

***STUDIO DI GEOLOGIA APPLICATA
BORGHI DOTT. MARCO***

**RELAZIONE GEOLOGICA
D.G.R. n° 2616/2011 – N.T.C. 2018**

**REALIZZAZIONE DI EDIFICIO RESIDENZIALE
E PARCHEGGIO PUBBLICO**

Via Carlo Romano' n.31, Cesate (MI)

**foglio 14 mappali 288 289 290 291 292 293 294 295 296 397 298 299 840 308 309 1061 311 312 313
314 315 316 317 318 (proprietà I.F.P. S.R.L.)**

foglio 14 mappali 304 305 306 307 (proprietà comunale)

Committente: I.F.P. S.R.L.

Relazione a cura di: Dott. Geologo Marco Borghi



Novembre 2025

INDICE

PREMESSA

1. RELAZIONE GEOLOGICA ALLEGATO B DELLA D.G. R. IX/2616 DEL 30/11/2011 - R3

- 1.1 GEOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA**
- 1.2 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA COMUNALE**
- 1.3 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLE PROBLEMATICHE INDIVIDUATE NELLA CLASSE DI FATTIBILITA'**

2. RELAZIONE GEOLOGICA CAP. 6 N.T.C. 2018 - R1

- 2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE**
- 2.2 SISMICITA' DELL'AREA**
- 2.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO - CATEGORIA TOPOGRAFICA - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE**
- 2.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO**

CONCLUSIONI

IN APPENDICE:

tabelle

parametri sismici area

PREMESSA

Su incarico della committenza, nel mese di Novembre è stata eseguita un'indagine geologica inerente la realizzazione di un intervento residenziale in via Carlo Romanò 31, Cesate (MI). L'intervento prevede la realizzazione di un edificio residenziale privato e di un parcheggio pubblico.

La presente relazione viene redatta ai sensi della D.G.R. n° 2616/2011 ed ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni - Decreto 17 Gennaio 2018, utilizzando dati geotecnici e geofisici provenienti da indagini geologiche eseguite in passato dallo scrivente negli immediati dintorni (via Vigna).



Ubicazione area

1. RELAZIONE GEOLOGICA - ALLEGATO B DELLA D.G. R. IX/2616 DEL 30/11/2011

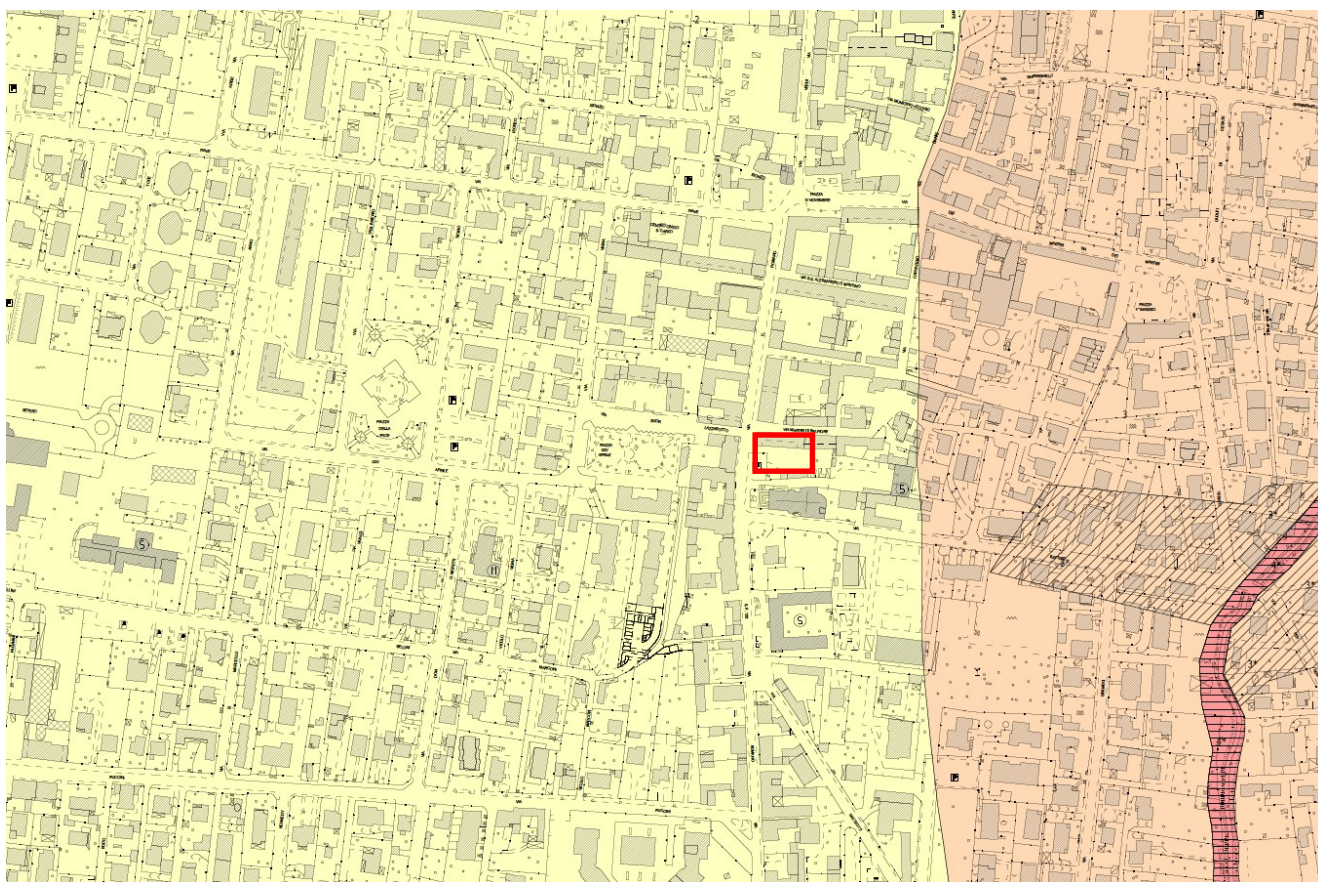
1.1 GEOGRAFIA, GEOMORFOLOGIA E GEOLOGIA DELL'AREA

L'area di indagine è collocata nell'ambito della pianura lombarda ad una quota di circa 200 m s.l.m. La geologia di questo settore della pianura è caratterizzata dalla presenza di depositi fluvioglaciali del Diluvium medio di natura sabbioso-ghiaiosa ammantati da una coltre di alterazione pedologica dello spessore di circa 1,5 metri.

Il livello della falda freatica si attesta intorno ai 25-30 metri di profondità.

Non va esclusa, durante i periodi di maggior piovosità, la formazione di "vene d'acqua" anche a scarsa profondità; pertanto vanno predisposti drenaggi e/o impermeabilizzazioni in corrispondenza delle fondazioni dell'edificio.

1.2 CARTA DI FATTIBILITA' GEOLOGICA COMUNALE



stralcio carta di fattibilità geologica comunale con delimitata in rosso l'area di intervento

l'area ricade totalmente in classe di fattibilità geologica 2 (fattibilità con modeste limitazioni), per limitazioni derivanti da vulnerabilità dell'acquifero.

Lo scenario di pericolosità sismica locale individuato risulta essere: Z4a (zona di fondovalle con amplificazioni litologiche e geometriche).

1.3 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALLE PROBLEMATICHE INDIVIDUATE NELLA CLASSE DI FATTIBILITA'

Per quanto riguarda le problematiche di carattere idrogeologico, legate alla vulnerabilità idraulica del primo acquifero, si dovrà avere l'accortezza, sia in fase di cantiere che ad opera realizzata, di evitare dispersioni di inquinanti e acque reflue al suolo e nel sottosuolo. Dovranno essere gestite nel pieno rispetto della normativa vigente ed a tutela dell'acquifero.

Nella presente relazione sono state affrontate anche problematiche di tipo geotecnico, mediante l'interpretazione di apposite indagini geotecniche e geofisiche eseguite nelle immediate vicinanze – i cui risultati vengono descritti nelle pagine seguenti - che hanno permesso di definire le eventuali criticità dell'area e le soluzioni adottate.

Solaro, li 10 Novembre 2025



Dr. Geol. Marco Borghi

2. RELAZIONE GEOLOGICA - CAP. 6 N.T.C. 2018.

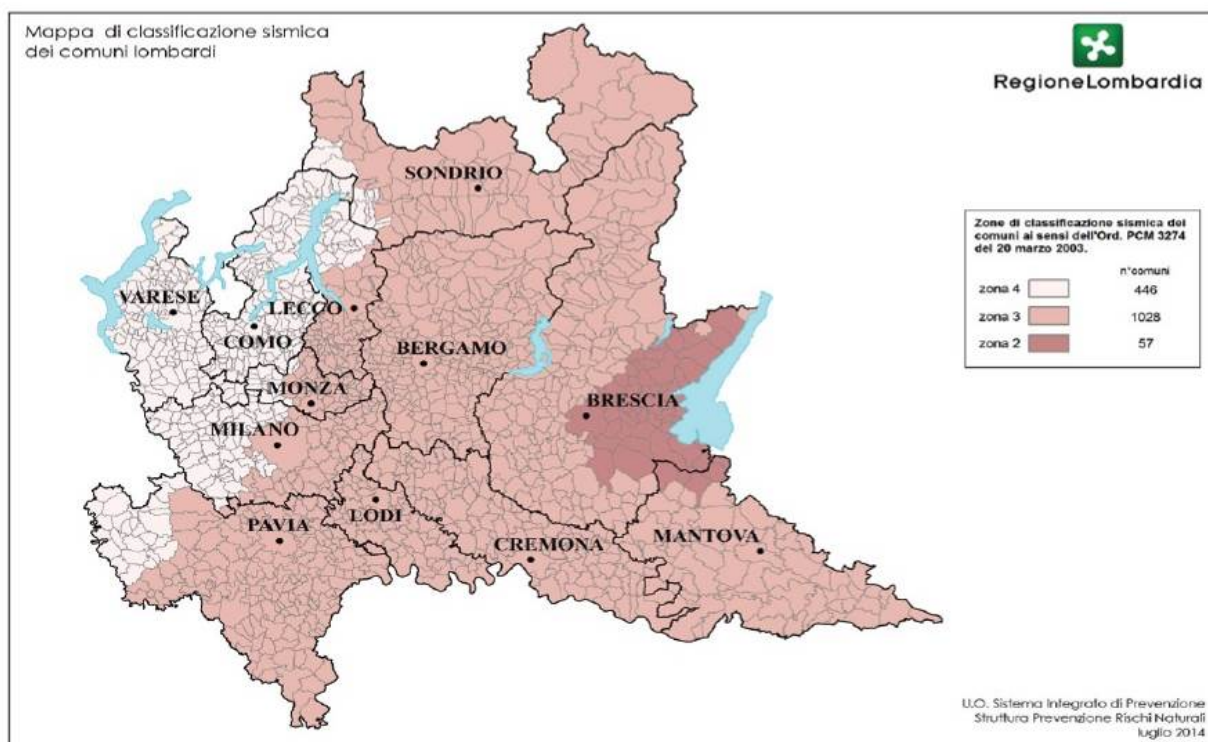
2.1 INDAGINI GEOGNOSTICHE

Le varie indagini geotecniche eseguite negli immediati dintorni hanno dato risultati abbastanza confrontabili fra loro e forniscono valori mediamente discreti a partire da circa 1,5-2 metri di profondità con riferimento alla quota del piano cortile attuale. Infatti sino a questa profondità è presente il suolo superficiale ("terra di coltura") con mediocri caratteristiche geotecniche; oltre compaiono sabbie e ghiaie maggiormente addensate e con caratteristiche geotecniche decisamente migliori.

2.2 SISMICITA' DELL'AREA

Il territorio comunale di Cesate nella nuova classificazione sismica regionale istituita dalla Regione Lombardia con DGR 2129/2014, entrata in vigore il 10 Aprile 2016, ricade in zona sismica 4.

Nella tabella seguente compaiono le varie zone sismiche individuate secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.



zona sismica	accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di superamento del 10% in 50 anni (a_g/g)	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (a_g/g)
1	$> 0,25$	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	$< 0,05$	0,05

2.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO - CATEGORIA TOPOGRAFICA - VERIFICA ALLA LIQUEFAZIONE

Per la misura della V_{seq} e quindi l'individuazione della categoria di sottosuolo sono state eseguite indagini geofisiche a mezzo di misurazione di microtremori ambientali. Le registrazioni vanno considerate valide esclusivamente ai fini della determinazione della V_{seq} . Il valore così ottenuto è pari a 359 m/sec (vedi schede della misura del microtremore sismico ambientale in appendice) permette di classificare il sottosuolo di fondazione, ai sensi delle N.T.C. 2018, in categoria **C**: "depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 metri, caratterizzate da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi fra 180 m/s e 360 m/s.

I fenomeni di amplificazione sismica di tipo topografico sono stati valutati mediante procedura semplificata; considerato che l'area ha inclinazione media inferiore a 15° , la categoria topografica risulta essere **T1**. Come consentito dal D.M. 17.01.18, viene omessa la verifica alla liquefazione in quanto gli eventi sismici attesi sull'area sono inferiori a 0,1 g.

2.4 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEL SOTTOSUOLO

Nella tab.1 vengono riportati i parametri indicativi del modello geotecnico utilizzato per il calcolo della verifica agli stati limite. La valutazione dello stato di addensamento deriva dalle classificazioni AGI (1977). All'atto dello scavo dovrà essere verificata la corrispondenza del terreno di fondazione con il modello geotecnico illustrato in tab.1, eventuali difformità dovranno essere immediatamente segnalate.

Solaro, li 10 Novembre 2025

Dr. Geol. Marco Borghi



CONCLUSIONI

In conclusione si può affermare che gli approfondimenti eseguiti sull'area in esame non hanno evidenziato controindicazioni, dal punto di vista geologico e fatte salve le indicazioni contenute nella presente relazione, alla modifica della destinazione d'uso dei terreni. Pertanto si dichiara che l'intervento è compatibile con la situazione geologica presente.

Solaro, li 10 Novembre 2025

Dr. Geol. Marco Borghi



PARAMETRI CARATTERISTICI DEL MODELLO GEOTECNICO:

Stratigrafia ipotizzata*	da	a	Ns _{cpt}	Ns _{pt}	cu kPa	adesione kPa	ϕ (°)	δ (°)	DR (%)	E (Mpa)	μ	γ_d (kN/mc)	γ' (kN/mc)	γ (kN/mc)	k ₀
	(m)	(m)	medio	medio											
orizzonte di copertura eluvio - colluviale / riempimento antropico. Poco consistente	0	3	2	2								14	9	15	
"mista" da sciolta a poco addensata	3	9	5	5								16	10	18	
"mista" moderatamente addensata	9	10	10	10								17	11	19	

tab. 1

dove:

rapporto Ns _{pt} /Ns _{cpt}	:	1
cu	:	coesione non drenata
adesione	:	coesione non drenata all'interfaccia terreno - calcestruzzo
ϕ	:	angolo di attrito
δ	:	angolo di attrito all'interfaccia terreno - calcestruzzo
Dr	:	densità relativa
E	:	modulo di elasticità
μ	:	rapporto di poisson
γ_d	:	peso di volume secco
γ'	:	peso di volume in falda (efficace)
γ	:	peso di volume naturale (umido o saturo)
k ₀	:	rapporto fra tensione geostatica orizzontale e verticale

fonte: Terzaghi, 1957
 fonte: Bowles, 1988
 fonte: Sowers, 1971
 fonte: Bowles, 1988
 fonte: Marcuson, 1977
 fonte: Denver, 1982
 fonte: Bowles, 1988
 fonte: Meyerhof, 1965
 fonte: Meyerhof, 1965
 fonte: Meyerhof, 1965

*: siccome le prove penetrometriche forniscono solo dati sulla resistenza all'avanzamento di una punta, e nulla dicono a proposito della stratigrafia dei terreni investigati, nelle tabelle interpretative dei dati misurati, la stratigrafia viene ipotizzata.

DETERMINAZIONE DELLA CATEGORIA DI SOTTOSUOLO

VIA MONTEVERDI - CESATE (MI)

Strumento: TEP-0146/01-11

Formato dati: 16 byte

Fondo scala [mV]: n.a.

Inizio registrazione: 10/01/18 13:10:54 Fine registrazione: 10/01/18 13:22:54

Nomi canali: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN

Dato GPS non disponibile

Durata registrazione: 0h12'00".

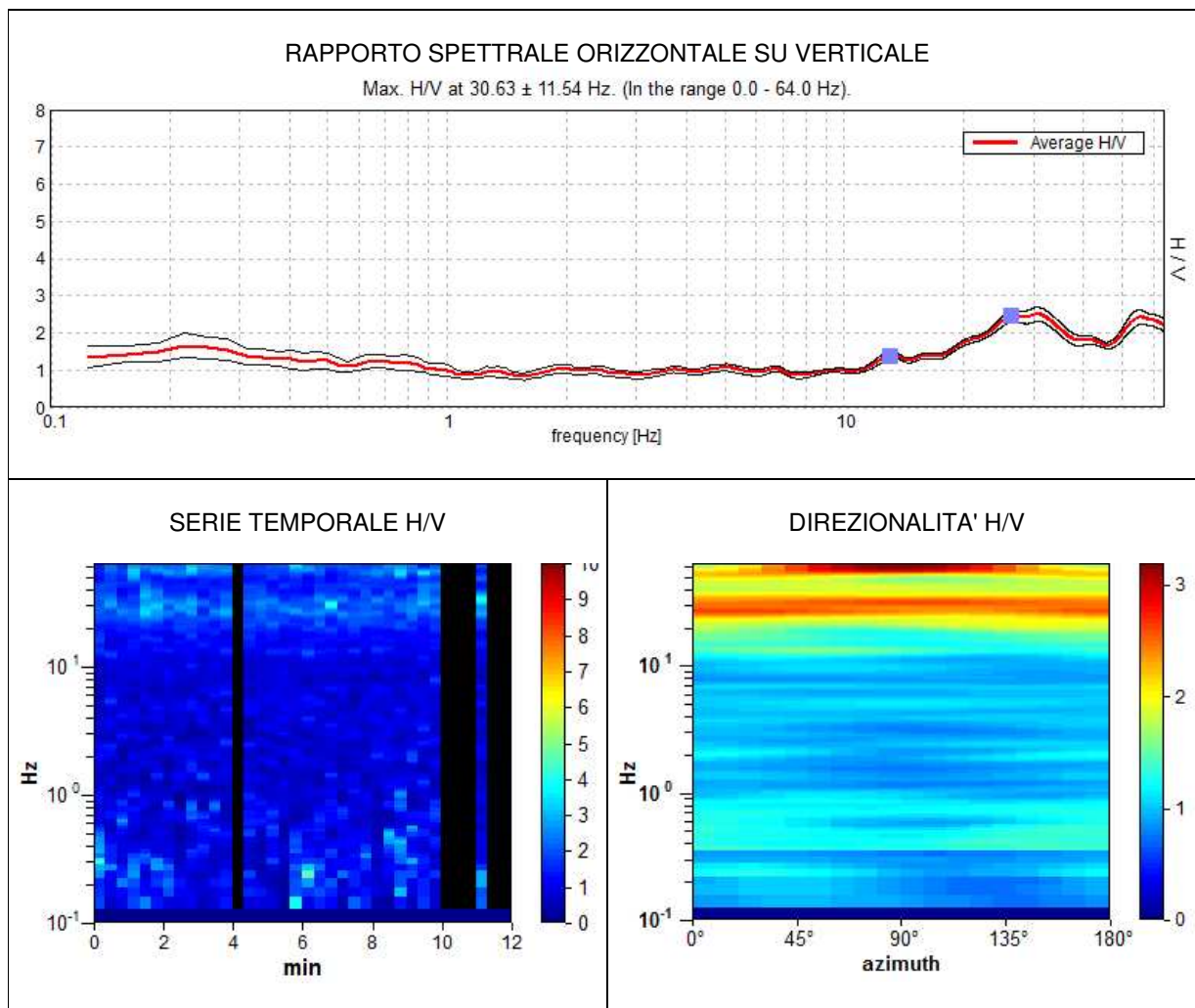
Analizzato 83% tracciato (selezione manuale)

Freq. campionamento: 128 Hz

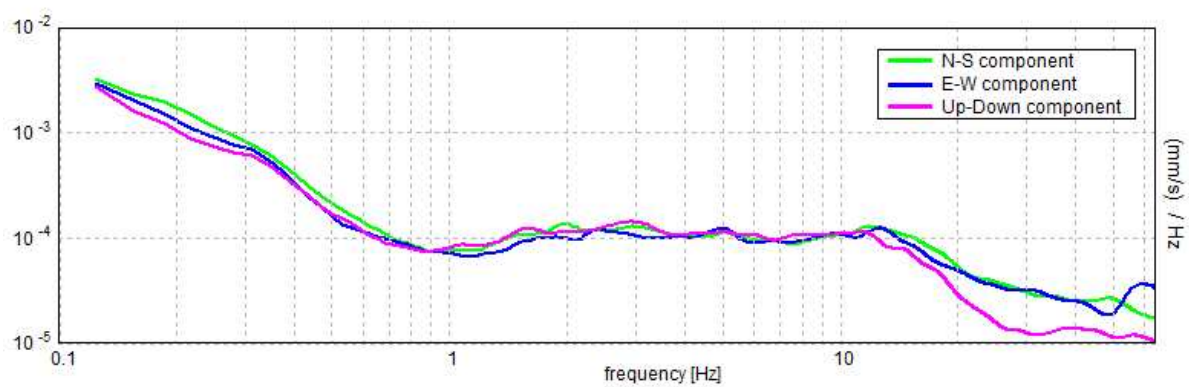
Lunghezza finestre: 20 s

Tipo di lisciamento: Triangular window

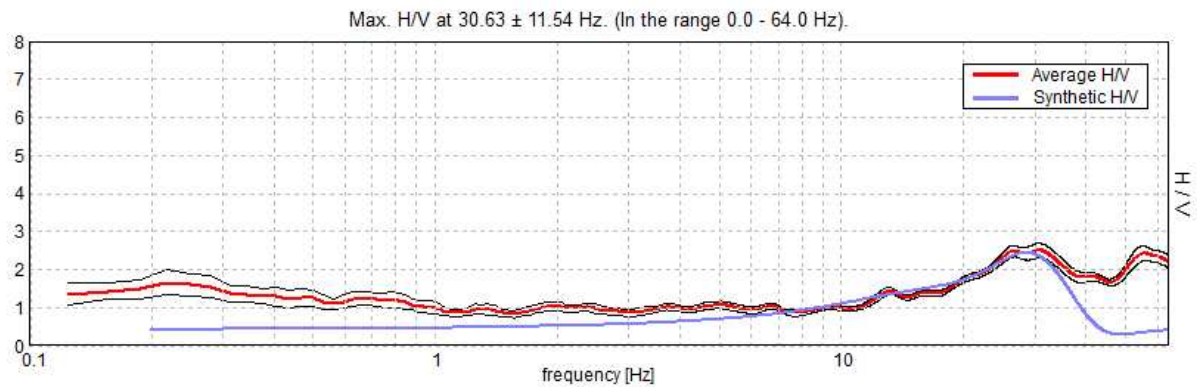
Lisciamento: 10%



SPETTRI DELLE SINGOLE COMPONENTI

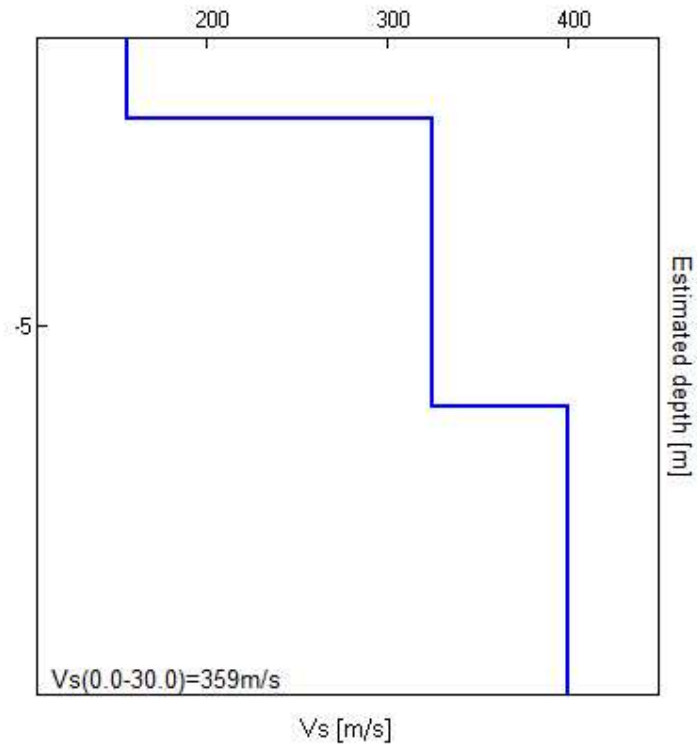


H/V SPERIMENTALE vs. H/V SINTETICO



Profondità alla base dello strato [m]	Spessore [m]	Vs [m/s]	Rapporto di Poisson
1.40	1.40	157	0.42
6.40	5.00	325	0.42
inf.	inf.	399	0.42

$V_s(0.0-30.0)=359\text{m/s}$



[Secondo le linee guida SESAME, 2005. Si raccomanda di leggere attentamente il manuale di Grilla prima di interpretare la tabella seguente].

Picco H/V a 30.63 ± 11.54 Hz (nell'intervallo 0.0 - 64.0 Hz).

Criteri per una curva H/V affidabile

[Tutti 3 dovrebbero risultare soddisfatti]

$f_0 > 10 / L_w$	$30.63 > 0.50$	OK	
$n_c(f_0) > 200$	$18375.0 > 200$	OK	
$\sigma_A(f) < 2$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ per $0.5f_0 < f < 2f_0$ se $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Superato 0 volte su 1471	OK	

Criteri per un picco H/V chiaro

[Almeno 5 su 6 dovrebbero essere soddisfatti]

Esiste f^- in $[f_0/4, f_0]$ $A_{H/V}(f^-) < A_0 / 2$	12.188 Hz	OK	
Esiste f^+ in $[f_0, 4f_0]$ $A_{H/V}(f^+) < A_0 / 2$			NO
$A_0 > 2$	$2.51 > 2$	OK	
$f_{\text{picco}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	$ 0.37682 < 0.05$		NO
$\sigma_f < \varepsilon(f_0)$	$11.54009 < 1.53125$		NO
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	$0.1924 < 1.58$	OK	

L_w	lunghezza della finestra
n_w	numero di finestre usate nell'analisi
$n_c = L_w n_w f_0$	numero di cicli significativi
f	frequenza attuale
f_0	frequenza del picco H/V
σ_f	deviazione standard della frequenza del picco H/V
$\varepsilon(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
A_0	ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0
$A_{H/V}(f)$	ampiezza della curva H/V alla frequenza f
f^-	frequenza tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
f^+	frequenza tra f_0 e $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	deviazione standard di $A_{H/V}(f)$, $\sigma_A(f)$ è il fattore per il quale la curva $A_{H/V}(f)$ media deve essere moltiplicata o divisa
$\sigma_{\log H/V}(f)$	deviazione standard della funzione $\log A_{H/V}(f)$
$\theta(f_0)$	valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$

Intervallo di freq. [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	$0.25 f_0$	$0.2 f_0$	$0.15 f_0$	$0.10 f_0$	$0.05 f_0$
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ per $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

Parametri sismici

Tipo di elaborazione: fondazioni
Muro rigido: 0

Sito in esame.

latitudine: 45,596692
longitudine: 9,079021
Classe: 2
Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 11593	Lat: 45,6040	Lon: 9,0640	Distanza:
1420,060				
Sito 2	ID: 11594	Lat: 45,6066	Lon: 9,1353	Distanza:
4513,047				
Sito 3	ID: 11816	Lat: 45,5566	Lon: 9,1390	Distanza:
6452,096				
Sito 4	ID: 11815	Lat: 45,5541	Lon: 9,0678	Distanza:
4821,902				

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica: T1
Periodo di riferimento: 50anni
Coefficiente cu: 1

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %
Tr: 30 [anni]
ag: 0,017 g
Fo: 2,556
Tc*: 0,159 [s]

Danno (SLD):

Probabilità di superamento: 63 %
Tr: 50 [anni]
ag: 0,021 g
Fo: 2,531
Tc*: 0,188 [s]

Salvaguardia della vita (SLV):

Probabilità di superamento: 10 %
Tr: 475 [anni]
ag: 0,043 g
Fo: 2,660
Tc*: 0,283 [s]

Prevenzione dal collasso (SLC):

Probabilità di superamento: 5 %
Tr: 975 [anni]
ag: 0,052 g
Fo: 2,713
Tc*: 0,302 [s]

Coefficienti Sismici Stabilità dei pendii

SL0:

Ss: 1,500
Cc: 1,930
St: 1,000
Kh: 0,005
Kv: 0,003
Amax: 0,249
Beta: 0,200

SLD:

Ss: 1,500
Cc: 1,820
St: 1,000
Kh: 0,006
Kv: 0,003
Amax: 0,312
Beta: 0,200

SLV:

Ss: 1,500
Cc: 1,590
St: 1,000
Kh: 0,013
Kv: 0,007
Amax: 0,638
Beta: 0,200

SLC:

Ss: 1,500
Cc: 1,560
St: 1,000
Kh: 0,016
Kv: 0,008
Amax: 0,771
Beta: 0,200

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50
Geostru

Coordinate WGS84

latitudine: 45.595760

longitudine: 9.077957