGGETO DI LEGUIGNO DI CASINA (RE)**

Relazione geologica e sismica

Ottobre 2021



**Comune di Casina (RE)**

Sig. Gianni Ghirelli

**PROGETTO DI PUA COMPARTO ATR10
FAGGETO DI LEGUIGNO DI CASINA (RE)**

Relazione geologica e sismica

Ottobre 2021

GEOLOGIA APPLICATA

Indice

GEOFISICA	1. PREMESSA	Pag. 3
	2. MODELLO GEOLOGICO	“ 3
	2.1 – Geomorfologia.....	“ 3
	2.2 – Geologia.....	“ 3
GEOTECNICA	2.3 – Idrogeologia.....	“ 4
	3. INDAGINI	“ 4
	3.1 – Prove penetrometriche dinamiche.....	“ 4
	4. ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOMECCANICO	“ 5
IDROGEOLOGIA E IDROLOGIA	5. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE	“ 5
	5.1 – Sismicità storica.....	“ 5
	5.2 – Sorgenti sismogenetiche.....	“ 6
	6. RISPOSTA SISMICA LOCALE	“ 7
MODELLI MATEMATICI	6.1 – Profilo stratigrafico e sismico.....	“ 7
	6.2 – Amplificazione di sito.....	“ 8
	6.3 – Spettri d'accelerazione da NTC 2018.....	“ 10
ECOLOGIA E AMBIENTE	7. CONCLUSIONI	“ 12

1.1.1.1

1.1.1.2

Tavole

- 1: Corografia generale e carta geologica
- 2: Inquadramento catastale su CTR
- 3: Ubicazione prove
- 4: Carta delle velocità delle onde di taglio
- 5: Carta dei valori di H_{MS}
- 6÷8: Diagrammi penetrometrici





1. PREMESSA

Per conto del Sig. Gianni Ghirelli ho svolto un'indagine geologica e sismica a funzionale al Progetto di PUA del Comparto ATR10.

L'area è individuata nella Tavola 1 a fondo testo che riferisce anche sulla geologia del luogo, tratta dalla cartografia regionale opportunamente aggiornata sulla scorta delle indagini effettuate.

La tavola 2 sovrappone i limiti catastali sulla carta topografica.

2. MODELLO GEOLOGICO

2.1 – Geomorfologia

L'area di studio è posta sull'ampio pianoro di Faggeto di Leguigno, nel Comune di Casina (RE).

Le quote altimetriche sono comprese tra 605 e 610 m s.l.m.

Il ripiano è stabile con i versanti che digradano con pendenze moderate verso Sud, in direzione del Fosso L'Oriolo e nelle altre direzioni verso il fondovalle del Torrente Tassobbio.

L'inclinazione dei pendii è tale da consentire le più comuni pratiche agricole, sottraendo ampi prati stabili al dissesto idrogeologico; d'altra parte non mancano i settori dove lo scollamento delle coperture resta indomabile, specie negli impluvi e dove le pendenze incrementano, talora assumendo le tipiche forme calanchive.

2.2 – Geologia

Nella Tavola 1 è riportato uno stralcio della "Carta geologica dell'Appennino Emiliano-Romagnolo (Sezione 218060 - scala 1:10000) con indicata la posizione dell'area in esame.

Come si vede dominano due Formazioni ascrivibili al Cretaceo Superiore (65÷70 M.a.): le Argille Varicolori (AVV) ed il Flysch di Monte Cassio (MCS).

La prima, più antica, è costituita da un'alternanza di lamine argillose grigie, nere, verdi, viola e rosse, in cui si intercalano strati marnosi e siltiti manganesifere, a volte vere proprie torbiditi pelitico-arenacee in forma di conglomerati e clasti di rocce cristalline.

La stratificazione originaria è quasi ovunque sostituita da una fogliazione tettonica indotta dall'allineamento preferenziale dei litotipi più competenti, dalle superfici precostituite, dalla fissilità e clivaggio delle peliti e soprattutto dalla presenza di numerose superfici di taglio planari, che conferiscono all'ammasso un assetto caotico indifferenziato ed una tessitura a scaglie.

La seconda, sovrapposta alla prima, ha i caratteri tipici dei Flysch, mostrando un'alternanza di strati torbiditici di natura calcareo-arenacea con marne poco cementate e peliti scure laminate.

A grande scala l'assetto è quello suggerito dalla sezione geologica di figura 2, tracciata in direzione SW-NE attraverso il lotto in esame: le giaciture disegnano una sinclinale con asse orientato nella stessa direzione.

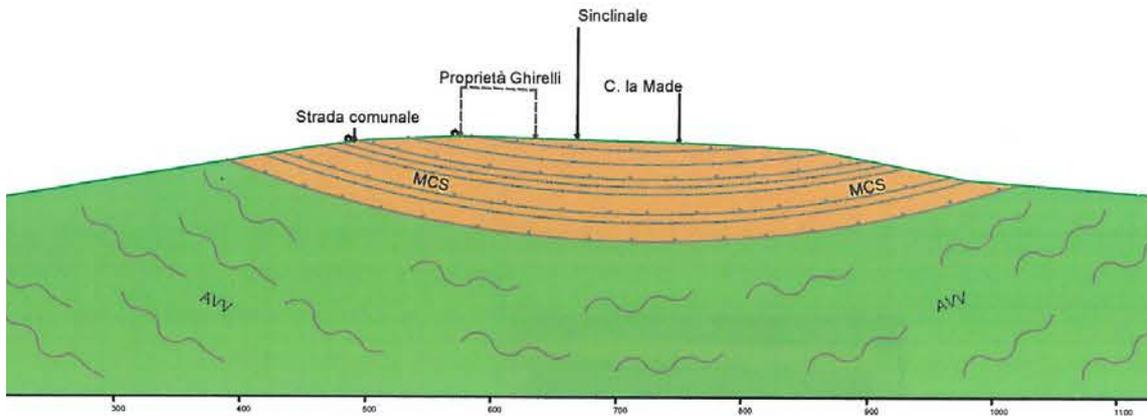


fig. 1: sezione geologica

Quasi ovunque il substrato è seppellito da coperture detritiche frutto di processi d'alterazione chimico-fisica.

Come già accennato, talora lungo i pendii le coperture sono coinvolte in dissesti attivi evidenziati in rosso e quiescenti in azzurro, dovuti alle acque di precipitazione che rammolliscono i terreni ed all'acclività delle pendici.

2.3 – Idrogeologia

Alcuni pozzi a Leguigno testimoniano la presenza d'acqua nel sottosuolo.

Le deformazioni tettoniche subite dalla formazione flyscioidale hanno indotto una permeabilità secondaria per fratturazione, che si associa a quella tessiturale, consentendo di raccogliere le acque di precipitazione.

Le argille sottostanti il flysch, praticamente impermeabili, confinano il serbatoio soprastante.

In genere si osservano venute idriche dove l'interfaccia tra le due unità viene a giorno; non è casuale che i dissesti lungo i versanti attorno al comparto s'innescino proprio in prossimità di quel limite.

Infine si sottolinea che i fori di sondaggio sono risultati asciutti.

3. INDAGINI

3.1 – Prove penetrometriche dinamiche

Visto l'assetto geologico generale ho eseguito 3 prove penetrometriche dinamiche, finalizzate a stabilire lo spessore del terreno detritico sovrapposto al substrato roccioso.



L'ubicazione dei test è argomento di Tavola 3.

L'attrezzatura utilizzata è un penetrometro super-pesante DPSH tipo Meardi che risponde alle specifiche ISSMFE, 1988, della ditta Geo Domus Tecna s.n.c. di Savignano sul Panaro (MO).

Le prove sono state spinte al limite strumentale della sonda.

I diagrammi penetrometrici risultanti e l'interpretazione in chiave di resistenza dinamica R_d sono argomento delle tavole 6÷8 a fondo testo con le caratteristiche tecniche dello strumento.

4. ASSETTO STRATIGRAFICO E GEOMECCANICO

Il substrato roccioso è seppellito da un terreno di copertura di spessore variabile tra 4 m in DIN 1 e 6÷7 m in DIN 2÷3.

Tale coltre è il prodotto dell'alterazione del bed-rock da parte degli agenti chimico-fisici naturali: filtrazione dell'acqua piovana, cicli di gelo-disgelo, reazioni chimiche di ossido-riduzione.

Sotto il profilo geomeccanico, nel terreno di copertura si distinguono, uno strato superficiale di media consistenza, con numero di colpi N compreso tra 2÷10 ($R_d = 2\div6$ MPa) ed un secondo strato tra 3,5÷7 m di più duro con N compreso tra 10÷20 ($R_d = 6\div12$ MPa) con qualche eccezione "tenera" in prossimità della fascia di transizione verso il basamento contraddistinto da $N > 50$.

5. PERICOLOSITA' SISMICA DI BASE

Al territorio di Casina è attribuito un rischio sismico medio-basso.

Ciò si deve alla relativa lontananza dalle principali linee tettoniche della fascia Appenninica, che fanno capo a due principali sistemi di sovrascorrimento, noti come "Pedeappenninic Thrust Front" e "External Thrust Front".

Si tratta di sistemi di faglie inverse ed accavallamenti con piani di immersione verso SW e vergenza verso NE, che disegnano una struttura a pieghe sinclinali con interposte aree sinclinali, imputabili alla subduzione della Zolla adriatica alla Catena appenninica.

L'abitato di Leguigno ricade a Sud del fronte Esterno, in una posizione defilata rispetto alle principali strutture, orientate in direzione appenninica.

5.1 - Sismicità storica

Questa parte di territorio non ha eventi sismici da segnalare; l'unico episodio di interessante risentito a Casina è quello del 23 dicembre 2008 con epicentro a Neviano degli Arduini (PR) associato alla struttura di cui sopra.

Allora gli effetti furono del V÷VI⁺ al pari dello storico terremoto della Garfagnana del 1920.

Altri eventi documentati furono minimamente risentiti.



fig. 2

5.2 - Sorgenti sismogenetiche

Altre informazioni utili per valutare la pericolosità sismica possono essere tratte *Database of Italy's Seismogenic Sources DISS*.

Le sorgenti censite si basano su dati geologici e geofisici e sono suddivise in due categorie: *Individual Seismogenic Sources - ISS*, vale a dire le faglie responsabili di forti terremoti già avvenuti o che si ritiene possano ancora avvenire, e *Composite Seismogenic Sources - CSS*, ideate per descrivere sistemi di faglia estesi, ancorché con un livello di dettaglio minore delle prime (fig. 2).

Come si vede il comparto in questione ricade tra due sorgenti sismogenetiche composite: ITCS 046 a Nord e ITCS027 a Sud.

In quest'ultima è compresa la vicina sorgente individuale di "Neviano degli Arduini" (ITIS135) caratterizzata da Magnitudo $M_{max} = 5.4$, profondità compresa tra 18÷21 km, velocità di scorrimento 0,1÷0,5 mm/anno, associata allo scuotimento del 23 Dicembre 2008.

All'altra, priva di sorgenti individuali nel territorio regionale, è attribuita una Magnitudo massima di 6,2, relativa ad un sisma avvenuto a Fabriano nel 1741.

Quanto agli eventi attesi in caso di sisma, nel pianoro che ospita il lotto in questione, l'effetto topografico è trascurabile.

D'altra parte è possibile l'amplificazione per caratteristiche litologiche, come segnalato nella carta degli effetti attesi allegata al PSC (Tavola P10 Sud), di cui si riporta un estratto in Tavola 3.

Riguardo alle accelerazioni al suolo attese secondo l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia i valori di picco al suolo a_g con probabilità di eccedenza del



10% in 50 anni (corrispondente ad un tempo di ritorno di 475 anni) nell'area d'interesse variano tra $0,150 \div 0,170g$.

6. RISPOSTA SISMICA LOCALE

La specifica Normativa regionale¹ richiede una valutazione degli effetti amplificativi del sisma

Il grado di approfondimento è l'analisi semplificata II^ livello.

6.1 Profilo stratigrafico e sismico

Si ammette che l'assetto geologico sia assimilabile ad un modello fisico monodimensionale.

Le indagini geognostiche effettuate consentono la schematizzazione di tabella 1, dove ai diversi strati si associa il profilo delle velocità delle onde di taglio V_s opportunamente mediate.

tab. 1

strato n.	Litologia	Spessore s	Profondità h	Peso di volume γ	Velocità V_s
		(m)	(m)	(kN/m ³)	(m/s)
1	Suolo	0,5	-	-	-
2	Terreno di copertura	5	0,5÷5	19	225
3	Substrato alterato	5	15÷10	20	390
4	Substrato alterato	5	10÷15	21	510
5	Bedrock	5	15÷20	21	640
6	Bedrock	10	20÷30	21	720
7	Bedrock	>10	>30	22	720

Quest'ultimo deriva dall'elaborazione di 2 prove geofisiche RE.MI. effettuate in prossimità del lotto, funzionali alla Microzonazione sismica comunale condotta nel 2015.

L'ubicazione dei tests è indicata nella Tavola 3 allegata; in figura 3 è tracciato l'inviluppo grafico delle misure.

¹ DGR 630/2019 "Atto di coordinamento tecnico sugli studi di microzonazione sismica per la pianificazione territoriale e urbanistica (artt. 22 e 49, L.R. 24/2017)" aggiornati da DGR 476/2021 con successiva integrazione DGR 564/2021.

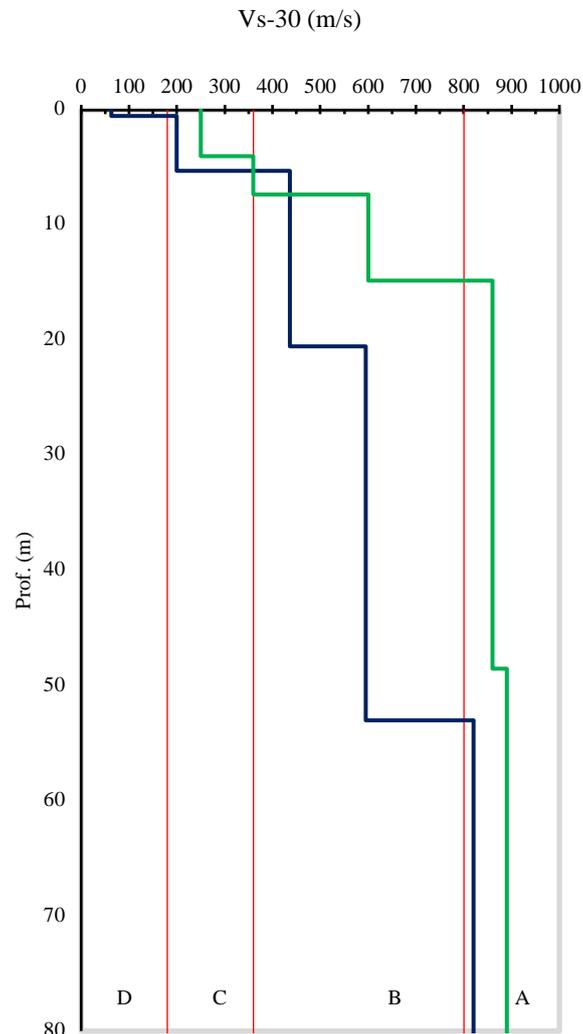


fig. 3

6.2 Amplificazione di sito

La normativa richiede di esplicitare i fattori d'amplificazione (FA) in termini di PGA e d'intensità spettrale SA1, SA2, SA3, SA4, SI1, SI2, SI3 per intervalli di periodo compresi tra 0.1 s e 1.5 s.

Il citato Atto di coordinamento consente una valutazione quantitativa di tale effetto, partendo dal valore d'ancoraggio per l'accelerazione massima orizzontale al bed-rock, fornito dal Servizio Geologico, Sismico e dei Suoli della Regione Emilia Romagna, che per il Comune di Casina vale $a_{refg} = 0,158$.

La tabella per la stima dei fattori d'amplificazione suddetti è quelle riportate nell'Allegato 2 della Delibera regionale riferita al settore appenninico, per coperture su substrato non rigido, vale a dire caratterizzato da $V_S \leq 800$ m/s.

La velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,H}$ è definita dall'espressione:

$$V_{S(H)} = H / \sum_{i=1,N} (h_i / V_{S1})$$



Laddove la profondità del substrato sismico (inteso come quella formazione costituita da terreno rigido caratterizzato da $V_s > 800$ m/s) risulti superiore a 30 m, come nel caso in questione, $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$.

La media pesata dei valori fa stimare:

$$V_{S(30)} = 30 / \sum_{i=1,N} (h_i / V_{S1}) \approx 450 \text{ m/s}$$

che depone per un sottosuolo di Categoria B secondo le NTC 2018.

Dunque si evince:

$$\text{F.A. PGA} = 1,6$$

Pertanto l'accelerazione attesa in superficie con probabilità del 10% di essere superata una volta in 50 anni risulta pari a

$$a_{hmax} = 0,158 \cdot 1,6 = 0,2528$$

Quanto all'intensità di Housner, i fattori d'amplificazione locale risultano:

$$\text{F.A. SA1 } (0.1s \leq T \leq 0.5s) = 1,6$$

$$\text{F.A. SA2 } (0.4s \leq T \leq 0.8s) = 1,5$$

$$\text{F.A. SA3 } (0.7s \leq T \leq 1.1s) = 1,4$$

$$\text{SI1 } (0.1s \leq T \leq 0.5s) = 1,6$$

$$\text{SI2 } (0.5s \leq T \leq 1.0s) = 1,4$$

Quanto sopra è reso in sintesi in Tavola 4 “Carta delle velocità delle onde di taglio) e di Microzonazione sismica di II° Livello”

Di particolare interesse per definire la pericolosità sismica, è il parametro H_{MS} , che esprime lo scuotimento atteso al sito in valore assoluto in cm/s^2 calcolato in accordo con la relazione

$$H_{MS} = (ASI_{UHS}/\Delta T) \cdot \text{FA} \quad (\text{Naso ed Alii, 2019}).$$

in cui

ASI_{UHS} è il valore integrale dello spettro di riferimento in accelerazione calcolato per l'intervallo di periodi $0,1s \leq T \leq 0,5s$,

ΔT è l'intervallo di tempo sul quale si è proceduti all'integrazione, in questo caso pari a 0,4 s.

FA è il fattore di amplificazione in accelerazione calcolato per lo stesso intervallo di periodi.



Il livello di pericolosità può essere stabilito dal confronto con la seguente classifica:

tab. 2

RISCHIO SISMICO	MOLTO BASSA	BASSA-MODERATA	MODERATA	ALTA	MOLTO ALTA
HMS (cm/s ²)	< 180	180=340	340=650	650=1240	> 1240
DANNO POTENZIALE	NESSUNO-BASSO	BASSO-MODERATO	MODERATO-ALTO	ALTO	MOLTO ALTO
INTENSITA' STRUMENTALE	< VI	VII	VIII	IX	IX

Nel caso specifico, assumendo il valore ASI_{UHS} relativo al punto della griglia INGV più vicino, si calcola:

$$H_{MS} = 345.33 \cdot 1,6 = 552 \text{ cm/s}^2$$

da cui un rischio sismico moderato-alto.

La sintesi di questa elaborazione è rappresentata dalla Tavola 5.

6.3 Spettri d'accelerazione da NTC2018

A titolo di confronto, riferendosi alle NTC 2018, è possibile stabilire l'accelerazione al suolo attesa nel sito in esame, note le sue coordinate geografiche, l'assetto topografico, la classe d'uso dei fabbricati e la loro vita utile.

Nel caso:

- # le coordinate geografiche del centro dell'area (secondo ED50) sono: Latitudine 44,51859° - Longitudine 10,46706°;
- # quanto alle condizioni topografiche trattandosi di una superficie sub-pianeggiante si considera la categoria T1;
- # la categoria stratigrafica è B ($360 \leq V_{S,eq} \leq 800 \text{ m/s}$);
- # la classe d'uso degli edifici residenziale con normali affollamenti è II;
- # la vita nominale è pari a 50 anni.

La figura 4 mostra gli spettri elastici derivati per un fattore di struttura $q = 1,5$ e smorzamento viscoso convenzionale (5%).

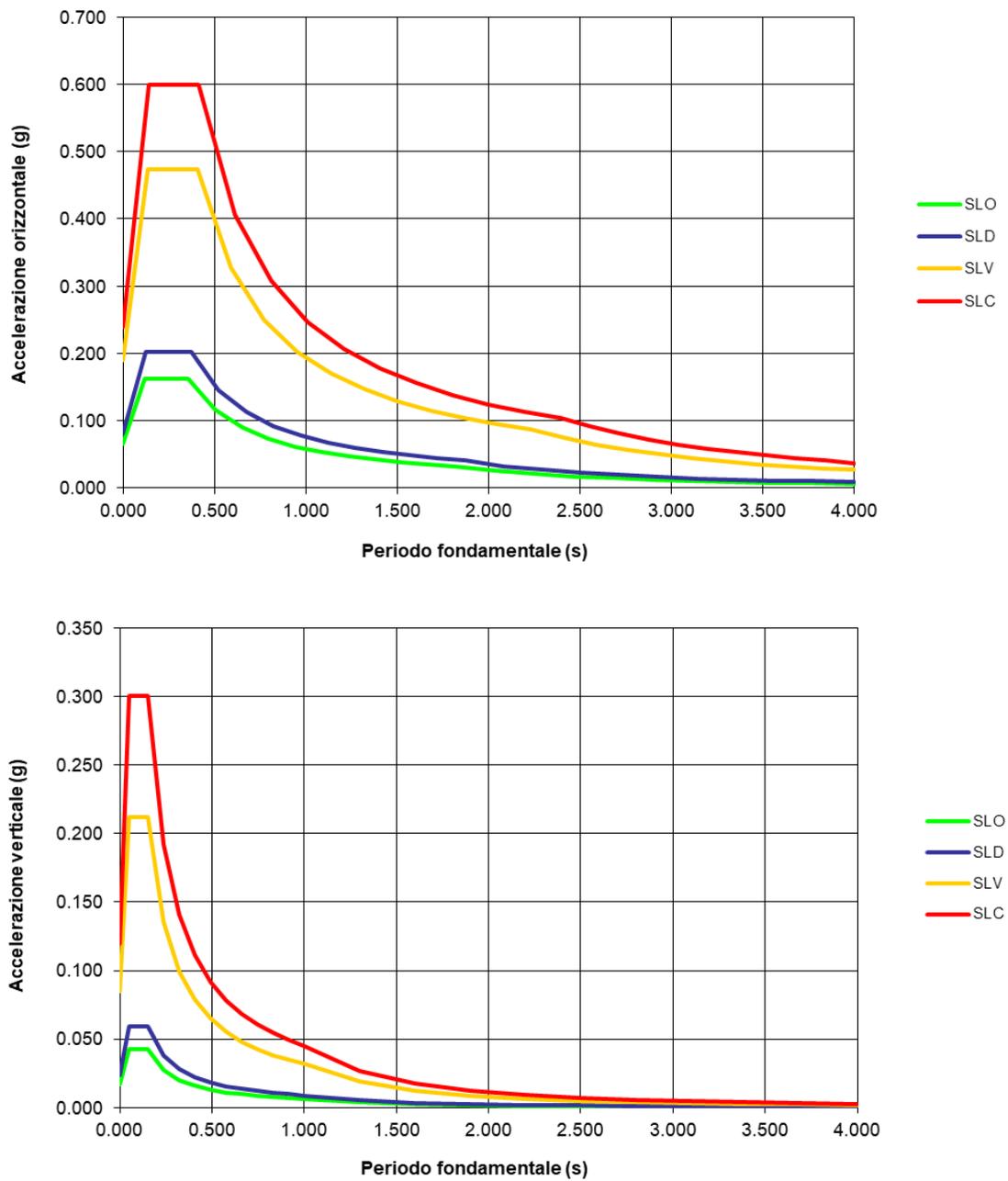
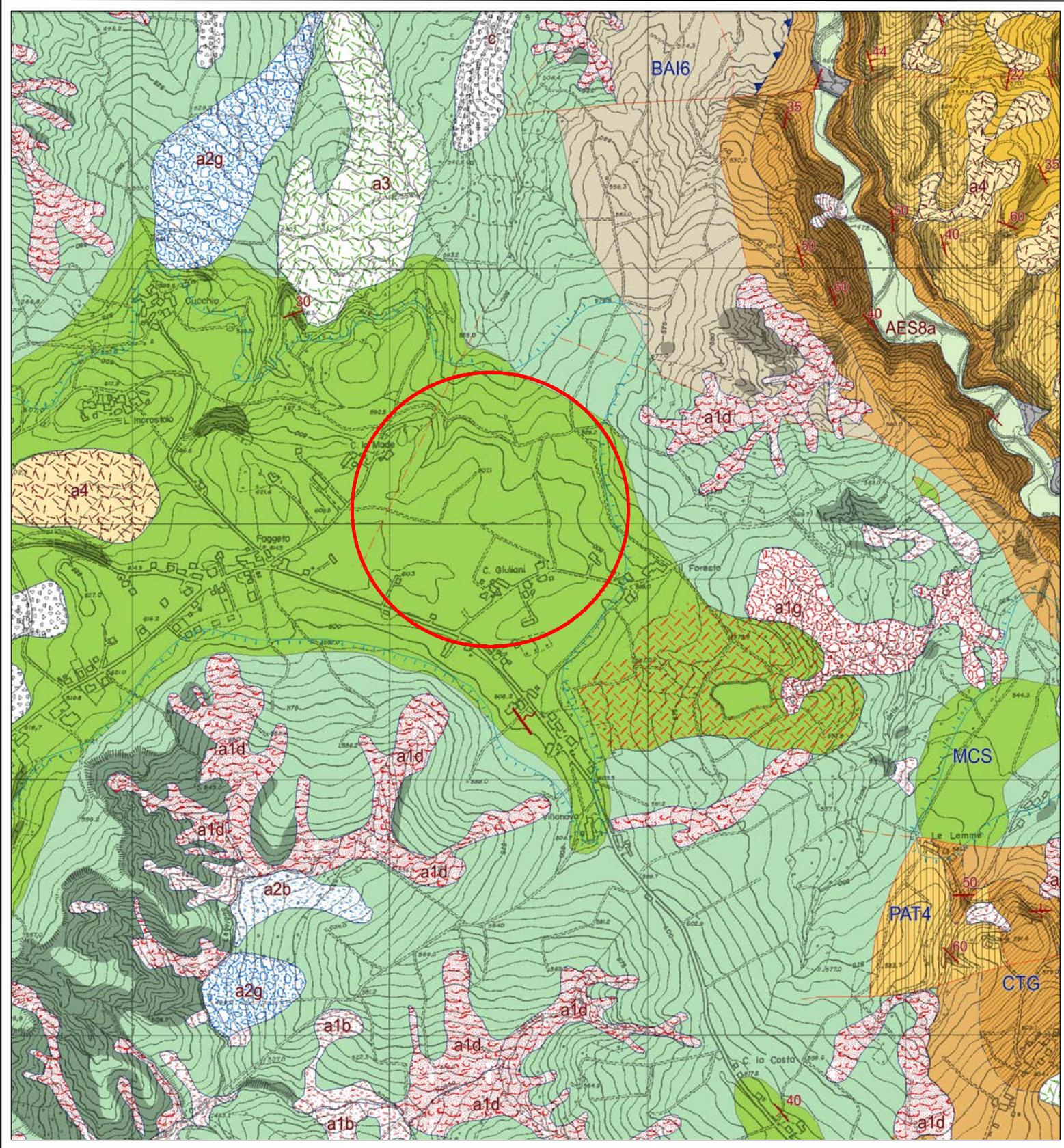


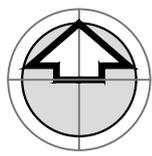
fig. 4

Dall'elaborazione risultano i seguenti coefficienti d'amplificazione stratigrafica e topografica:

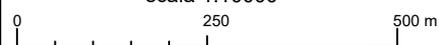
stato limite	S_S	S_T
SLO	1.20	1.0
SLD	1.20	1.0
SLV	1.20	1.0



TAV. 1 COROGRAFIA GENERALE E CARTA GEOLOGICA



scala 1:10000



 Area di studio

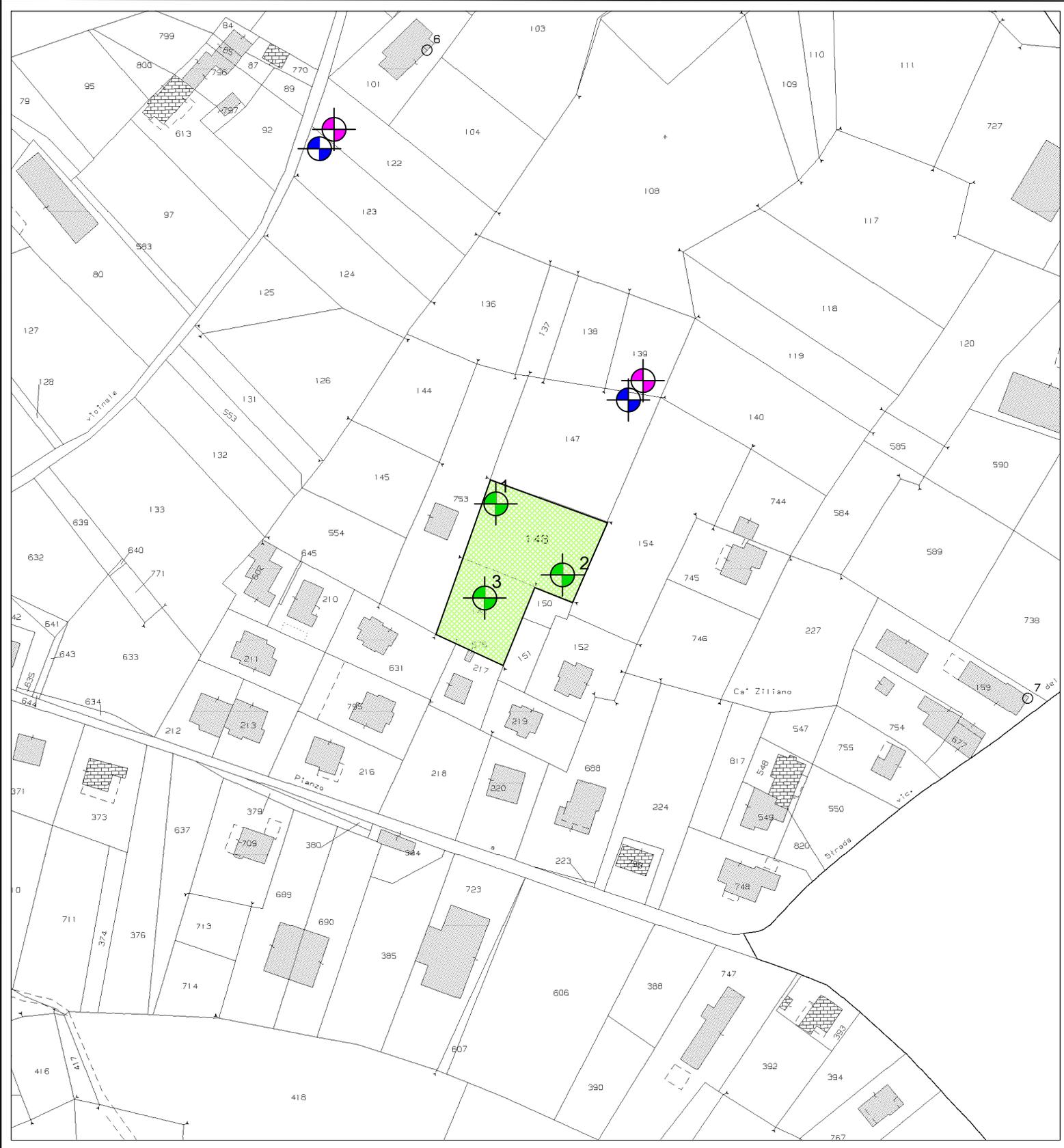
 MCS - Flysch di Monte Cassio: torbiditi calcaree e marnose con intercalazioni pelitiche con settori fragili e deformati da azioni tettoniche, cataclasi e miloniti (Cretaceo Sup.)

 AVV - Argille Varicolori: argille intensamente tettonizzate piegate e fratturate ("argille scagliose") con forme di erosione tipiche calanchive (Cretaceo Sup.).

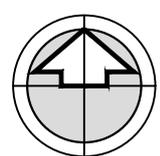
 a1d: Deposito di frana attiva per colamento di fango

 Limite corretto tra MCS e AVV

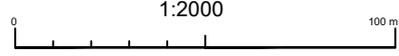
LEGENDA



TAV. 2 UBICAZIONE PROVE



1:2000



LEGENDA



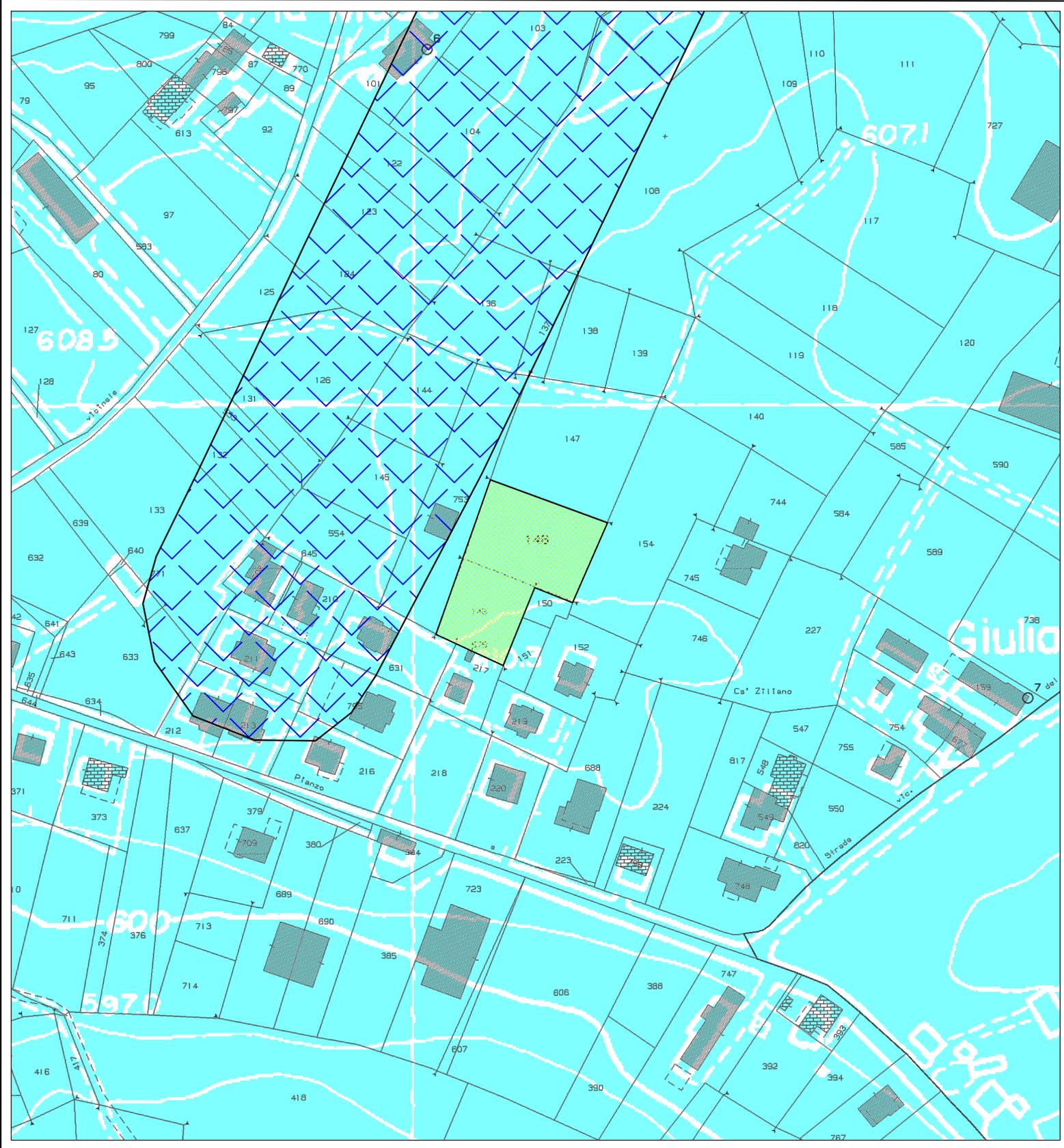
PROSPEZIONE GEOFISICA RE.MI.



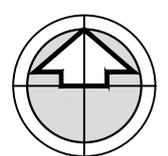
PROSPEZIONE GEOFISICA H.V.S.R.



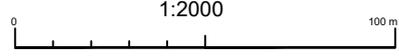
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE



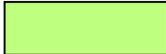
TAV. 3 EFFETTI ATTESI DA PSC

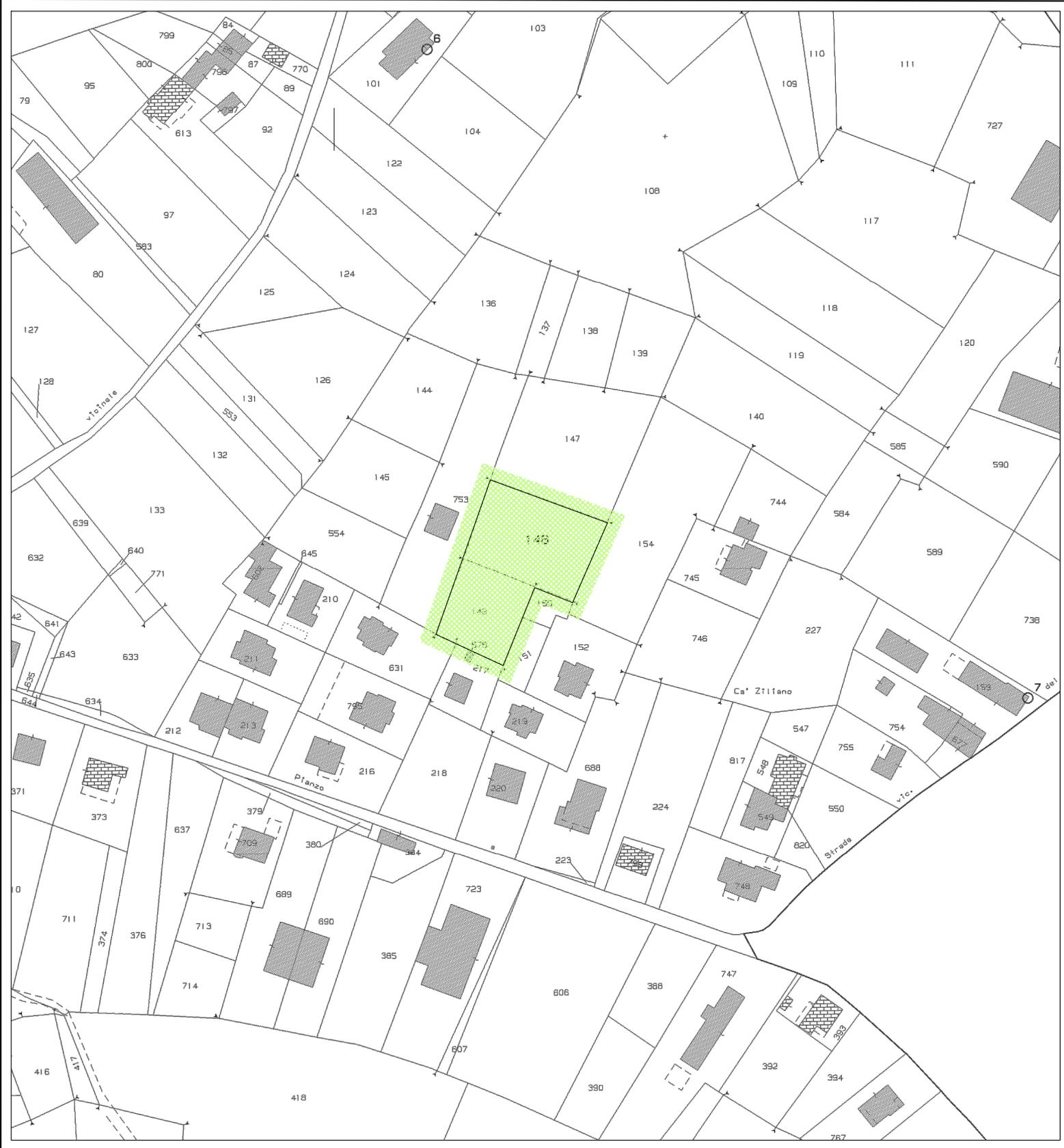


1:2000

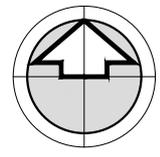


LEGENDA

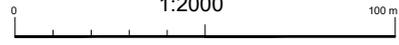
-  Area oggetto di studio, Foglio 36, particelle 148, 149
-  MZS da PSC: area potenzialmente soggetta a fenomeni di amplificazione per caratteristiche litologiche. Approfondimenti di II^a livello ai sensi della DRG 630/2019
-  MZS da PSC: area potenzialmente soggetta a fenomeni di amplificazione per intensa fratturazione. Approfondimenti di III^a livello ai sensi della DRG 630/2019



TAV. 4 CARTA DELLE VELOCITA' DELLE ONDE DI TAGLIO S (Vs) E MICROZONAZIONE SISMICA



1:2000

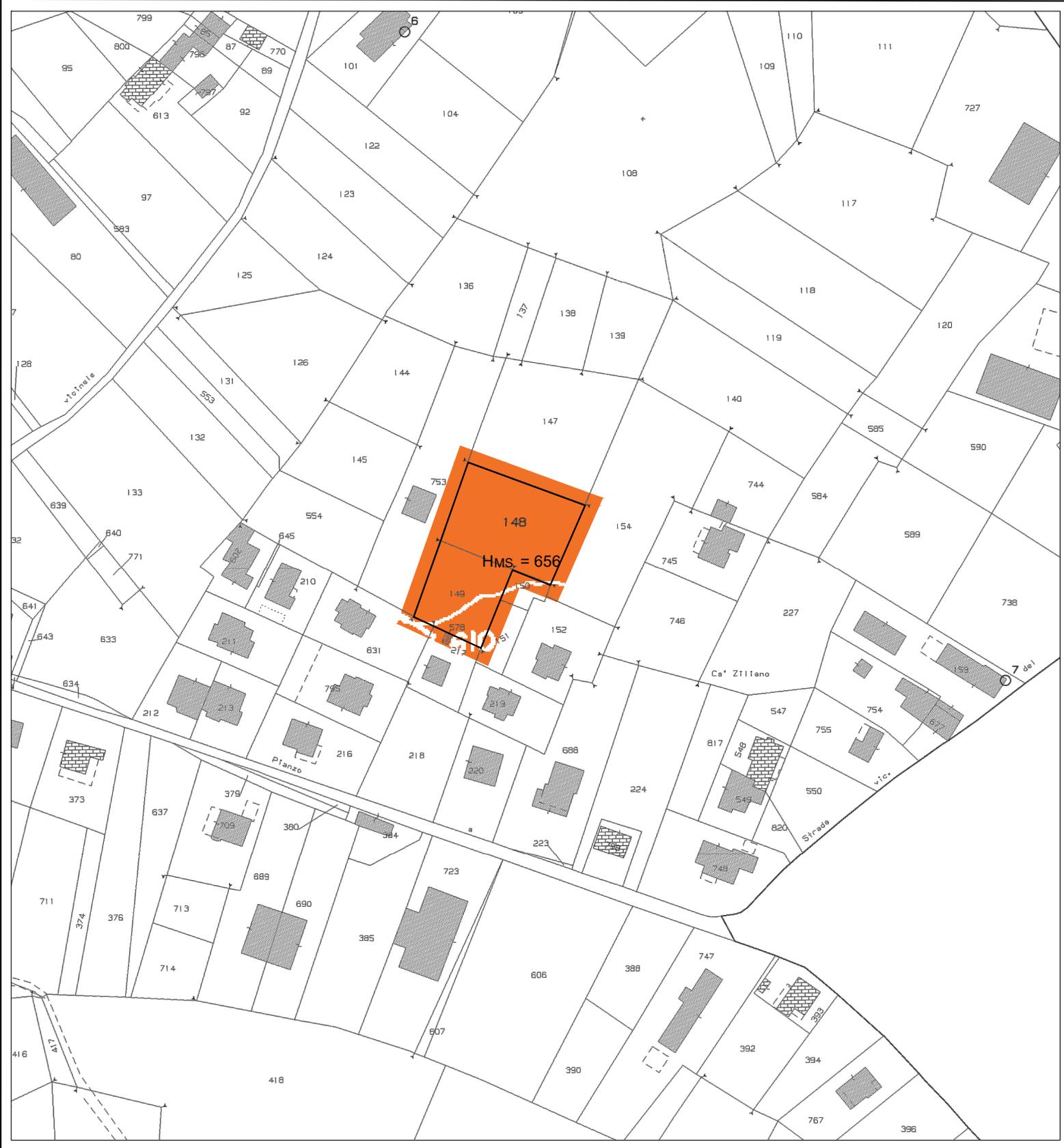


LEGENDA

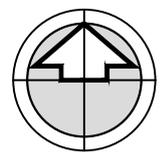


AMPLIFICAZIONE STRATIGRAFICA

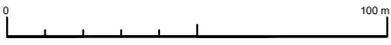
- F.A. PGA = 1,6
- F.A. SA1 (0.1s ≤ T ≤ 0.5s) = 1,6
- F.A. SA2 (0.4s ≤ T ≤ 0.8s) = 1,5
- F.A. SA3 (0.7s ≤ T ≤ 1.1s) = 1,4
- F.A. SI1 (0.1s ≤ T ≤ 0.5s) = 1,6
- F.A. SI2 (0.5s ≤ T ≤ 1.0s) = 1,4



TAV. 5 CARTA DEI VALORI di H_{MS}



1:2000



LEGENDA



LIMITE DEL COMPARTO

Classi di pericolosità correlate al termine H_{MS} (cm / s²)

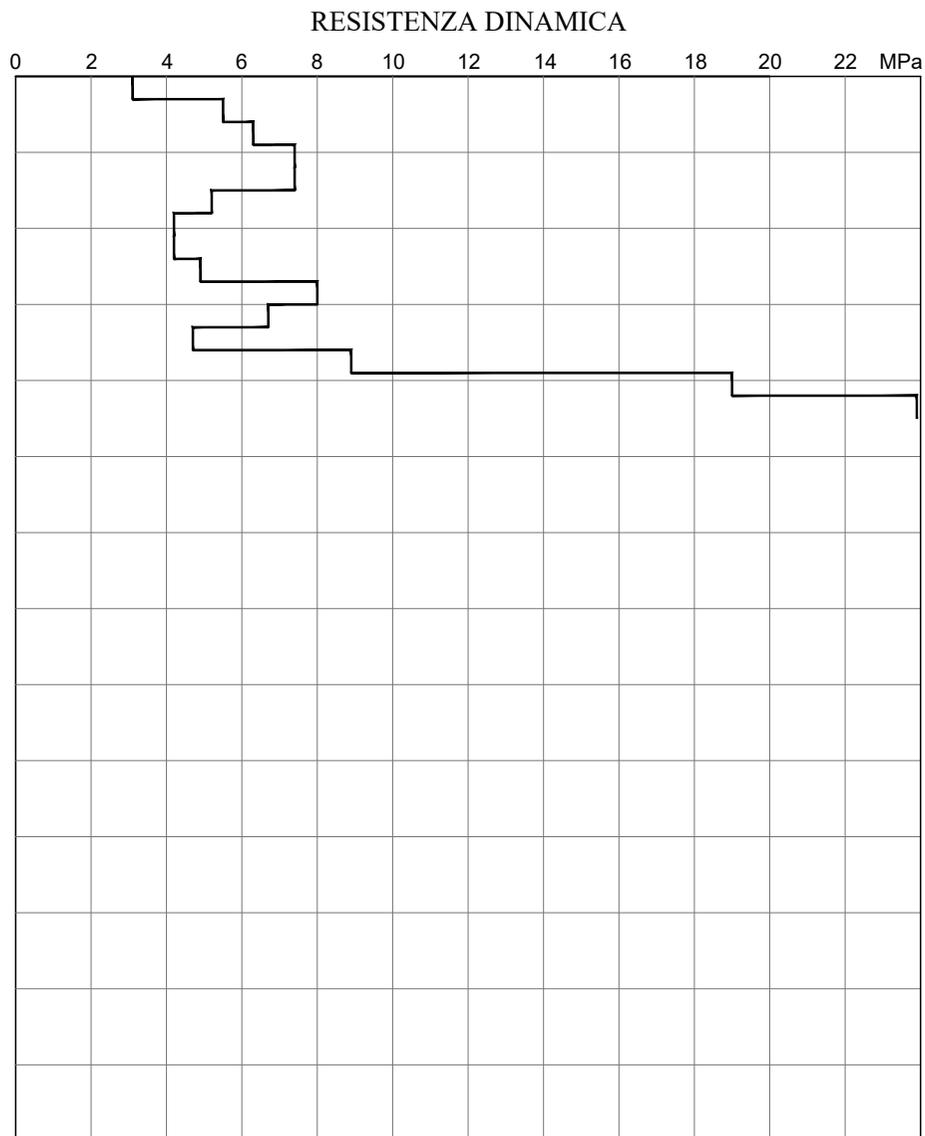
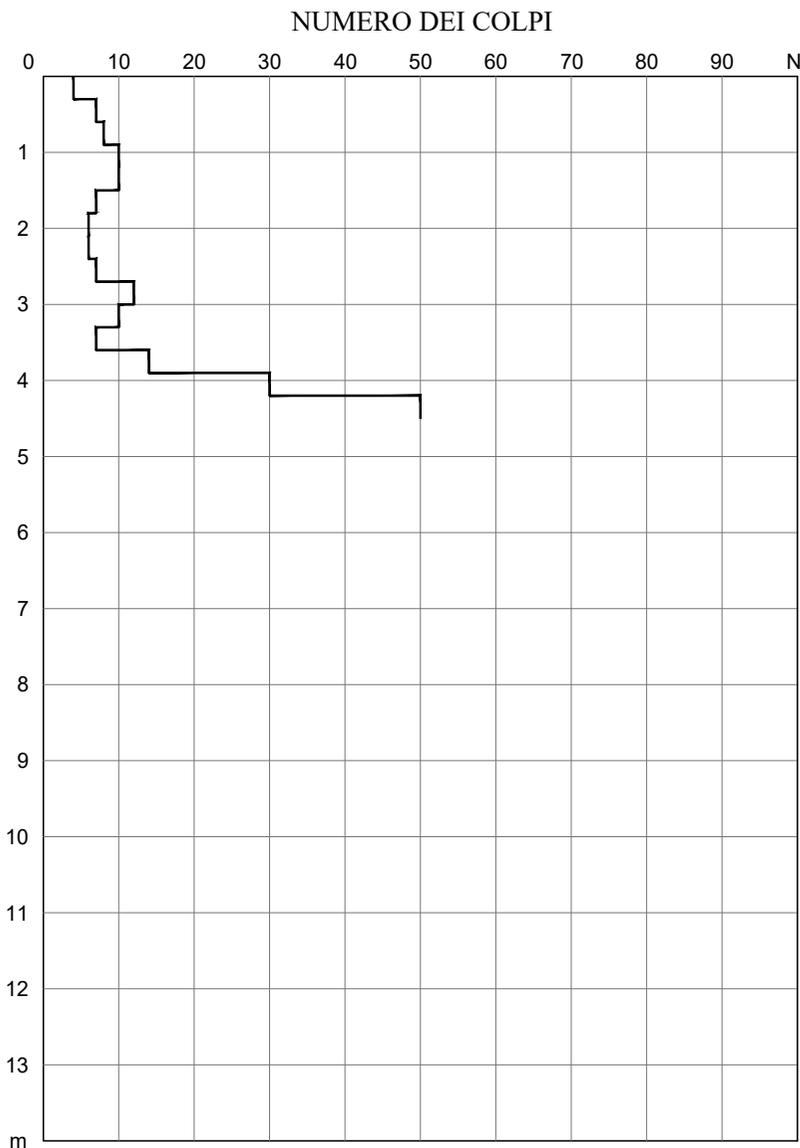
MOLTO BASSA	BASSA	MODERATA	ALTA	MOLTO ALTA

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

PESO DEL MAGLIO kg **73**
 VOLATA DEL MAGLIO cm **75**
 SEZIONE DELLA PUNTA cm² **20**
 PASSO DELLE MISURE cm **30**
 PESO DELL'INCUDINE kg **5**
 LUNGHEZZA DELL'ASTA cm **90**
 PESO DELL'ASTA kg **5**

NOTE: *ATTRITI LUNGO LE ASTE DA -3.6 m.*
AVANZAMENTO 20 cm. CON 2 COLPI A -3 m.



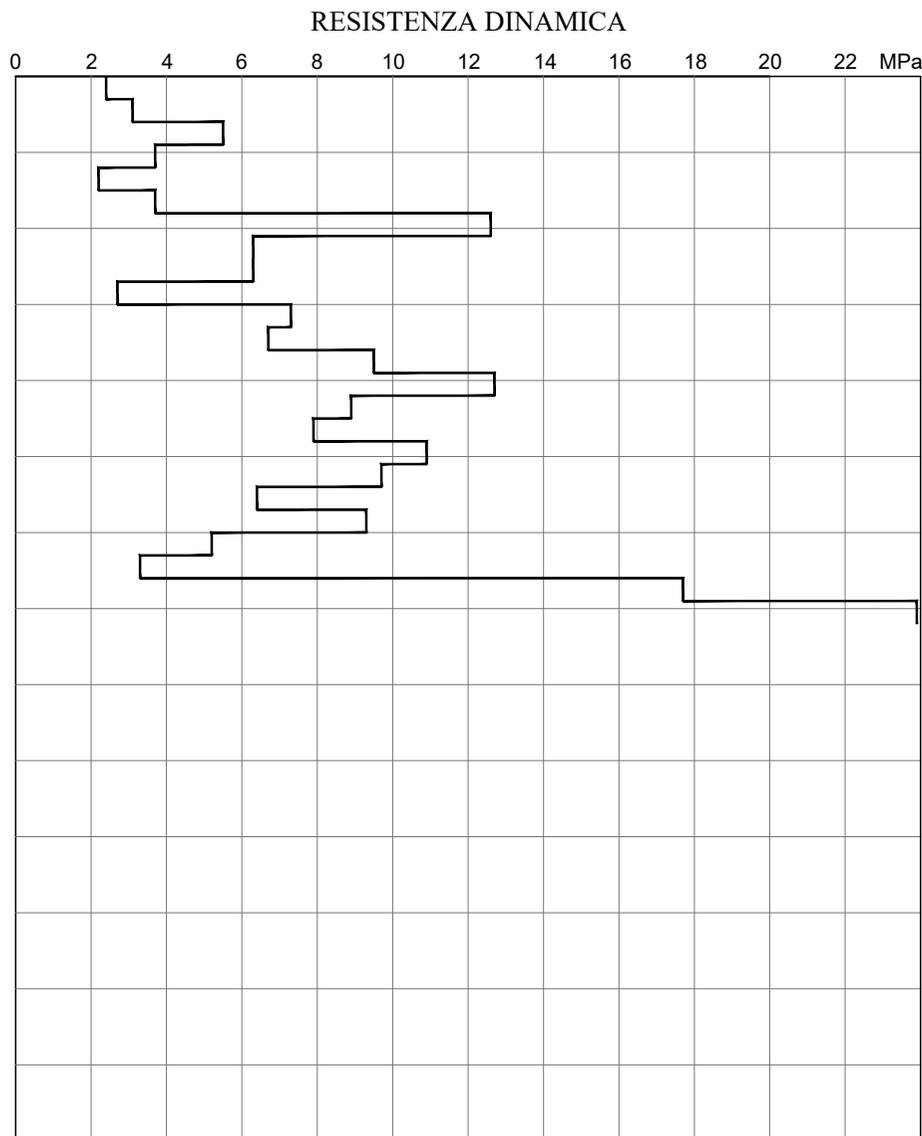
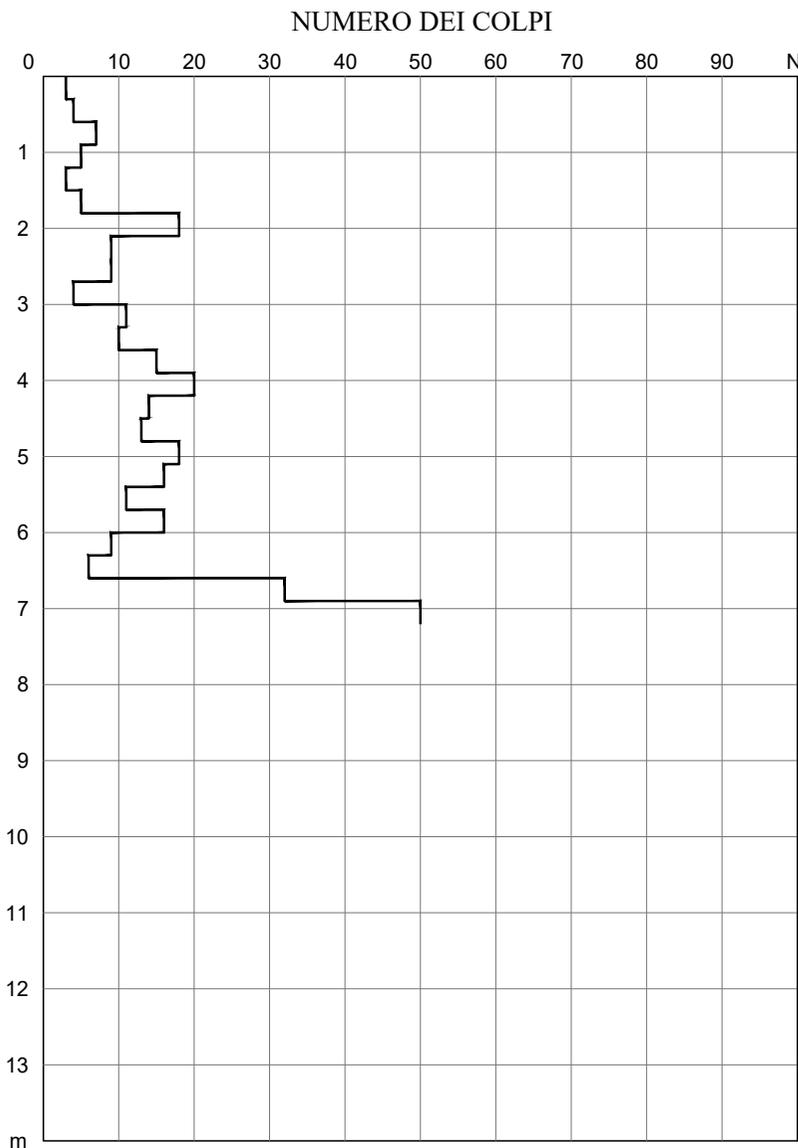
PROVAN. 1
 COMMITTENTE SIG. GIANNI CHIRELLI
 CANTIERE VIA COSTE
 ESECUTORE GEO DOMUS TECNICA
 LOCALITA' LEGUIGNO (RE)
 D.L. DR.M. CASALI
 DATA 25/10/21
 TAV. 6

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

PESO DEL MAGLIO kg **73**
 VOLATA DEL MAGLIO cm **75**
 SEZIONE DELLA PUNTA cm² **20**
 PASSO DELLE MISURE cm **30**
 PESO DELL'INCUDINE kg **5**
 LUNGHEZZA DELL'ASTA cm **90**
 PESO DELL'ASTA kg **5**

NOTE: _____
 _____ *AVANZAMENTO 20 cm CON 2 COLPI A -1,50 m* _____



PROVAN. 2 ESECUTORE GEO DOMUS TECNICA DATA 25/10/21
 COMMITTENTE SIG. GIANNI CHIRELLI LOCALITA' LEGUIGNO (RE)
 CANTIERE VIA COSTE D.L. DR.M. CASALI TAV. 7

SONDAGGIO PENETROMETRICO DINAMICO

CARATTERISTICHE DELLO STRUMENTO

PESO DEL MAGLIO kg **73**
 VOLATA DEL MAGLIO cm **75**
 SEZIONE DELLA PUNTA cm² **20**
 PASSO DELLE MISURE cm **30**
 PESO DELL'INCUDINE kg **5**
 LUNGHEZZA DELL'ASTA cm **90**
 PESO DELL'ASTA kg **5**

NOTE: *ATTRITI LUNGO LE ASTE TRA 4,80÷5,40 m.*

