



Relazione geologica ed indagini geognostiche relative al
miglioramento e all'adeguamento della viabilità regionale
di fondovalle per la realizzazione di percorsi pedonali
protetti sulla SR 325, Comune di Vernio

IGeA sas

Dott. Geol. Guglielmo Braccesi



1.0	28/08/22	C:/Lavoro/2021/15021_Barba muro Vernio/ Relazione.doc					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDATTO	CONTR.	AFFROVATO	AUTOR.	



INDICE

1	PREMESSA	3
2	VINCOLISTICA	6
	<i>2.1 Quadro normativo di riferimento</i>	6
	<i>2.2 Analisi cartografia di pericolosità di Piano Strutturale</i>	7
	<i>2.3 Analisi cartografia Autorità di Bacino</i>	11
3	INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO	14
4	PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE	18
5	MODELLAZIONE GEOLOGICA	18
	5.1 Risultati delle indagini eseguite	18
	5.2 Calcolo dei parametri caratteristici	19
6	MODELLAZIONE SISMICA	20
	6.1 Descrizione dell'intervento da eseguire	20
	6.2 Caratterizzazione sismica del sito	20
	6.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche	21
	6.4 Calcolo parametri e coefficienti sismici sito-specifici	22
7	CALCOLO DELLA STABILITA' DEL VERSANTE	31
8	CONCLUSIONI	31
	MASW – RE.MI.	32
	SONDAGGI	42
	DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA	43



1 PREMESSA

Su incarico ricevuto dalla Città Metropolitana di Firenze, la soc. IGeA sas ha svolto una campagna di indagini con lo scopo di definire le caratteristiche geotecniche e geofisiche di un terreno interessato dal progetto di miglioramento e all'adeguamento della viabilità regionale di fondovalle per la realizzazione di percorsi pedonali protetti lungo la S.R. 325 di Val di Setta e Val di Bisenzio nel comune di Vernio, catastalmente individuato al Foglio n 42, particella n. 1696.

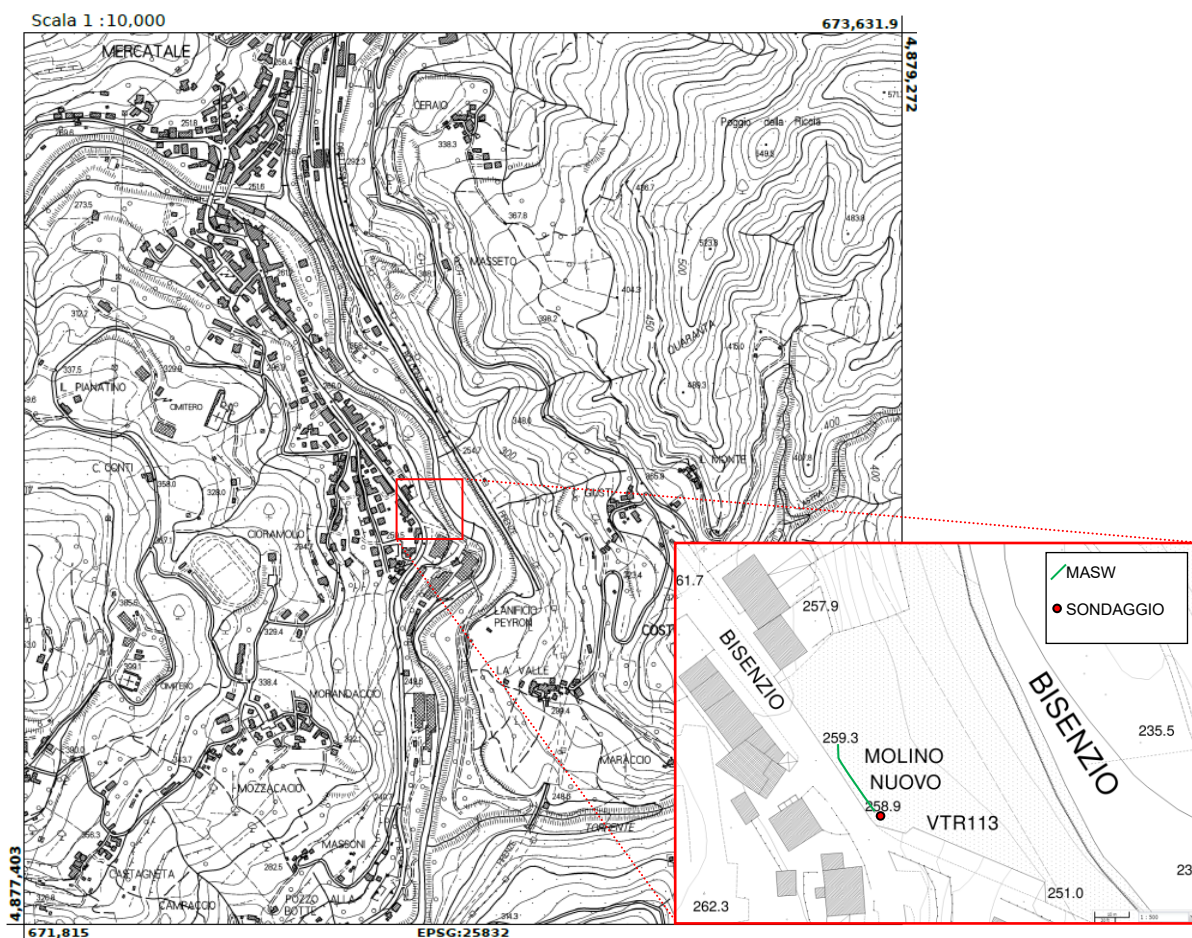
Nella presente relazione vengono riportati i risultati delle indagini geologiche, geognostiche e geofisiche effettuate in merito al progetto in esame.



Regione Toscana

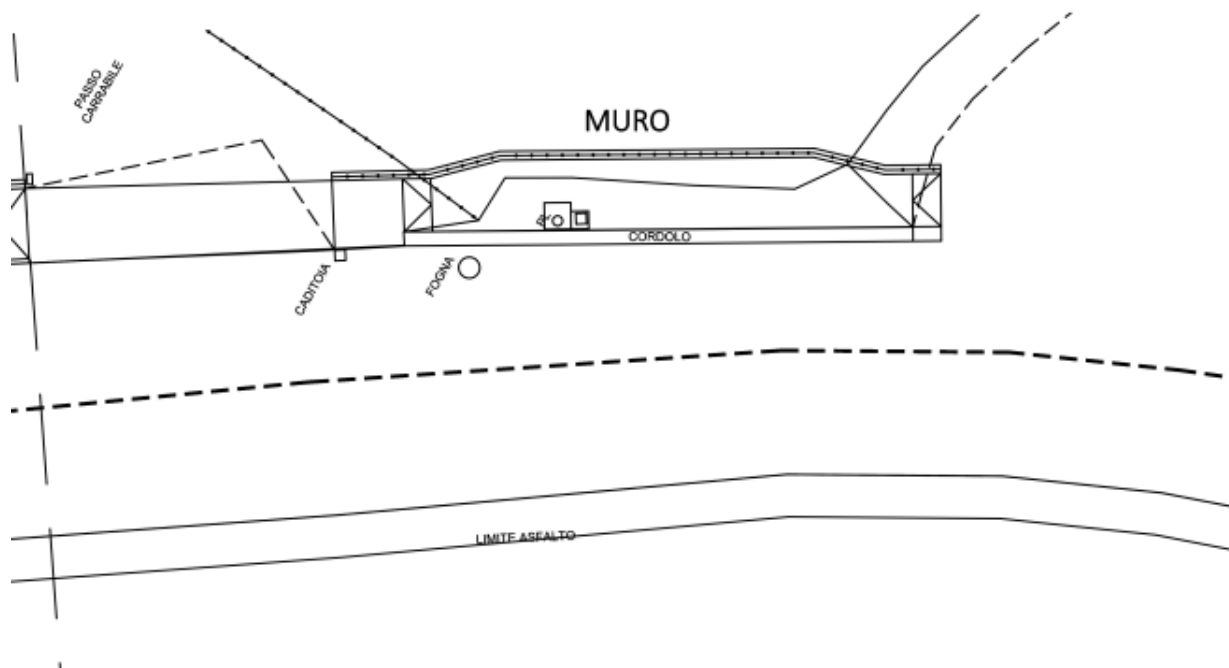


Catasto e Urbanizzazione

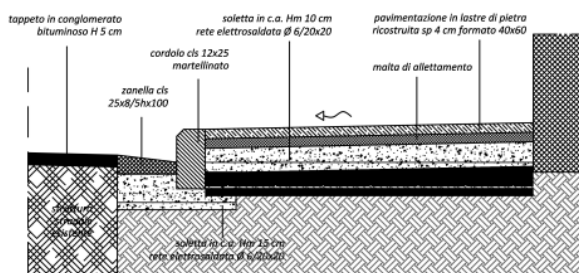


Il progetto, a firma dell'Ing. Elena Barba, prevede la realizzazione di un muro di contenimento necessario all'allargamento della sede stradale e necessario alla realizzazione di un passaggio pedonale, come da stralci progettuali di seguito riportati.

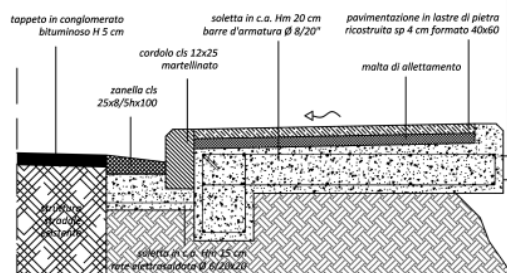
LOTTO 2



DETTAGLIO TIPO 1: progetto rifacimento marciapiede
 Scala 1:20



DETTAGLIO TIPO 2: progetto ampliamento marciapiede
 Scala 1:20



Stralci progettuali



2 VINCOLISTICA

2.1 Quadro normativo di riferimento

La presente relazione costituisce l'adempimento finale dell'incarico, allo scopo di consentire una valutazione della fattibilità geologica del progetto in esame oltre a fornire indicazioni per la scelta delle soluzioni progettuali, ed è redatta in ottemperanza alle seguenti norme:

Quadro normativo nazionale

- **R.D.L. 30 Dicembre 1923 n. 3267** "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- **Legge n. 112 del 3.02.1963** "Disposizioni per la tutela del titolo e della professione di geologo".
- **Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri 20.3.2003 n. 3274** "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" e successive modifiche ed integrazioni.
- **D.Lgs. n. 152 del 3 Aprile 2006** "Norme in materia ambientale"
- **Decreto Ministeriale n. 294 del 25.10.2016** "Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183"
- **Decreto Ministeriale 17.01.2018** "Norme Tecniche per le costruzioni".

Quadro normativo regionale

- **L.R. n. 39 del 21.03.2000** "Legge Forestale della Toscana" e succ. modif..
- **L.R. n. 65 del 10.11.2014** "Norme per il Governo del Territorio".
- **D.P.G.R. 48R del 08.08.2003** "Regolamento Forestale".
- **D.P.G.R. 1R del 29.01.22** "Regolamento di attuazione dell'articolo 181 della legge regionale 10 novembre 2014, n. 65 (Norme per il governo del territorio). Disciplina sulle modalità di svolgimento dell'attività di vigilanza e verifica delle opere e delle costruzioni in zone soggette a rischio sismico."..
- **D.P.G.R. 5R del 03.01.2020** "Regolamento di attuazione dell'art. 104 della legge



regionale 10 novembre 2014, n.65 (Norme per il governo del territorio) contenente disposizioni in materia di indagini geologiche, idrogeologiche e sismiche".

- **D.G.R. n. 878 dell'08 ottobre 2012** "Aggiornamento della classificazione sismica regionale in attuazione dell'O.P.C.M. 3519/2006 ed ai sensi del D.M. 14/01/2008" come modificata dalla **D.G.R. n. 421/2014**.

Quadro normativo comunale

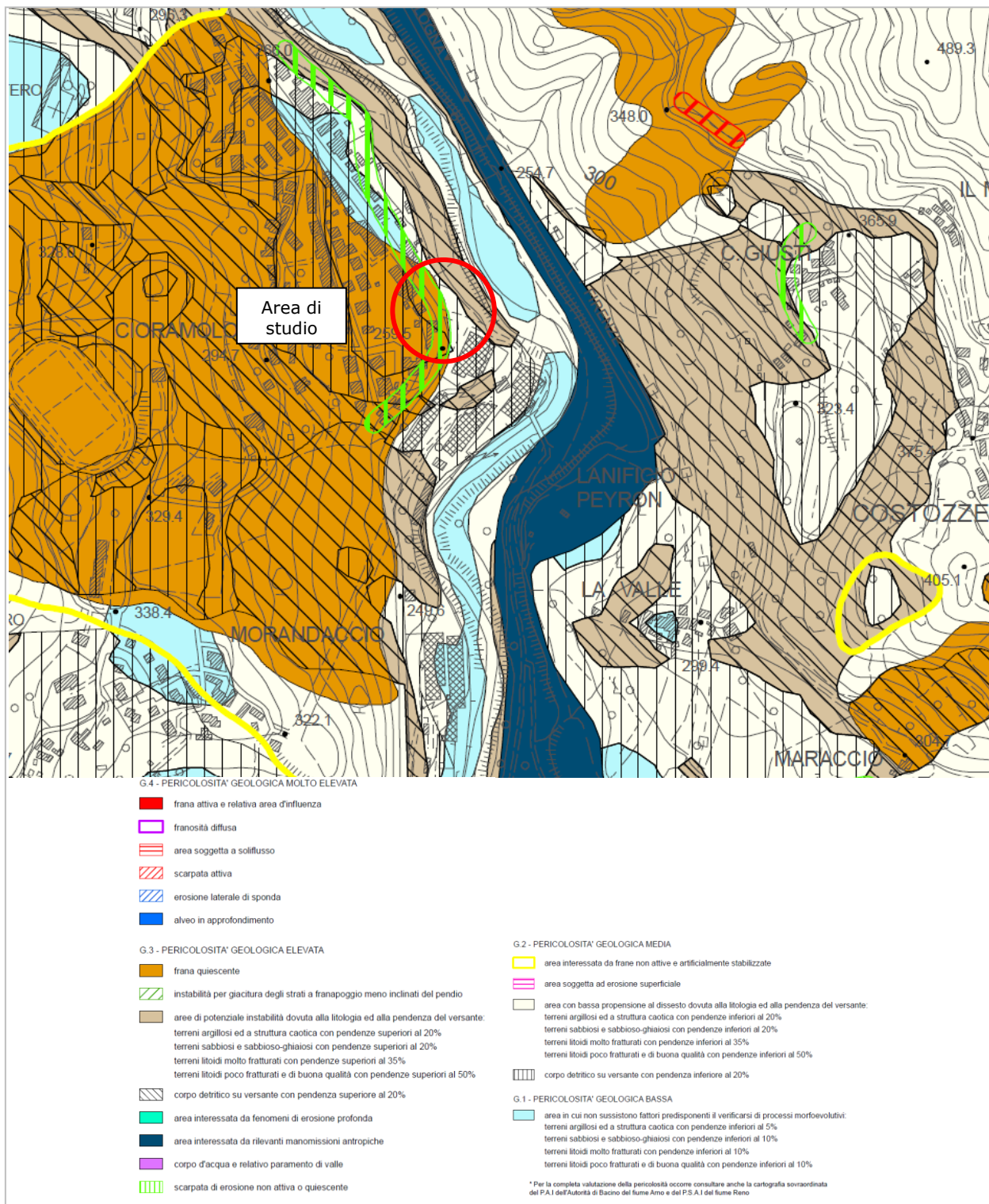
- **Piano strutturale** e relative Norme Tecniche di Attuazione.
- **Regolamento edilizio ed urbanistico**.

2.2 Analisi cartografia di pericolosità di Piano Strutturale

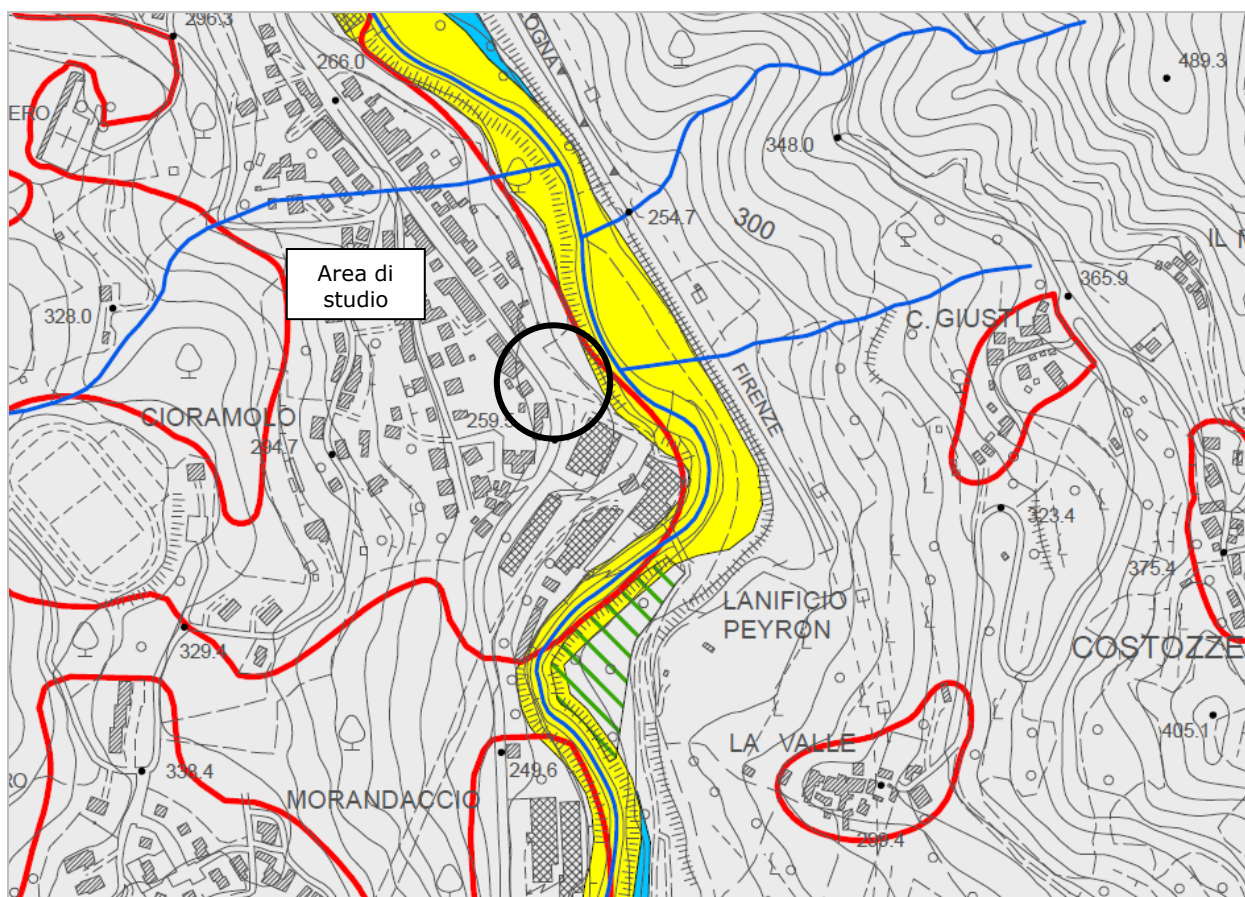
La classificazione di Pericolosità, allegata al Piano Strutturale, pone l'area nelle seguenti classi:

- pericolosità geologica - classe G3 (pericolosità elevata);
- pericolosità idraulica - non cartografata;
- pericolosità sismica - classe S3 (pericolosità elevata)

La classe di pericolosità geologica viene individuata nella G3 in quanto viene rilevata una frana quiescente e l'adiacenza ad una scarpata di erosione non attiva o quiescente e la presenza di un corpo detritico con pendenza inferiore al 20% in continuità con area potenzialmente instabile dovuti alla litologia e alla pendenza del versante con pendenza superiore al 20%; non è cartografato nessun elemento che indichi pericolosità idraulica; la pericolosità sismica viene individuata nella classe S3 in quanto zona suscettibile di instabilità del versante per la presenza del corpo di frana quiescente.



Estratto da carta di pericolosità geologica allegata RU (tav. P02SUD-2014) – scala 1:10000



Perimetrazioni ottenute con uno studio idraulico di dettaglio effettuato sui corsi d'acqua: Rio Meo, T.Fiumenta, Rio Fobbio, F.sso del Fondatoio e T.Setta

(I.4) Pericolosità idraulica molto elevata (T_r =tempo di ritorno) *

aree interessate da allagamenti per eventi di piena con $T_r < 30$ anni

(I.3) Pericolosità idraulica elevata

aree interessate da allagamenti con T_r compreso tra 30 e 200 anni

(I.2) Pericolosità idraulica media

aree interessate da allagamenti con T_r compreso tra 200 e 500 anni

(I.1) Pericolosità idraulica bassa

aree collinari e morfologicamente rialzate

ambito di riferimento dello studio idrologico-idraulico di dettaglio

aree potenzialmente interessate da previsioni urbanistiche e infrastrutturali

reticolo idrografico delle acque pubbliche (art.26 del PTC)

Perimetrazioni ottenute dal P.A.I. (D.P.C.M.06.05.2005) - livello di dettaglio

(I.4) Pericolosità idraulica molto elevata *

aree interessate da allagamenti per eventi di piena con $T_r < 30$ anni (P.I.4 e P.I.3)

(I.3) Pericolosità idraulica elevata

aree interessate da allagamenti con T_r compreso tra 30 e 200 anni (P.I.2)

(I.2) Pericolosità idraulica media

aree interessate da allagamenti con T_r compreso tra 200 e 500 anni (P.I.1)

Piano di Bacino "Stralcio Rischio Idraulico" (D.P.C.M.05.11.1999)

Interventi strutturali di tipo "B"

casce d'esondazione

serbatoi di laminazione

P.S.A.I. Autorità di Bacino del Fiume Reno (Del.C.R.T.n. 114 del 21 settembre 2004)

ambito di riferimento del P.S.A.I.

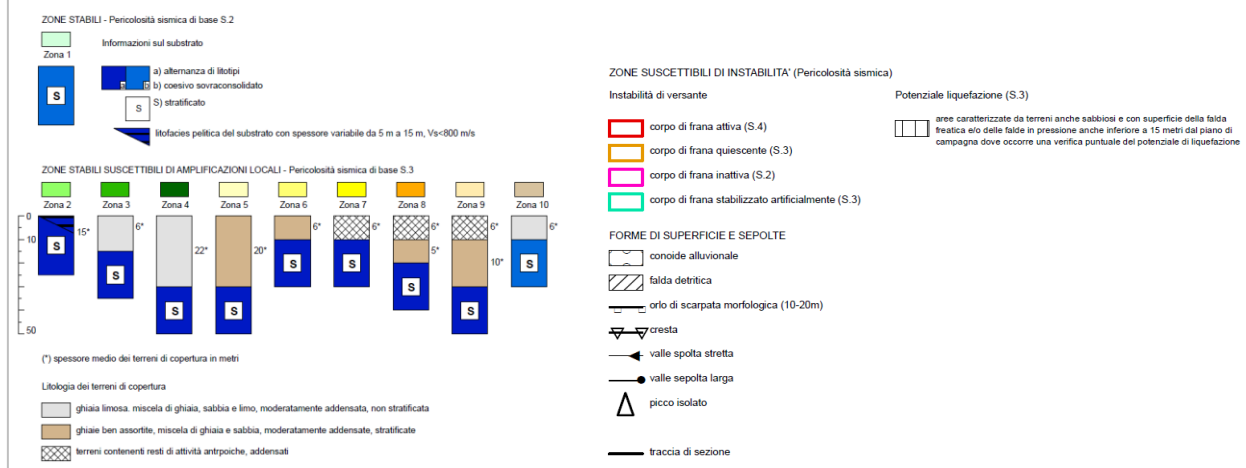
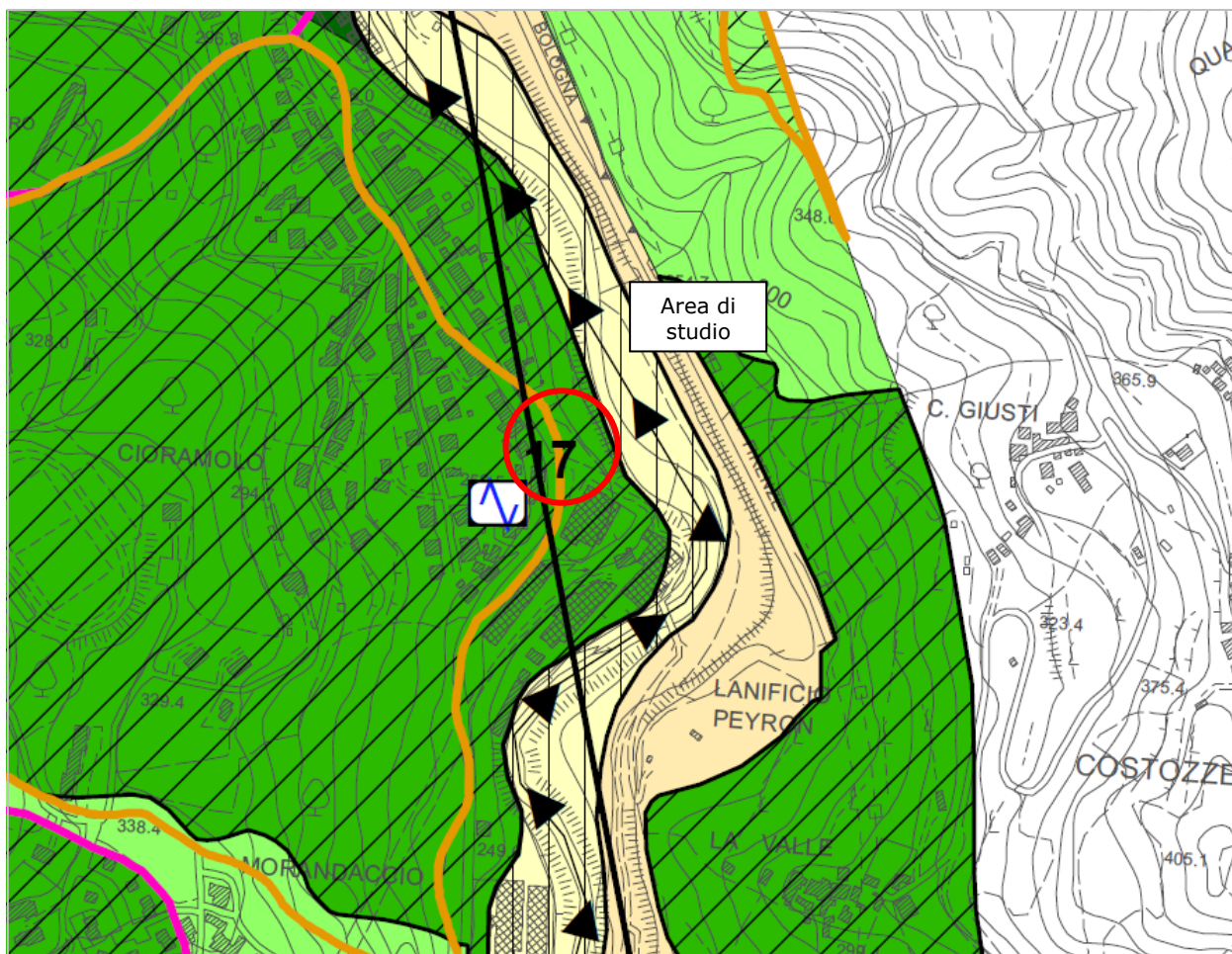
asse del reticolo idrografico principale non zonizzato (art.15)

alveo attivo zonizzato del reticolo principale e secondario (art.15)

(P.F.M) fascia di pertinenza fluviale in aree montane (c.11 dell'art.18)

* per queste aree si applicano anche le disposizioni di cui alla LR n.21/12

Estratto da carta di pericolosità idraulica allegata RU (tav. P03SUD-2013) scala 1:10000

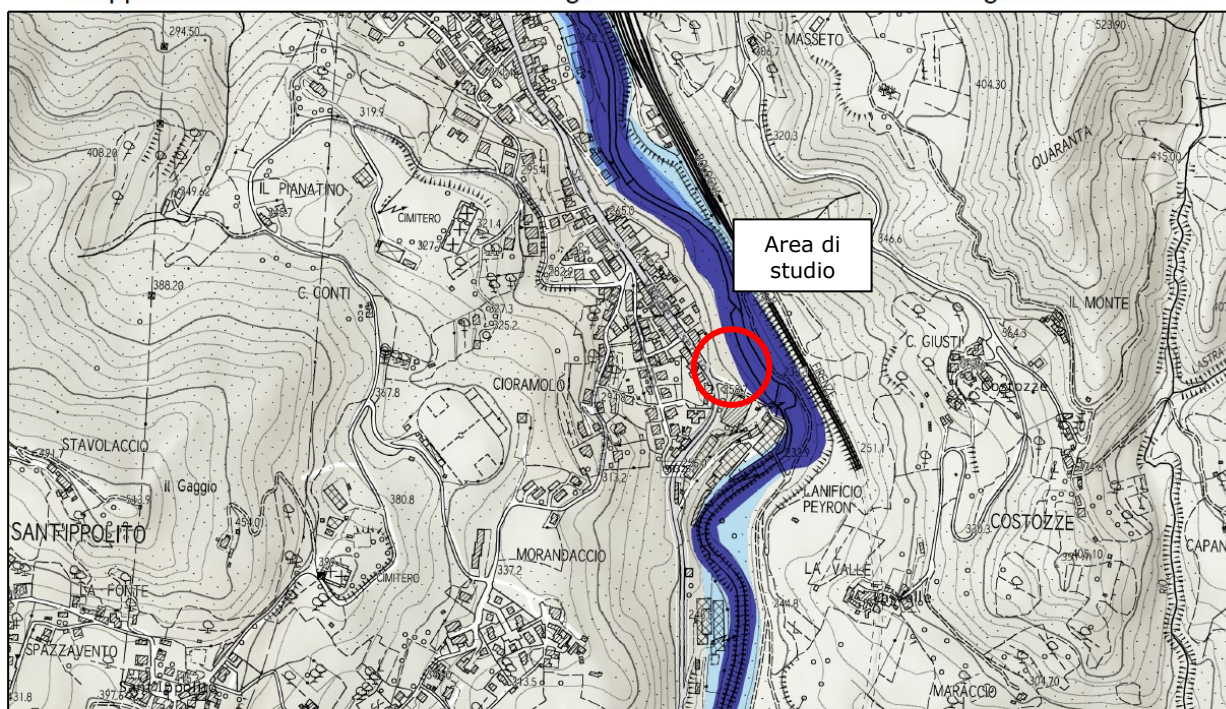


Estratto da Carta della pericolosità sismica allegata RU (tav. P04SUD – 2014) - scala 1:10000

2.3 Analisi cartografia Autorità di Bacino

Per la definizione del rischio idrogeologico, si è fatto riferimento al Piano di Bacino dell'Appennino Settentrionale, PGRA, dove l'area non è classificata fra le aree a pericolosità da alluvione.

Mapa della Pericolosità da alluvione Vigente - UoM Arno ed ex bacini regionali toscani



27/10/2021, 12:21:42

— Reticolo principale PGRA nel Distretto

Pericolosità PGRA - Dominio Fluviale

PI1

PI2

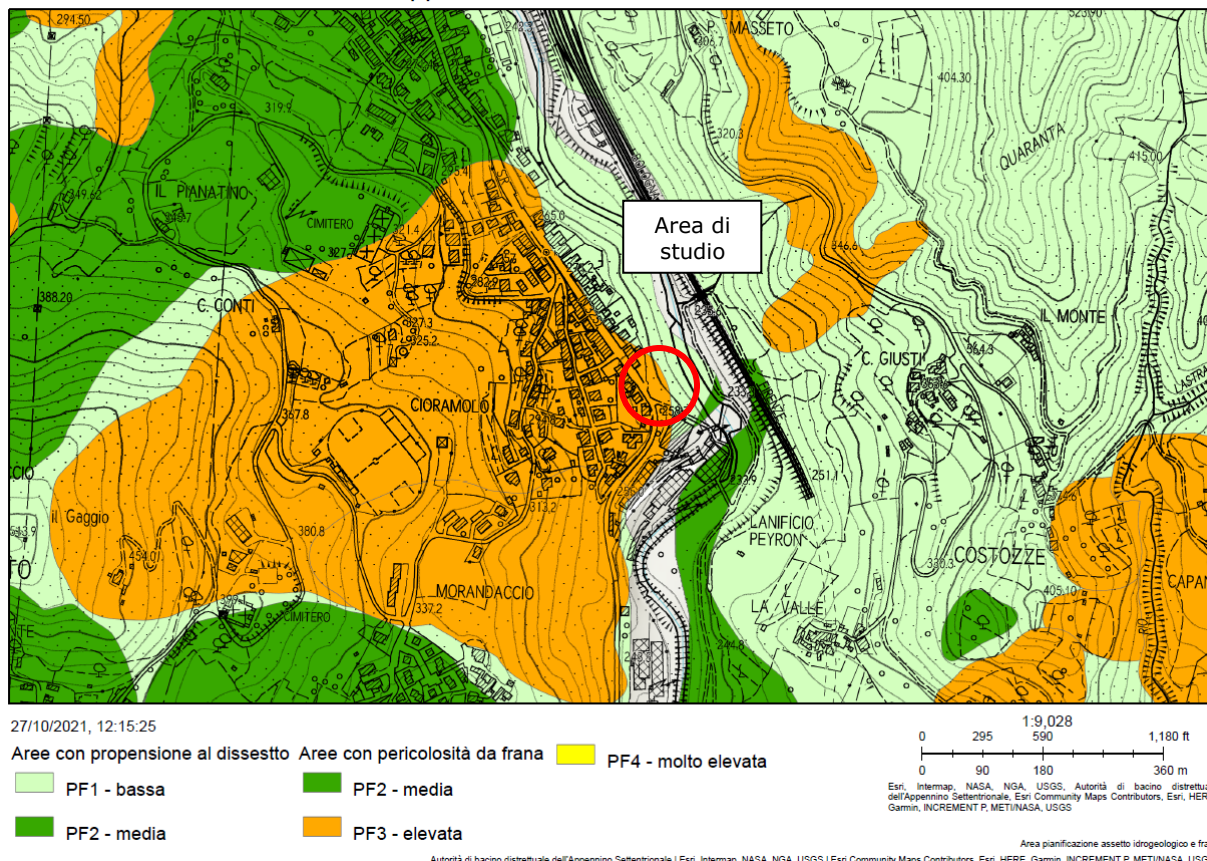
PI3

0 330 660 1,320 ft
0 100 200 400 m
Esri, Intermap, NASA, NGA, USGS, Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale, Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS

AdB Distretto Appennino Settentrionale
Esri, Intermap, NASA, NGA, USGS | Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Settentrionale | Esri Community Maps Contributors, Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, METI/NASA, USGS |

Per quanto riguarda la classificazione della pericolosità da frana e da processi geomorfologici di versante nella cartografia, estratta dal portale geodata.appenninosettentrionale, l'area ricade, in classe PF3 (pericolosità elevata) definita per "pericolosità indotta da fenomeni franosi attivi o da fenomeni franosi inattivi che presentano segni di potenziale instabilità (frane quiescenti) causa potenziale di rischio elevato".

Mappa "PAI frane nel bacino dell'Arno"



Estratto da carta PAI Frane - Autorità di Bacino Appennino Settentrionale

Nella cartografia del Progetto PAI – dissesti geomorfologici, l'area è classificata P3a (pericolosità elevata): "aree non interessate da fenomeni di dissesto attivi ma in cui sono presenti indicatori geomorfologici diretti, quali aree interessate da instabilità in passato e/o segni precursori o premonitori di movimenti gravitativi, sulla base dei quali non è possibile escludere la riattivazione dei dissesti"; le indicazioni degli interventi consentiti sono indicate all'articolo 9 della Disciplina di Piano.



3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO, GEOMORFOLOGICO ED IDROGEOLOGICO

L'area oggetto dell'intervento si trova nel comune di Vernio (PO), in località Molino Nuovo, in zona collinare nella valle del fiume Bisenzio, ad una quota di 258 m s.l.m..

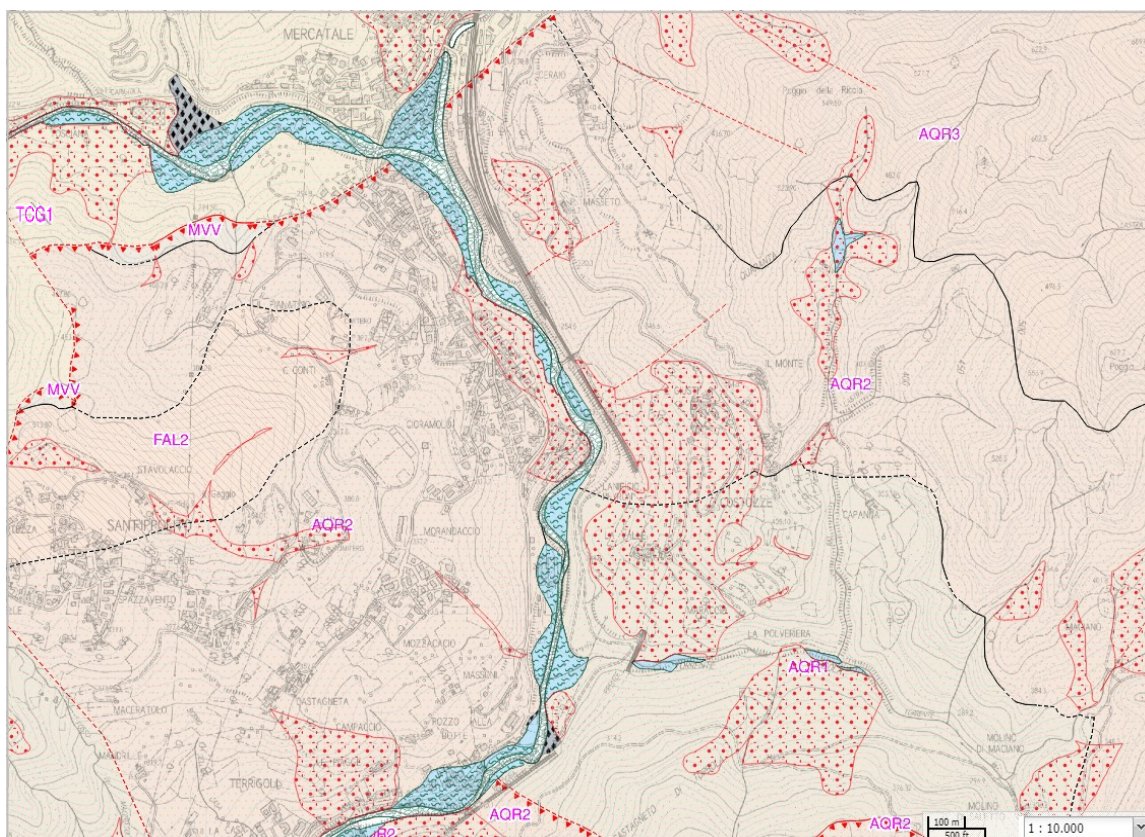
Dal punto di vista geologico, l'area fa parte dell'Appennino Settentrionale, una catena montuosa formatasi a partire dal Cretaceo Superiore in seguito all'instaurarsi di un regime tettonico compressivo che porta varie Unità tettoniche ad impilarsi le une sulle altre. A questa fase ne è seguita un'altra, a partire dal Miocene Superiore, caratterizzata da attività tettonica distensiva che ha portato alla formazione di una serie di depressioni tettoniche e dato luogo a bacini lacustri intra montani interamente colmati da sedimenti ascrivibili al Quaternario.

Nell'area d'indagine, la cartografia consultata, progetto CARG, riporta la presenza di deposito di versante soprastante l'Unità tettonica Cervarola. Essa è costituita dal basso verso l'alto da depositi marnosi emipelagici (Marne Varicolori di Villore, MVV) di età oligo-miocenica cui seguono i depositi torbidity miocenici di avanfossa. Questi ultimi sono qui distinti in formazioni che sono presenti in zona in due formazioni: Acquerino (AQR) e formazione del Torrente Carigiola (TCG); l'area oggetto d'intervento si trova sopra il "membro pelitico-arenaceo" (AQR2) della formazione dell'Acquerino, caratterizzato da alternanze pelitico-arenacee in strati gradati i cui spessori ed il rapporto A/P diminuiscono verso l'alto. Verso l'alto è localmente presente un livello di *slump* spesso qualche metro.

Dal punto di vista geomorfologico la cartografia consultata mostra che l'area di indagine è soggetta all'azione della gravità in relazione alla pendenza del sistema collinare e alle litologie presenti. E' presente, infatti, una frana quiescente adiacente ad una scarpata di erosione non attiva o quiescente e la presenza di un corpo detritico con pendenza inferiore al 20%.

Da segnalare nelle aree circostanti la presenza di dissesti legati ad attività antropica per l'esistenza di infrastrutture costruite su terreni di riporto non sufficientemente compattati e/o consolidati.

Dal punto di vista idraulico l'area non è soggetta all'azione delle dinamiche fluviali.



CTR 1:10.000 black

Depositi Superficiali da Geomorfologia

-  Deposito di versante
-  Deposito alluvionale Attivo Ghiaie
-  Deposito alluvionale Inattivo Indeterminata
-  Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici
-  Discarica di rifiuti

Limite geologico

- contatto stratigrafico e/o litologico - certo
- - - - - contatto stratigrafico e/o litologico - fittizio
- - - - - contatto stratigrafico e/o litologico - sepolto
- - - - - faglia - incerto
-  sovrascorrimento principale - certo
-  sovrascorrimento principale - fittizio
-  sovrascorrimento principale - incerto
-  sovrascorrimento principale - sepolto

Unità geologica areale

-  AQR1 - Formazione dell'Acquerino: Membro arenaceo-pelitico CHATTIANO - BURDIGALIANO
-  AQR2 - Formazione dell'Acquerino: Membro pelitico-arenaceo CHATTIANO - BURDIGALIANO
-  AQR3 - Formazione dell'Acquerino: Membro pelitico CHATTIANO - BURDIGALIANO
-  FAL2 - Arenarie del Falterona: Membro di Camaldoli AQUITANIANO - BURDIGALIANO
-  MVV - Marne varicolori di Villore RUPELIANO - AQUITANIANO
-  TCG1 - Formazione del Torrente Carigiola: Membro a megastrati arenacei AQUITANIANO p.p.

Estratto da carta geologica Regione Toscana - scala 1:10000



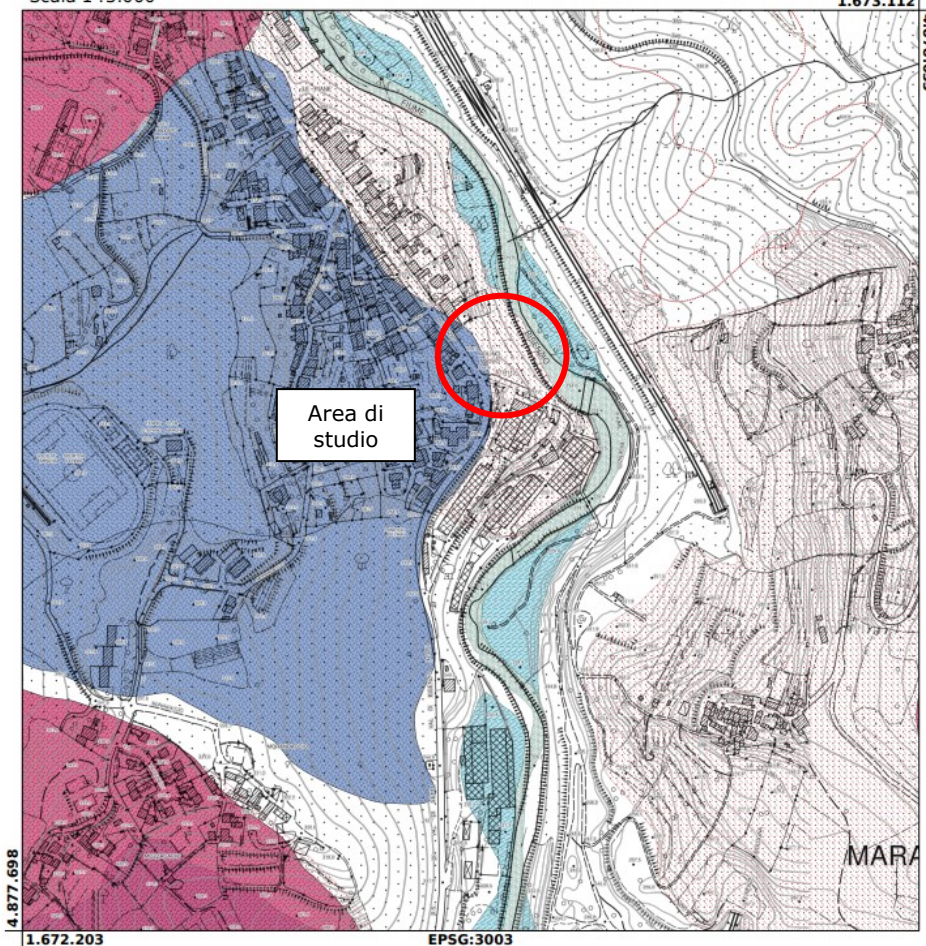
Regione Toscana



Regione Toscana - DB Geomorfologico

Scala 1 : 5.000

1.673.112



FL -Forme Lineari

Orlo di scarpata di erosione selettiva o strutturale-altezza indeterminata

FR - Frane

Quiescente - Scorrimento (velocita' indeterminata)

Stabilizzata, artificialmente o naturalmente; frana relitta - Scorrimento (velocita' indeterminata)

FR_aggFI-PO-GR-PI-SI-LI

Quiescente - Scorrimento (velocita' indeterminata)

FD - aree a Franosita' diffusa

Area a franosita' diffusa

DG - Deformazioni Gravitative

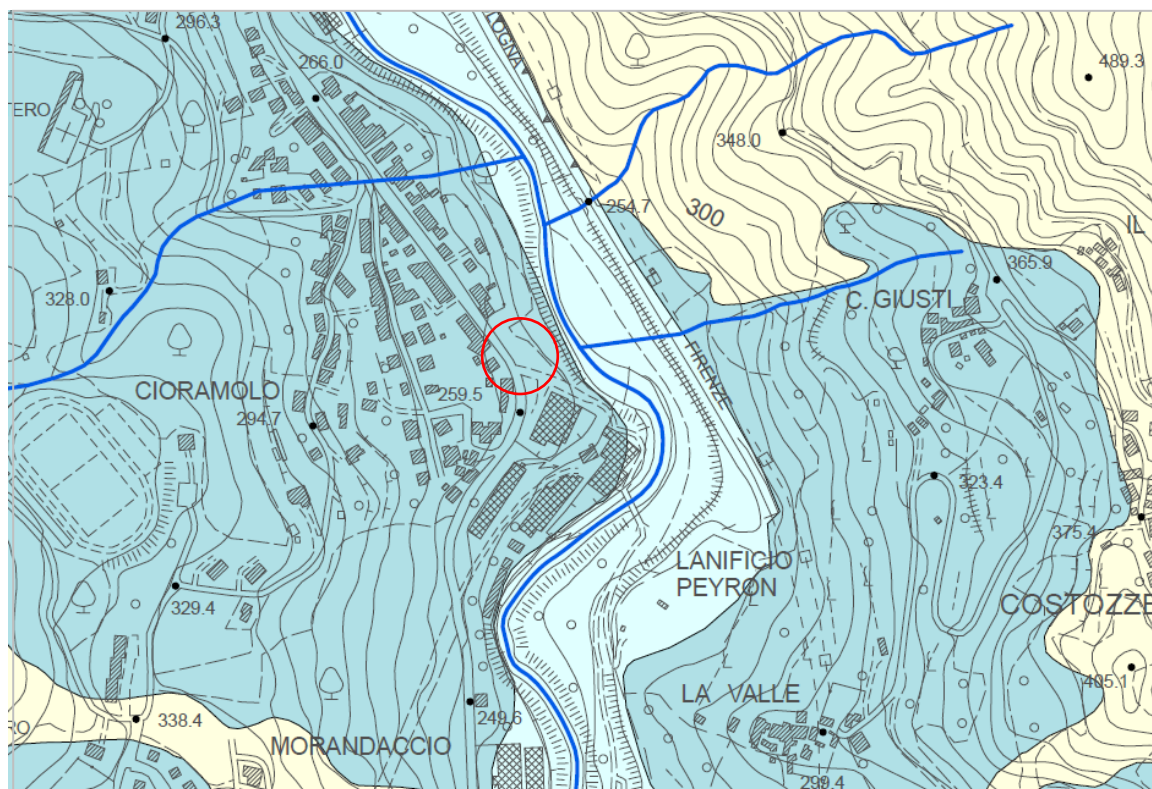
DS - Depositi Superficiali

Deposito di versante

Deposito alluvionale Attivo Ghiaie

Deposito alluvionale Inattivo Limi inorganici

Estratto da carta geomorfologica allegata PS (tavv. T.GEO 03 NW e NE) - scala 1:10000



VULNERABILITA' DELLE ACQUE SOTTERRANEE

Terreni sciolti

- alta
- media
- bassa
- molto bassa

Formazioni lapidee

- media
- bassa
- molto bassa

APPROVVIGIONAMENTO IDRICO DELL'ACQUEDOTTO

- opera di presa superficiale
- presa sorgente galleria
- pozzo
- sorgente
- zona di rispetto dei pozzi e delle sorgenti (D.Lgs.n.152/06)
- area di ricarica delle sorgenti

Estratto da Carta delle problematiche Idrogeologiche allegata RU (tav. P05SUD – 2015) - scala 1:10000

4 PROGRAMMAZIONE DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE

Allo scopo di definire le caratteristiche geotecniche del terreno interessato da tale intervento e la classificazione del sito in funzione delle Vs equivalente (ai sensi del **D.M. 17.01.2018**), il 22 agosto 2022 è stata realizzata un'apposita campagna di indagini che ha visto l'esecuzione di un sondaggio spinto fino a 10 m con 3 prove SPT (a 3m, 6m e a fondo foro 10 m) e di una prova sismica MASW e Re.Mi.

I terreni costituiti da litologie granulari e spesso con componente ghiaiosa non ha consentito il prelievo di campioni indisturbati sui quali eseguire prove di laboratorio geotecnico.

5 MODELLAZIONE GEOLOGICA

5.1 Risultati delle indagini eseguite

L'esecuzione dei sondaggi e delle indagini sismiche, ha consentito di definire la zona dal punto di vista litostratigrafico, così come rappresentata nella sezione litologica di seguito riportata.

	Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	S.P.T. CAMPION.	Descrizione
1	2.5	2.5			Terreni di riporto misti a laterizio
2					
3	2.5	5		5,6,6	Sabbie e ghiaie spigolose con matrice limosa debolmente sciolte
4					
5					
6	2.0	7			Ghiaie con sabbia e limo mediamente addensate
7				11,9,rif	
8	3.0	10			Ghiaie grossolane con debole matrice sabbiosa
9					
10				25,37,rif	

Sezione litostratigrafica derivata dal sondaggio

5.2 Calcolo dei parametri caratteristici

Le nuove Norme Tecniche per le Costruzioni (**D.M. 17.01.2018**) prevedono l'utilizzo nei calcoli dei "valori caratteristici" dei parametri geotecnici che possono essere approssimati ai valori medi ricavati dalle prove svolte quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno che possa compensare le eterogeneità eventualmente presenti o quando la struttura a contatto col terreno presenta rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti.

Le prove hanno permesso di caratterizzare uno spessore di terreno sufficiente per la definizione dei parametri geotecnici del terreno, che sono riportati di seguito. Considerata la conoscenza della zona, visto il tipo di terreno e considerati i valori delle SPT, si è deciso di considerare il materiale a caratteristica prevalente granulare.

	Densità relativa (%)	Angolo d'attrito (°)	Modulo elastico (Young) (Kg/cm ²)	Modulo edometrico (kg/cm ²)	K di Winkler * (Kg/cm ³)
Livello 1 – riporto antropico	-	-	-	-	
Livello 2 – sabbie e ghiaie	11	28.4	247	85	0.8
Livello 3 – ghiaie con sabbia	55	34	350	170	11
Livello 4 - ghiaie	75	45	562	440	35

* Il K di Winkler è stato calcolato alla base di ogni strato considerato

6 MODELLAZIONE SISMICA

6.1 Descrizione dell'intervento da eseguire

Vita nominale V_N (anni):	50
Classe d'uso C_U (I, II, III o IV):	II
Coefficiente d'uso C_u :	1
Periodo di riferimento V_R :	50

6.2 Caratterizzazione sismica del sito

L'attuale normativa **D.M. 17.01.2018** "Norme tecniche per le costruzioni" riprende la classificazione del territorio nazionale contenuta nell'**O.P.C.M. n. 3274 del 20 Marzo 2003**.

Con l'introduzione dell'O.P.C.M. 3274/2003 (e succ. modif.) sono stati rivisti i criteri per l'individuazione delle zone sismiche e sono state definite le nuove norme tecniche per la progettazione.

In base alla nuova normativa, tutto il territorio nazionale risulta classificato come sismico.

In particolare, l'intero territorio è stato suddiviso in quattro zone sismiche (Allegato A all'Ordinanza "Classificazione sismica dei comuni italiani") con grado di rischio decrescente dalla 1 (sismicità forte) alla 4 (sismicità molto bassa).

Ciascuna zona viene individuata secondo valori di accelerazione del suolo, a_g (i valori di a_g sono espressi come frazione dell'accelerazione di gravità g), con probabilità di superamento del 10% in 50 anni, riferiti a suoli caratterizzati da $V_s > 800$ m/s, secondo lo schema riportato nella tabella seguente.

Zona	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni $[a_g]$	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico $[a_g]$
1	$0.25 < a_g \leq 0.35 g$	0,35

2	$0.15 < a_g \leq 0.25 \text{ g}$	0,25
3	$0.05 < a_g \leq 0.15 \text{ g}$	0,15
4	$\leq 0.05 \text{ g}$	0,05

La nuova classificazione sismica del territorio nazionale, riportata nell'ordinanza sopra citata, risulta valida fino alle successive deliberazioni delle regioni.

Il Comune di Reggello, in base alla **delibera G.R.T. n. 878/2012**, come modificata dalla **delibera G.R.T. n. 421/2014**, è stato inserito in Zona 3 (alla quale viene attribuita una accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A pari a 0.15g).

6.3 Categoria di sottosuolo e condizioni topografiche

I valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), è definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove h_i e V_{si} indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio nell'i-esimo strato; N è il numero degli strati e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da Vs non inferiori a 800 m/s.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo H=30 m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

La nuova normativa italiana (D.M. 17.01.2018), che sostituisce il D.M 14.01.2008, coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_s superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{Seq} compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{Seq} compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{Seq} compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, si ottiene un valore delle $V_{s,eq} = 579 \text{ m/s}$, quindi è valida la **Classe B**.

La classe topografica considerata è la **T2**.

6.4 Calcolo parametri e coefficienti sismici sito-specifici

Con l'entrata in vigore del **D.M. 14.01.2008**, Norme Tecniche per le Costruzioni, e confermata con il **DM 17.01.18**, la stima della pericolosità sismica (intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido) viene definita mediante un approccio "sito dipendente".

I caratteri del moto sismico (forme spettrali) su sito di riferimento rigido orizzontale sono descritti in funzione di tre parametri spettrali: a_g (accelerazione orizzontale massima del terreno), F_o (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale) e T_c^* (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale).

Secondo quanto riportato nell'Allegato A del D.M. 14.01.2008 la stima di tali parametri, necessari per la definizione dell'azione sismica di progetto, viene effettuata calcolandoli

direttamente per il sito in esame. Come riferimento si utilizzano le informazioni disponibili per il reticolo di riferimento (come riportato nell'All. B del Decreto. A tali allegati si riferisce il DM 17.01.18.

Per un qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi del reticolo di riferimento, i valori dei parametri di interesse (a_g , F_o , T_c^*) possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame, utilizzando come pesi gli inversi delle distanze tra il punto in questione ed i quattro vertici.

Di seguito, si riportano i nodi del reticolo di riferimento più vicini alla zona in questione, utilizzati per il calcolo dei parametri sismici.

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

☒ Ricerca per coordinate

☐ Ricerca per comune

LONGITUDINE

LATITUDINE

REGIONE

PROVINCIA

COMUNE

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

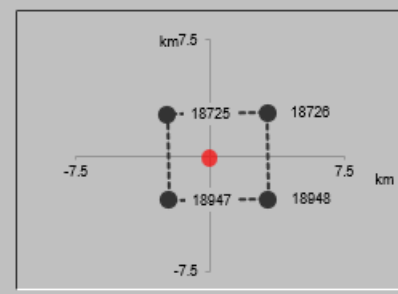
- ☐ Sito esterno al reticolo
- ☐ Interpolazione su 3 nodi
- ☒ Interpolazione corretta

Interpolazione

media ponderata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Nodi del reticolo intorno al sito



INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N 50 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U 1 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R 50 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE { SLO - $P_{VR} = 81\%$ 30
SLD - $P_{VR} = 63\%$ 50

Stati limite ultimi - SLU { SLV - $P_{VR} = 10\%$ 475
SLC - $P_{VR} = 5\%$ 975

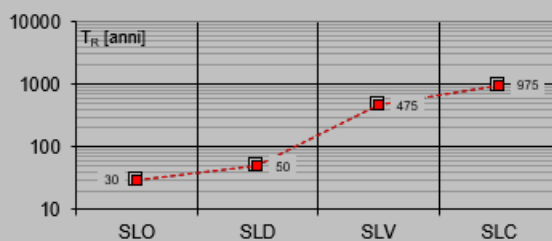
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

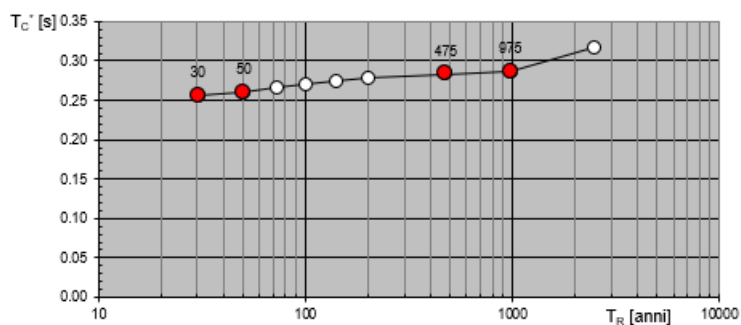
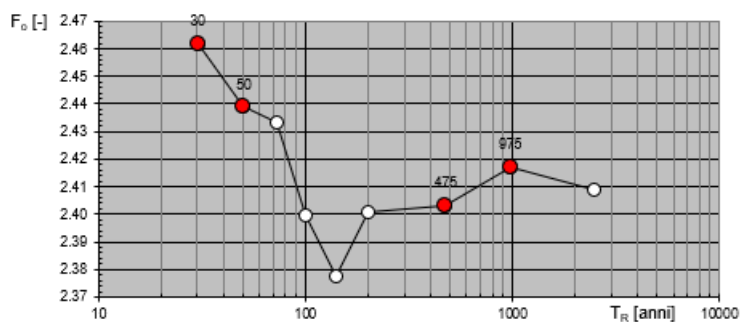
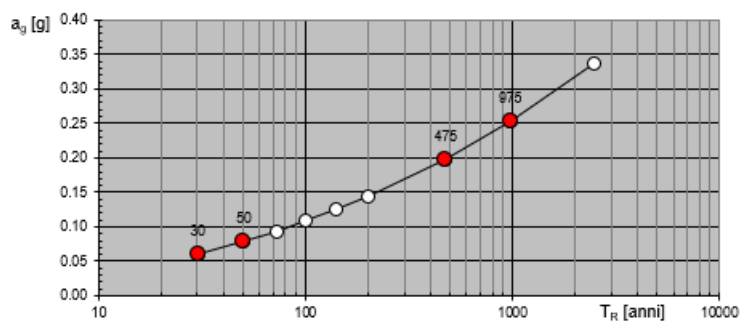
---■--- Strategia scelta

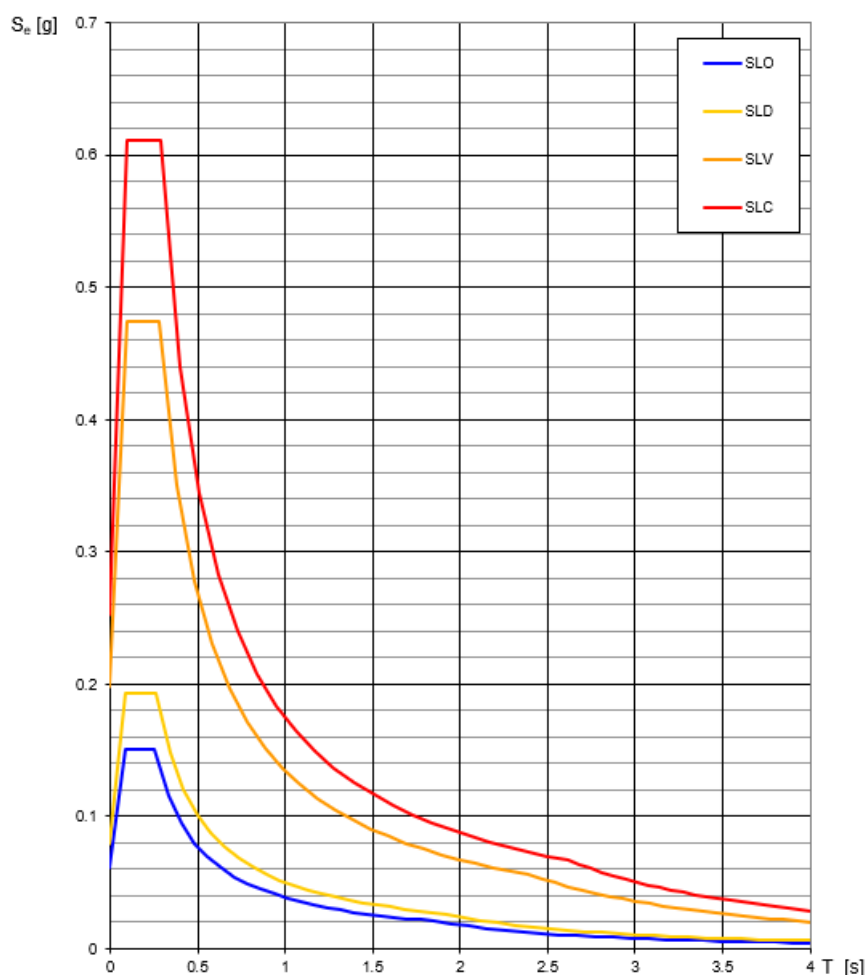
INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Valori di progetto dei parametri a_g , F_o , T_C^* in funzione del periodo di ritorno


Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite

Valori dei parametri a_g , F_o , T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno SL

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	30	0.061	2.462	0.256
SLD	50	0.079	2.439	0.261
SLV	475	0.197	2.403	0.284
SLC	975	0.253	2.417	0.286

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato

SLV

info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo

B

info

 $S_B =$

1.200

 $C_C =$

1.415

info

Categoria topografica

T2

info

 $h/H =$

0.000

 $S_T =$

1.000

info

(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

☐ Spettro di progetto elastico (SLE)

Smorzamento ξ (%)

5

 $\eta =$

1.000

info

☒ Spettro di progetto inelastico (SLU)

Fattore q_0

1

Regol. in altezza

sì

info

Compon. verticale

Spettro di progetto

Fattore q

1.5

 $\eta =$

0.667

info

Elaborazioni

Grafici spettri di risposta

Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta

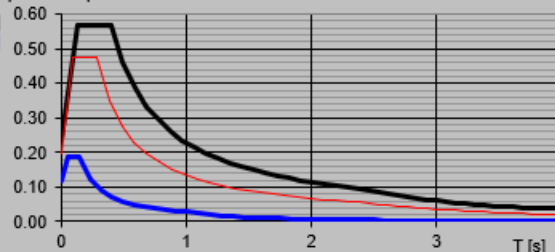
 $S_{d,o}$ [g]

 $S_{d,v}$ [g]

 S_a [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

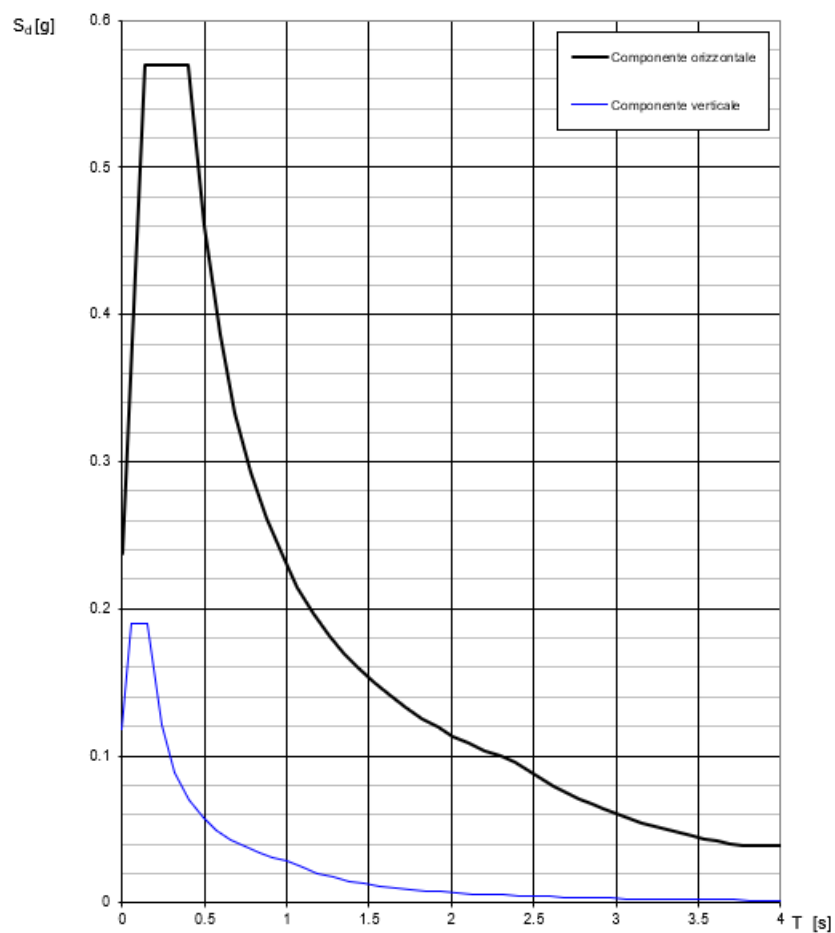
— Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)


INTRO

FASE 1

FASE 2

FASE 3

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lin SLV


Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limBLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.197 g
F_0	2.403
T_C	0.284 s
S_S	1.200
C_C	1.415
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.200
η	1.000
T_B	0.134 s
T_C	0.401 s
T_D	2.390 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(S + \xi)} \geq 0.55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.237
0.134	0.569
0.401	0.569
0.496	0.461
0.591	0.387
0.685	0.333
0.780	0.293
0.875	0.261
0.970	0.236
1.064	0.215
1.159	0.197
1.254	0.182
1.348	0.170
1.443	0.158
1.538	0.149
1.632	0.140
1.727	0.132
1.822	0.125
1.916	0.119
2.011	0.114
2.106	0.109
2.200	0.104
2.295	0.100
2.390	0.096
2.467	0.090
2.543	0.084
2.620	0.080
2.697	0.075
2.773	0.071
2.850	0.067
2.927	0.064
3.003	0.061
3.080	0.058
3.157	0.055
3.233	0.052
3.310	0.050
3.387	0.048
3.463	0.046
3.540	0.044
3.617	0.042
3.693	0.040
3.770	0.039
3.847	0.039
3.923	0.039
4.000	0.039

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{av}	0.118 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.500
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.441
S	1.000
η	0.667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

Punti dello spettro di risposta

T [s]	Se [g]
0.000	0.118
0.050	0.190
0.150	0.190
0.235	0.121
0.320	0.089
0.405	0.070
0.490	0.058
0.575	0.050
0.660	0.043
0.745	0.038
0.830	0.034
0.915	0.031
1.000	0.028
1.094	0.024
1.188	0.020
1.281	0.017
1.375	0.015
1.469	0.013
1.563	0.012
1.656	0.010
1.750	0.009
1.844	0.008
1.938	0.008
2.031	0.007
2.125	0.006
2.219	0.006
2.313	0.005
2.406	0.005
2.500	0.005
2.594	0.004
2.688	0.004
2.781	0.004
2.875	0.003
2.969	0.003
3.063	0.003
3.156	0.003
3.250	0.003
3.344	0.003
3.438	0.002
3.531	0.002
3.625	0.002
3.719	0.002
3.813	0.002
3.906	0.002
4.000	0.002



7 CALCOLO DELLA STABILITA' DEL VERSANTE

La valutazione della stabilità del versante verrà trattata nella relazione geotecnica a firma dell'Ing. Elena Barba, una volta definito il tipo di fondazione del muro in oggetto.

8 CONCLUSIONI

I risultati dell'indagine geognostica hanno consentito la caratterizzazione di una porzione di terreno sufficiente ai fini dell'intervento in questione.

Lo studio effettuato ha consentito di caratterizzare i terreni di fondazione oggetto del presente lavoro.

Borgo San Lorenzo, 29/08/22

Tecnico incaricato
Dott. Geol. Guglielmo Braccesi

MASW – Re.Mi.

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) è classificabile come tecnica di indagine sismica simile alla sismica a rifrazione e alla sismica a riflessione, perché il principio alla base della prova sperimentale in sito è analogo e consiste nel misurare le onde superficiali sul suolo. Rispetto alla sismica a rifrazione il metodo MASW presenta i vantaggi di superare i problemi legati alla presenza di strati soffici compresi tra strati più rigidi o di strati più rigidi compresi tra strati più soffici; o nel caso di sismica a rifrazione con onde P alla presenza della falda superficiale, che nasconde gli strati di terreno con velocità delle onde P inferiore alla velocità delle onde nell'acqua.

Il metodo MASW consente di individuare il profilo di velocità Vs anche in presenza di contrasti di rigidezza tra gli strati del suolo. La presenza della falda è modellata assegnando un valore del coefficiente di Poisson prossimo a 0.5, tra 0.4 e 0.5, in funzione del grado di saturazione. I fondamenti teorici del metodo MASW fanno riferimento ad un semispazio stratificato con strati paralleli e orizzontali quindi una limitazione alla sua applicabilità potrebbe essere rappresentata dalla presenza di pendenze significative superiori a 20°. Nella pratica è stato osservato che, se si esegue la prova con lo stendimento dei sensori lungo la direzione di massima pendenza, la presenza di forti acclività comporta una traslazione della curva di dispersione sperimentale. Il problema è mitigato disponendo lo stendimento dei sensori lungo una curva di livello in direzione perpendicolare alla direzione di massima pendenza.

Il metodo MASW è una tecnica di indagine non invasiva che individua il profilo di velocità delle onde di taglio verticali Vs basandosi sulla misura delle onde superficiali fatta in corrispondenza di diversi sensori posti sulla superficie del suolo. Il contributo predominante alle onde superficiali è dato dalle onde di Rayleigh, che viaggiano con una velocità correlata alla rigidezza della porzione di terreno interessata dalla propagazione delle onde.



In un mezzo stratificato, le onde di Rayleigh sono dispersive, cioè la velocità di fase (o di gruppo) apparente dipende dalla frequenza di propagazione. La natura dispersiva delle onde superficiali è correlabile al fatto che onde ad alta frequenza con lunghezza d'onda corta si propagano negli strati più superficiali e quindi danno informazioni sulla parte più superficiale del suolo invece onde a bassa frequenza si propagano negli strati più profondi e quindi interessano gli strati più profondi del suolo.

Il metodo di indagine MASW si distingue in metodo attivo e metodo passivo (REMI), o in una combinazione di entrambi. Nel metodo attivo le onde superficiali generate in un punto sulla superficie del suolo sono misurate da uno stendimento lineare di sensori. Nel metodo passivo lo stendimento dei sensori può essere sia lineare, sia circolare e si misura il rumore ambientale di fondo esistente.

Il metodo attivo generalmente consente di ottenere una velocità di fase (o curva di dispersione) sperimentale apparente nel range di frequenze compreso tra 5Hz e 70Hz, quindi dà informazioni sulla parte più superficiale del suolo, sui primi 30-50 m, in funzione della rigidità del suolo. Il metodo passivo in genere consente di tracciare una velocità di fase apparente sperimentale compresa tra 0 Hz e 10Hz, quindi dà informazioni sugli strati più profondi del suolo, generalmente al di sotto dei 50 m, in funzione della rigidità del suolo. Dopo aver determinato il profilo di velocità delle onde di taglio verticali V_s è possibile procedere al calcolo della velocità equivalente nei primi 30 m di profondità e quindi individuare la categoria sismica del suolo.

La linea acquisita ha una lunghezza di 22 metri e, per quanto riguarda il metodo attivo, è stata registrata con 2 energizzazioni. La sorgente è costituita da una mazza dal peso di 10 kg battente una piastra metallica adagiata a terra. Per il metodo passivo, che sfrutta il rumore naturale senza bisogno di eseguire energizzazioni, il sismografo è stato lasciato in acquisizione per un periodo di tempo pari a 30 secondi.

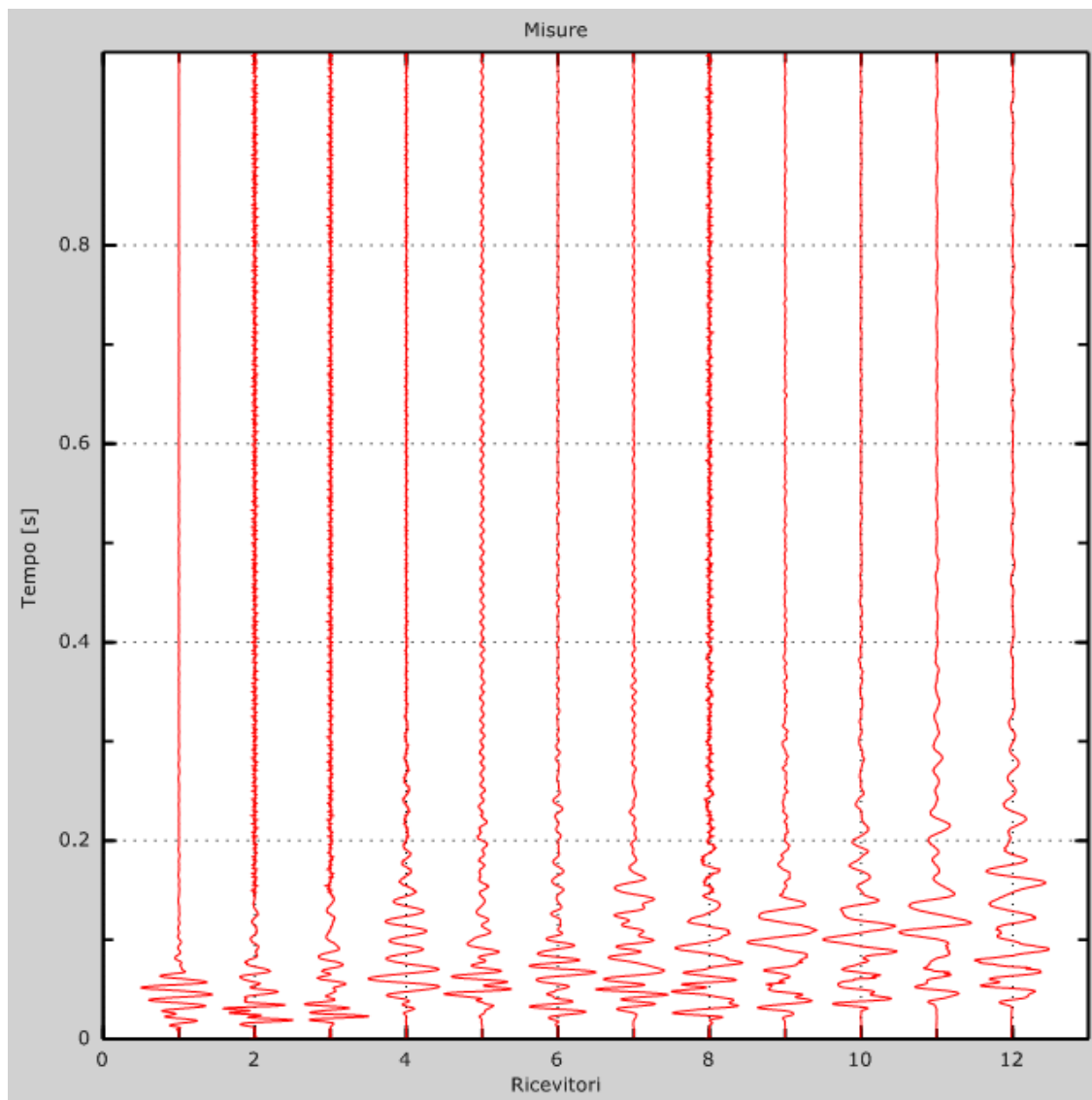
Il sistema di ricezione è costituito da 12 geofoni posizionati ad una distanza intergeofonica pari a 2 metri. Il trigger consiste in un circuito elettrico che viene



chiuso nell'istante in cui il grave colpisce la base di battuta, consentendo ad un condensatore di scaricare la carica precedentemente immagazzinata e la produzione di un impulso che viene inviato a un sensore collegato al sistema di acquisizione dati; in questo modo è possibile individuare e visualizzare l'esatto istante in cui la sorgente viene attivata e parte la sollecitazione dinamica.

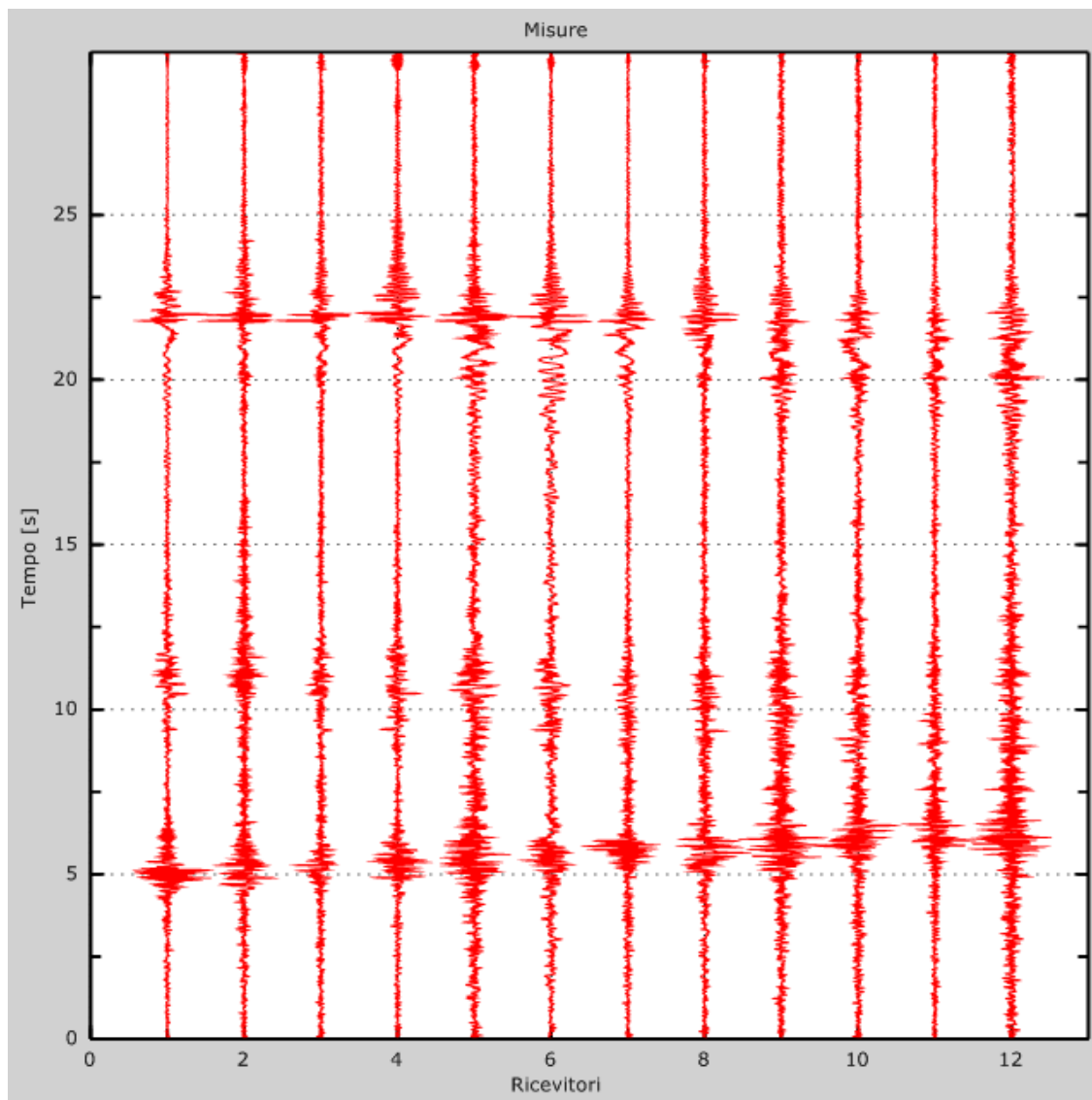
Il sistema di acquisizione dati è un sismografo marca AMBROGEO, modello ECHO 12/24, sistema multicanale (12/24 canali) in grado di registrare su ciascun canale in forma digitale le forme d'onda e di conservarle su memoria di massa dinamica a 16 bit. Esso è collegato a ciascuno dei trasduttori di velocità al trigger e consente quindi di registrare in forma numerica e visualizzare come tracce su un apposito monitor le vibrazioni a partire dall'impulso inviato dal trigger. Di seguito si riportano alcuni stralci dell'elaborazione.

TRACCE SISMICHE METODO ATTIVO



Numero di ricevitori 12
 Distanza tra i sensori: 2m
 Numero di campioni temporali 7651
 Passo temporale di acquisizione 0.13ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 3000ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)

TRACCE SISMICHE METODO PASSIVO



Numero di ricevitori 12
 Numero di campioni temporali 3.26787e-312
 Passo temporale di acquisizione 5.36ms
 Numero di ricevitori usati per l'analisi 12
 L'intervallo considerato per l'analisi comincia a 0ms
 L'intervallo considerato per l'analisi termina a 30000ms
 I ricevitori non sono invertiti (l'ultimo ricevitore è l'ultimo per l'analisi)



PROFILO IN SITO

Numero di strati (escluso semispazio) 9
Spaziatura ricevitori 2m
Numero ricevitori 12
Numero modi 3

Strato 1

h [m] 2
z [m] -2
Vs fin.[m/s] 395

Strato 2

h [m] 3
z [m] -5
Vs fin.[m/s] 401

Strato 3

h [m] 3
z [m] -8
Vs fin.[m/s] 598

Strato 4

h [m] 4
z [m] -12
Vs fin.[m/s] 730

Strato 5

h [m] 4
z [m] -16
Vs fin.[m/s] 629

Strato 6

h [m] 5
z [m] -21
Vs fin.[m/s] 730

Strato 7

h [m] 5
z [m] -26
Vs fin.[m/s] 876

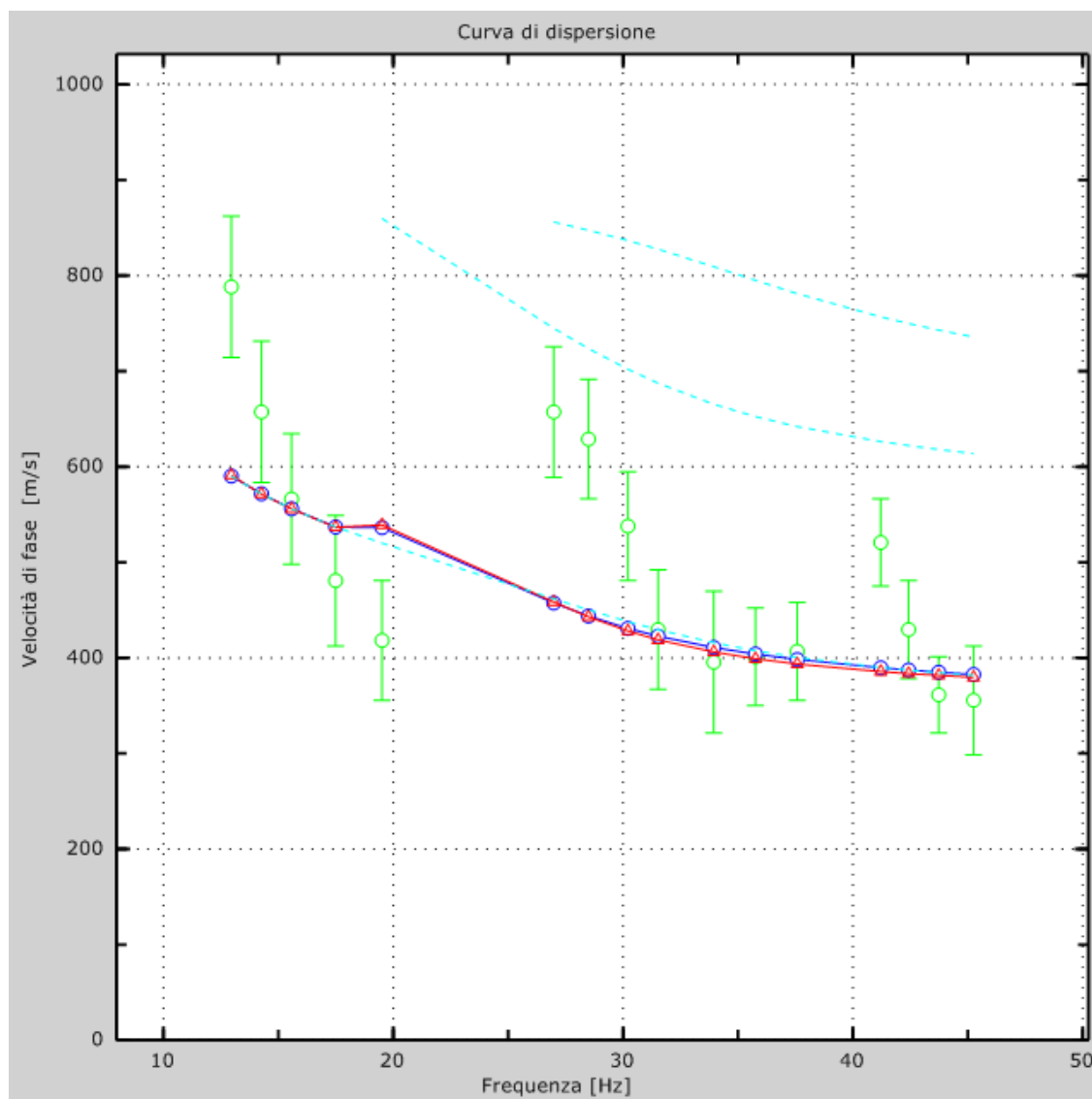
Strato 8

h [m] 6
z [m] -32
Vs fin.[m/s] 876

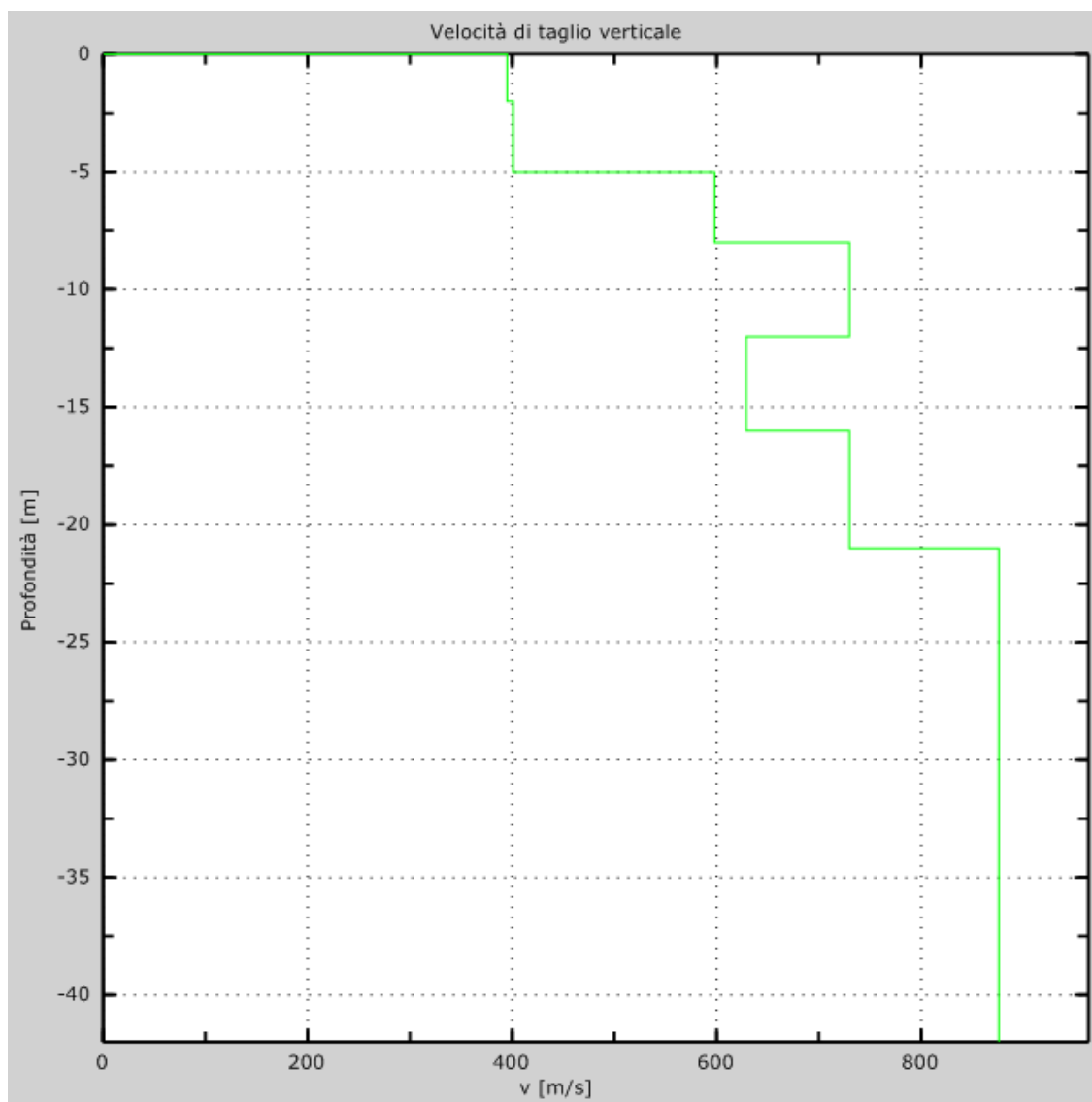
Strato 9

h [m] 0
z [m] -00
Vs fin.[m/s] 876

VELOCITÀ NUMERICHE – PUNTI SPERIMENTALI (VERDE), MODI DI RAYLEIGH (CIANO), CURVA APPARENTE (BLU), CURVA NUMERICA (ROSSO)



PROFILO DI VELOCITÀ DELLE ONDE DI TAGLIO VERTICALI



CALCOLO DELLE $V_{s,eq}$

I valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (in m/s), è definita dall'espressione:

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}}$$

dove h_i e V_{si} indicano lo spessore (in metri) e la velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato; N è il numero degli strati e H è la profondità del substrato, definito come quella formazione costituita da roccia o terreno molto rigido, caratterizzato da V_s non inferiori a 800 m/s. Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità. La nuova normativa italiana (D.M. 17.01.2018), che sostituisce il D.M 14.01.2008, coerentemente con quanto indicato nell'Eurocodice 8, prevede una classificazione del sito in funzione sia della velocità delle onde S nella copertura che dello spessore della stessa. Vengono identificate 5 classi, A, B, C, D e E ad ognuna delle quali è associato uno spettro di risposta elastico. Lo schema indicativo di riferimento per la determinazione della classe del sito è il seguente:

Classe	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di V_s superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> , caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 360 m/s e 800 m/s
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{seq} compresi tra 100 e 180 m/s.
E	<i>Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D</i> , con profondità del substrato non superiore a 30 m.



INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO					REV.	FOGLIO
C	DOCUMENTI	2021	150	21	001	1
						<u>41</u>

Considerando le velocità degli strati e gli spessori rilevati, si ottiene dal piano di campagna, un valore della **$V_{s,eq}$ 579 m/s**.

SONDAGGI

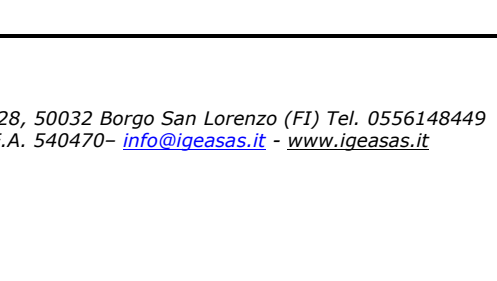


IGeA sas
Via Sagginalese 126-128
50032 Borgo San Lorenzo (FI)

Committente: Città Metropolitana di Firenze
Località: S.R. 325 di Val di Setta e Val di
Bisenzio nel comune di Vernio

Data inizio/fine: 22/08/2022
Attrezzatura: Comacchio GEO205
Profondità perforazione (m): 10

Sondaggio S1

	Spessore (m)	Profondità (m)	Stratigrafia	S.P.T. CAMPION.	Descrizione	Documentazione fotografica
1	2.5	2.5			Terreni di riporto misti a laterizio	
2						
3	2.5	5		5,6,6	Sabbie e ghiaie spigolose con matrice limosa debolmente sciolte	
4						
5	2.0	7		11,9,rif	Ghiaie con sabbia e limo mediamente addensate	
6						
7	3.0	10			Ghiaie grossolane con debole matrice sabbiosa	
8						
9						
10				25,37,rif		
11						

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA







INDAGINI GEOLOGICHE ED AMBIENTALI

CODIFICA DOCUMENTO

REV.

FOGLIO

C DOCUMENTI 2021 150 21 001 1 45

Uso e limitazioni della relazione

La prestazione è stata svolta con la professionalità e la cura di un geologo; inoltre il lavoro è stato realizzato tenendo presente i limiti e lo scopo per i quali è stato richiesto dal cliente, nonché le dimensioni e l'importanza dell'opera in progetto e le risorse economiche e umane disponibili, concordate tra IGeA e il cliente.

Rimane inteso che questa relazione dovrà essere usata unicamente per lo scopo per cui è stata redatta.

Nel caso dovessero cambiare gli scopi per i quali la relazione verrà usata, o se saranno apportate sostanziali modifiche al sito di indagine, nonché variazioni alla tipologia di progetto o di uso del sito stesso, questa relazione non dovrà più essere considerata valida e ogni ulteriore suo uso da parte del cliente, senza revisioni e verifiche da parte di IGeA, sarà unicamente a rischio del Cliente.

I dati messi a disposizione sono basati unicamente sulla valutazione delle prove in sito e di laboratorio eseguite sui campioni provenienti dai punti di indagine.

Queste informazioni non possono essere estrapolate a nessuna area al di fuori dei punti di indagine così come specificati in questa relazione. Alla luce delle informazioni in possesso di IGeA i dati ottenuti sono sufficienti per l'uso di progetto delle strutture previste, ma possono non esserlo per altre strutture diverse da quelle per cui sono state studiate.

L'interpretazione del sottosuolo è basata sulle osservazioni effettuate sul campo nei punti di indagine che sono stati scelti per ricostruire una rappresentazione significativa delle caratteristiche del sottosuolo. IGeA ha analizzato i dati di campagna e formulato un giudizio professionale per esprimere una opinione delle condizioni del sottosuolo nel sito al momento dell'indagine.

Le condizioni del sottosuolo possono tuttavia differire, tra i punti di indagine, da quelli indicati in questa relazione.

Questa relazione sulle indagini è basata sulle condizioni esistenti al momento dell'esecuzione delle indagini e dello studio basato su di esse e l'opinione sulle condizioni del sottosuolo è legata ai dati ricavati negli specifici punti di indagine.

I risultati e le conclusioni della nostra relazione possono essere influenzati da cambiamenti dovuti al passare del tempo, da azioni umane quali costruzioni sul luogo di indagine o nelle sue adiacenze, o da eventi naturali quali allagamenti, terremoti, instabilità del versante o fluttuazioni del livello di falda acquifera.

L'effettiva rispondenza di quanto riscontrato durante l'indagine dovrà essere verificato da un tecnico durante la realizzazione dell'opera.

IGeA dovrà essere avvisata se verranno riscontrate differenze rispetto a quanto contenuto in questa relazione.

Durante la realizzazione dell'opera e/o attività di scavo dovranno essere messi in atto monitoraggi, prove e confronti in numero sufficiente per confermare che le condizioni del sottosuolo realmente incontrate siano coerenti con quanto descritto in questa relazione e per poter fornire raccomandazioni e cambiamenti al progetto nel caso di differenze sostanziali rispetto a quanto previsto.

Use and constraints of the report

The Services were performed with the skill and care ordinarily exercised by a specialist.

Further, and in particular, the Services were performed by taking into account the limits of the scope of works required by the Client and the resources, including financial and manpower resources, agreed between IGeA and the Client.

It is IGeA's understanding that this report is to be used for the purpose described. Should the purpose for which the report is used, and/or should the Client's proposed development or use of the site change (including in particular any change in any design and/or specification relating to the proposed use or development of the site), this report may no longer be valid or appropriate and any further use of or reliance upon the report in those circumstances by the Client without IGeA's review and advice shall be at the Client's sole and own risk.

The information provided are based solely on evaluations of laboratory and in-situ tests at determined sample test locations. That information cannot be extrapolated to any area outside those locations unless specifically so stated in the report. In the light of the information available to IGeA, the information are considered appropriate for use in the report, but they may not be appropriate for the design of other structures.

This report is based on the existing conditions when conducting the study and our opinion concerning the ground conditions is strictly based on data collected at specific test locations.

The actual conditions may differ, between sampling locations, from those indicated in this report.

The findings and conclusions of our reports may be affected by the passage of time, by manmade events such as construction on or adjacent to the site, or by natural events such as floods, earthquakes, and slope instability or groundwater fluctuations

Interpretations of subsurface conditions are based on field observations at the test locations that were spaced to capture a 'representative' snap shot of subsurface conditions. The site exploration identifies subsurface conditions at the points of sampling only.

IGeA reviews the field data and then applies a professional judgment to formulate an opinion of subsurface conditions throughout the site.

The subsurface ground conditions should be verified by a qualified geotechnical technician during construction. IGeA should be notified if any discrepancies to this report or unusual conditions are found during construction. Sufficient monitoring, testing and consultation should be provided during construction and/or excavation activities, to confirm that the conditions encountered are consistent with those indicated by the investigation results in this report and to provide recommendations for design changes in case the conditions revealed during the actual work differ from those anticipated.

In addition, monitoring, testing and consultation should be completed by IGeA to evaluate whether or not earthwork activities are completed in accordance with our recommendations.