
**Intervento di miglioramento
antisismico ed efficientamento
energetico Scuola Primaria di
Torrazza Coste.**

L.160 27 dicembre 2019

Progetto definitivo-esecutivo

Relazione Geologica e Geotecnica

GIUGNO 2022

Progettista Generale:

Dott.Ing.Arch. Bernardo Vanelli

Via G.Garibaldi, 13 Castelleone (CR)

Ordine degli Ingegneri di Cremona n°605

Progettista delle opere Architettoniche:

Arch. Letizia Vanelli

Via G.Garibaldi, 13 Castelleone (CR)

Ordine degli Architetti di Milano n°21309

Comune di Torrazza Coste



FABIO BAIIO * *geologo*
Via Roma, 6
24030 CAPRINO BERGAMASCO (BG)
Tel.: 035.784850-1
Fax.: 035.784852

**AMMINISTRAZIONE COMUNALE DI
TORRAZZA COSTE (PV)**

**INDAGINE GEOLOGICA e GEOTECNICA CON
PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT
PER IL PROGETTO DI ADEGUAMENTO
FUNZIONALE E CONSOLIDAMENTO DEL
PALAZZO VILLA LODI-ALESSI A TORRAZZA
COSTE (Provincia di PAVIA).**



DATA	dicembre 2012	
OGGETTO	Relazione geologica	
REDAZIONE	Dott. Geol. <i>Michele SUARDI</i>	
VERIFICA	Dott. Geol. <i>Fabio BAIIO</i>	
APPROVAZIONE	Dott. Geol. <i>Fabio BAIIO</i>	

SOMMARIO

- PREMESSA
- INQUADRAMENTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO
- INQUADRAMENTO IDROLOGICO e IDROGEOLOGICO
- SISMICITA' DELL'AREA
- PROVE PENETROMETRICHE DINAMICHE SCPT
- CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE
- CATEGORIA SISMICA DEI TERRENI
 - Definizione dei parametri e dei coefficienti sismici
 - Determinazione dell'azione di progetto
- DISPERSIONE DELLE ACQUE BIANCHE METEORICHE
- CONCLUSIONI

Allegati-Certificati (nel testo):

- Corografia: certificato n° 0418-CORO
- Ubicazione punti d'indagine: certificato n° 0418-PLAN
- Diagrammi penetrometrici (4): certificati da n° 0418/SCPT1 a n° 0418/SCPT4
- Schema stratigrafico-geotecnico

File – **TorrazzaCosteComune**

PREMESSA

Su incarico dell'ing. Vannelli e per conto dell'AMMINISTRAZIONE COMUNALE di Torrazza Coste è stata eseguita la presente indagine geognostica per evidenziare le caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione del palazzo Lodi-Alessi di cui è previsto un'adeguamento funzionale e un consolidamento strutturale in via Vittorio Emanuele II nel comune di Torrazza Coste (prov. di PAVIA).

Al fine di definire le caratteristiche geotecniche del sottosuolo dell'area di interesse la SO.GE.TEC. S.r.l. (*) è stata incaricata di eseguire:

- n° 4 prove penetrometriche dinamiche SCPT, che hanno raggiunto la massima profondità di 11.0 m

I punti d'indagine sono stati localizzati, compatibilmente con gli ingombri esistenti, in corrispondenza dell'edificio in oggetto, così come illustrato nello schema planimetrico allegato.

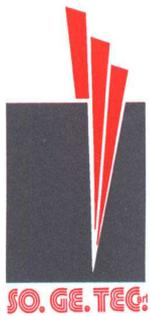
Questo studio è stato redatto anche con il supporto di una relazione geologico tecnica eseguita da un collega in passato, nello stesso ambito geologico-geomorfologico.

Nella presente relazione geotecnica vengono analizzati i risultati delle indagini svolte al fine di giungere ad una caratterizzazione geotecnica ed idrogeologica del sottosuolo indagato.

La presente relazione viene redatta seguendo le indicazioni tecniche esposte:

- nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003 relativa alla normativa sismica
- nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2008) e che prevedono un approccio agli stati limite

Si segnala che SO.GE.TEC. Srl, il soggetto che ha eseguito le prove geotecniche in sito qui allegate, ha ottenuto nell'aprile 2011 l'**AUTORIZZAZIONE MINISTERIALE** (circ. 7619 dell'8/9/2010 ai STC Min. LL.PP.) in ottemperanza alle N.T.C. del 2008: pertanto, nel presente studio si allegano certificati di prova.



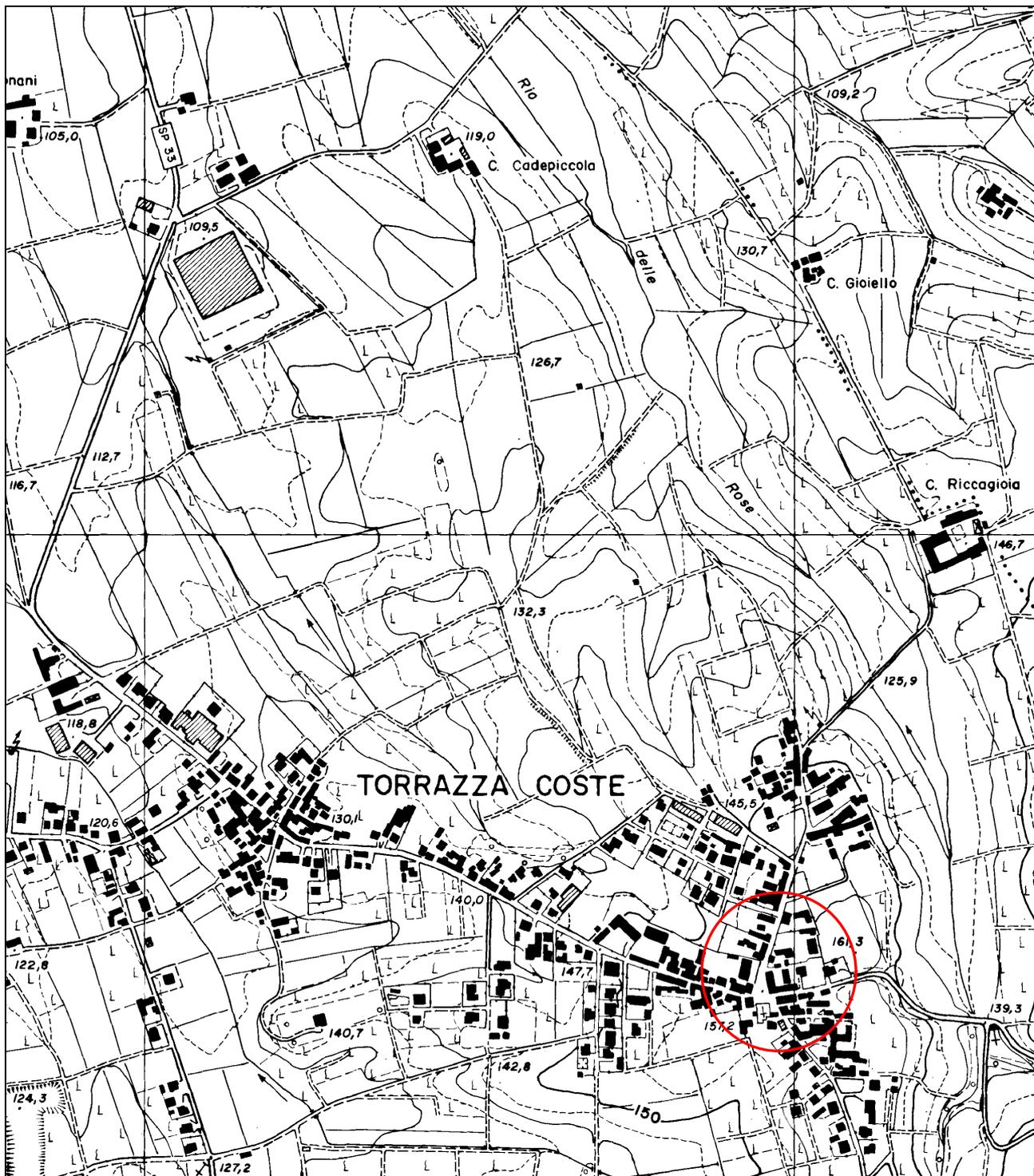
COROGRAFIA

Decreto di autorizzazione: 00152/11 del 19/04/2011

Certificato n. 0418-CORO del 31/10/2012

Commessa n. 5645

Accettazione: n°: 89 del 09/12/12



INQUADRAMENTO GEOLOGICO e GEOMORFOLOGICO

L'area interessata dall'intervento è posta nella porzione centrale del comune di Torrazza Coste (PV), ad una quota di circa m s.l.m..

La zona oggetto dell'indagine, e più in generale la loc. Piana, si colloca sui primi rilievi antistanti la pianura vogherese a circa 25 km a sud dal capoluogo Pavia ad una quota di circa 157 m s.l.m. ed è cartografata sulla *Carta Tecnica Regionale* scala 1:10000 alla sezione B8a3.

Dal punto di vista morfologico il Comune di Torrazza Coste si sviluppa in direzione est-ovest lungo il crinale che degrada verso il sottostante comune di Retorbido..

Il lotto in progetto si trova nella parte centrale dell'abitato di Piana in corrispondenza del versante che gradatamente con pendenze blande di 5-6° tende a degradare a ovest verso il sottostante alveo del torrente Corbetta.

Dal punto di vista geologico l'area investigata si trova in corrispondenza della cosiddetta "Monoclinale pedeappenninica" costituita da formazioni sedimentarie di età compresa tra il Messiniano sup. ed il Pliocene, allungate parallelamente al margine appenninico ed immergenti regolarmente verso nord al di sotto delle alluvioni della Pianura Padana. Si tratta di formazioni marnoso-argillose, fossilifere, di mare relativamente profondo, sovrapposte a sedimenti conglomeratici con caratteristiche strutture indicanti un ambiente deposizionale fluviale.

La loc. Piana si colloca in una posizione di transizione tra i depositi alluvionali *pre-wurmiani del Fluviale Antico* e i depositi marnoso-argillosi delle *Argille di Lugagnano*.

Dal punto di vista litologico siamo in presenza di depositi antichi pre-Wurmiani (*Fluviale medio-Fluviale Antico*) costituiti da ghiaie, sabbie e limi argillosi, ad elevato grado di alterazione, costituenti i ripiani terrazzati sopraelevati rispetto alla superficie principale della pianura (*Carta Geologica d'Italia Foglio 71 – Voghera*). I depositi alluvionali relativi al ripiano su cui sorge la fraz. Piana sono riconducibili alla parte orientale del paleoconoide del T. Staffora. Nella fattispecie dell'area esaminata, alla luce delle indagini effettuate, la componente ghiaiosa è praticamente assente mentre è decisamente presente la frazione argillosa, ricoperta da depositi limoso-sabbiosi.

INQUADRAMENTO IDROLOGICO e IDROGEOLOGICO

Il reticolo idrografico dell'area è costituito dalla presenza a ovest ed a est dei Torrenti Corbetta e Rio Brignolo che scorrono alla base del pianalto su cui sorge la loc. Piana con drenaggio verso nord.

Nel dettaglio trattandosi di una zona di crinale che fa da spartiacque dei due suddetti bacini, l'idrografia superficiale si compone esclusivamente di piccoli fossi di raccolta delle acque piovane con drenaggio verso i sottostanti fondivalle.

Dal punto di vista idrogeologico, nel corso dell'indagine non sono state rinvenute tracce di circolazione idrica sotterranea nota in bibliografia a profondità di 22-24 m probabilmente in corrispondenza di lenti di materiale permeabile (sabbie o ghiaie).

SISMICITA' DELL'AREA

Ai fini per l'applicazione della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003 e Norme Tecniche per le Costruzioni) l'intero territorio nazionale è stato suddiviso in zone sismiche con grado di pericolosità crescente da 4 a 1; poiché l'area in esame ricade nel comune di Agrate Brianza, e questo è stato inserito nella zona "4".

Ciascuna zona è caratterizzata da un parametro di pericolosità (accelerazione orizzontale massima al suolo $a_{g,475}$) espressa come frazione dell'accelerazione di gravità g) che per la zona 4 è pari a $a_{g,475} < 0.05g$.

TR (anni)	Ag (g)	F0(-)	TC*(s)
30	0,025	2,487	0,194
50	0,033	2,507	0,213
72	0,038	2,533	0,226
101	0,045	2,477	0,246
140	0,053	2,480	0,255
201	0,061	2,487	0,266
475	0,089	2,445	0,273
975	0,119	2,452	0,278
2475	0,166	2,457	0,283

Scelta della strategia di progettazione

Vita nominale della costruzione (anni): VN: 50 Classe d'uso della costruzione: 2: c_U : 1.0

Periodo di riferimento per la costruzione (anni): VR: 100

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (anni): TR

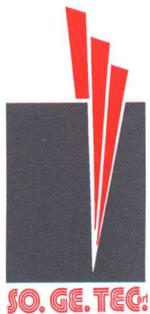
Stati limite di esercizio – SLE – SLO-PVR=81%: TR = 30

SLD-PVR=63%: TR = 50

Stati limite ultimi – SLU – SLV-PVR=10%: TR = 475

SLC-PVR=5%: TR = 975

Stato Limite	TR (anni)	A_g (g)	F₀(-)	T_C*(s)
SLO	30	0,026	2,487	0,194
SLD	50	0,033	2,508	0,213
SLV	475	0,089	2,445	0,273
SLC	975	0,119	2,452	0,278



PLANIMETRIA

Decreto di autorizzazione: 00152/11 del 19-04-2011

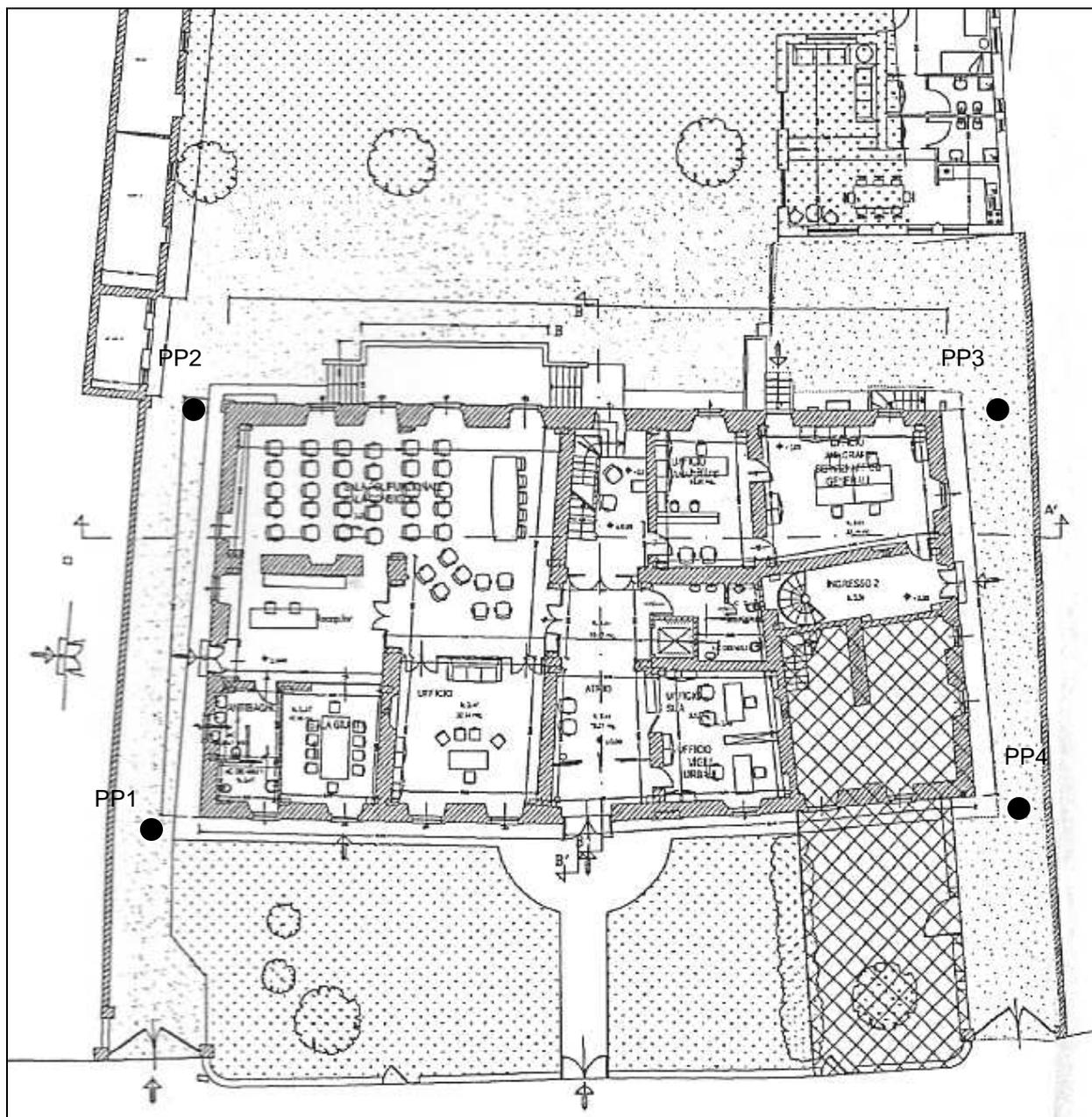
Certificato n. 041--PLAN del 31/10/12

Commessa n. 5645

Accettazione n°: 89 del 09/12/12



REG. N. 1665-A
9001:2000





Prova penetrometrica dinamica DPSH

Decreto di autorizzazione n.: n.: 00152-19/04/2011

Certificato n.: 0418/SCPT1 del 31/10/2012

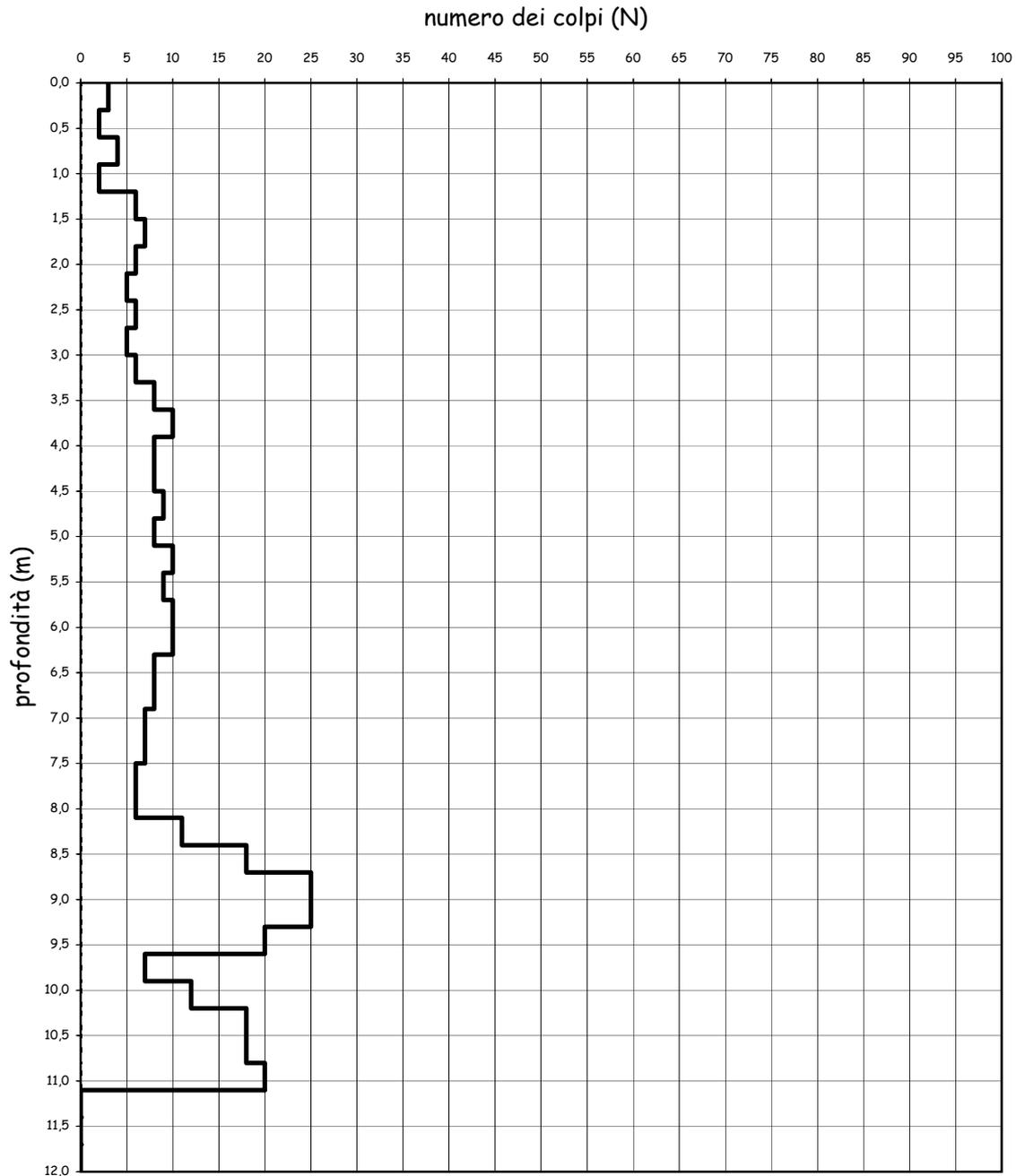
Commessa n.:5645

Accettazione: n° 89 del 09/12/12



Torrazza Coste (Pv)

PROVA SCPT n°1



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

Lo sperimentatore:
Dott. Geol. Michele Suardi

Il direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Alessandro Maggi



Prova penetrometrica dinamica DPSH

Decreto di autorizzazione n.: n.: 00152-19/04/2011

Certificato n.: 0418/SCPT2 del 31/10/2012

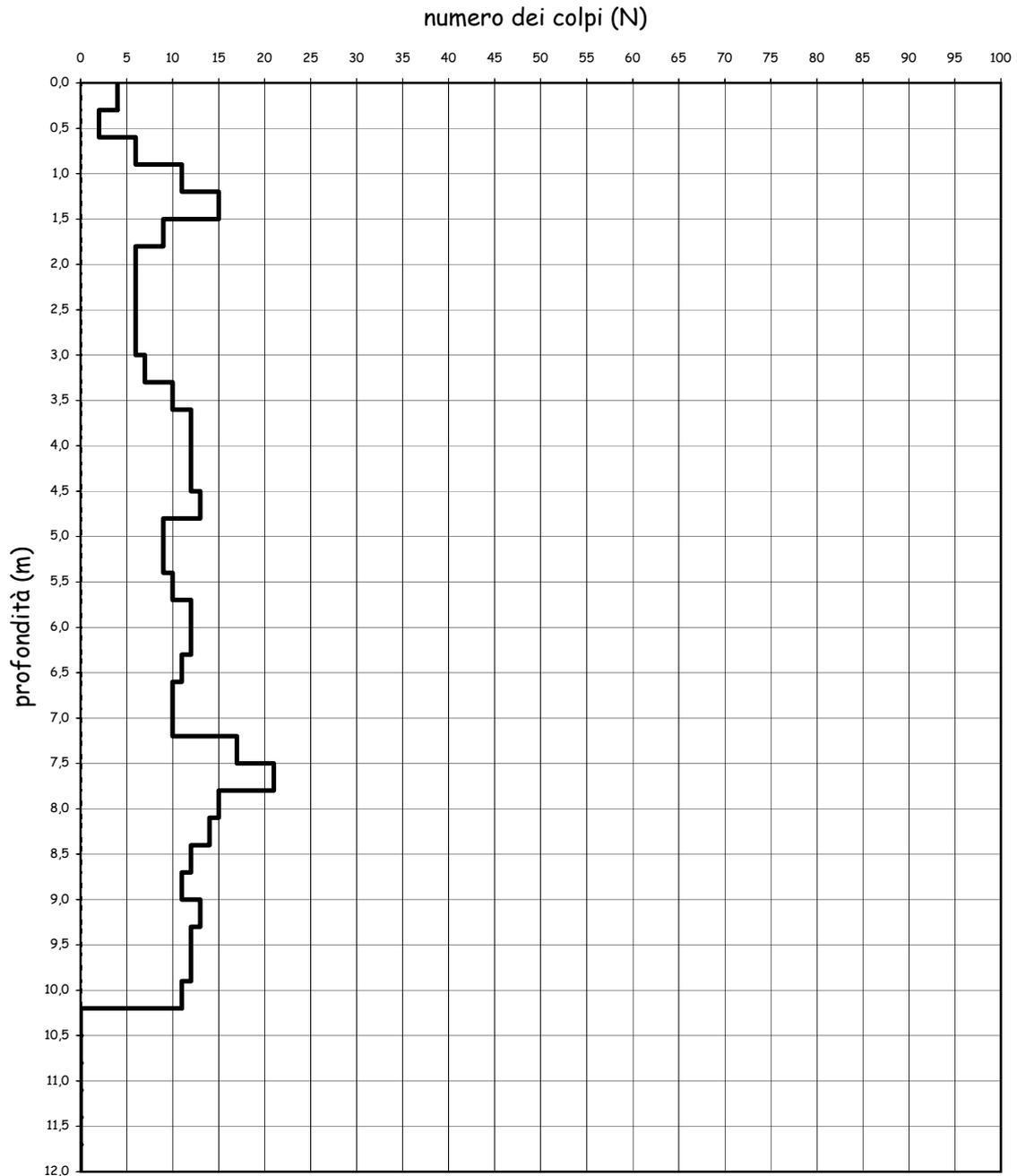
Commessa n.:5645

Accettazione: n° 89 del 09/12/12



Torrazza Coste (Pv)

PROVA SCPT n°2



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

Lo sperimentatore:
Dott. Geol. Michele Suardi

Il direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Alessandro Maggi



Prova penetrometrica dinamica DPSH

Decreto di autorizzazione n.: n.: 00152-19/04/2011

Certificato n.: 0418/SCPT3 del 31/10/2012

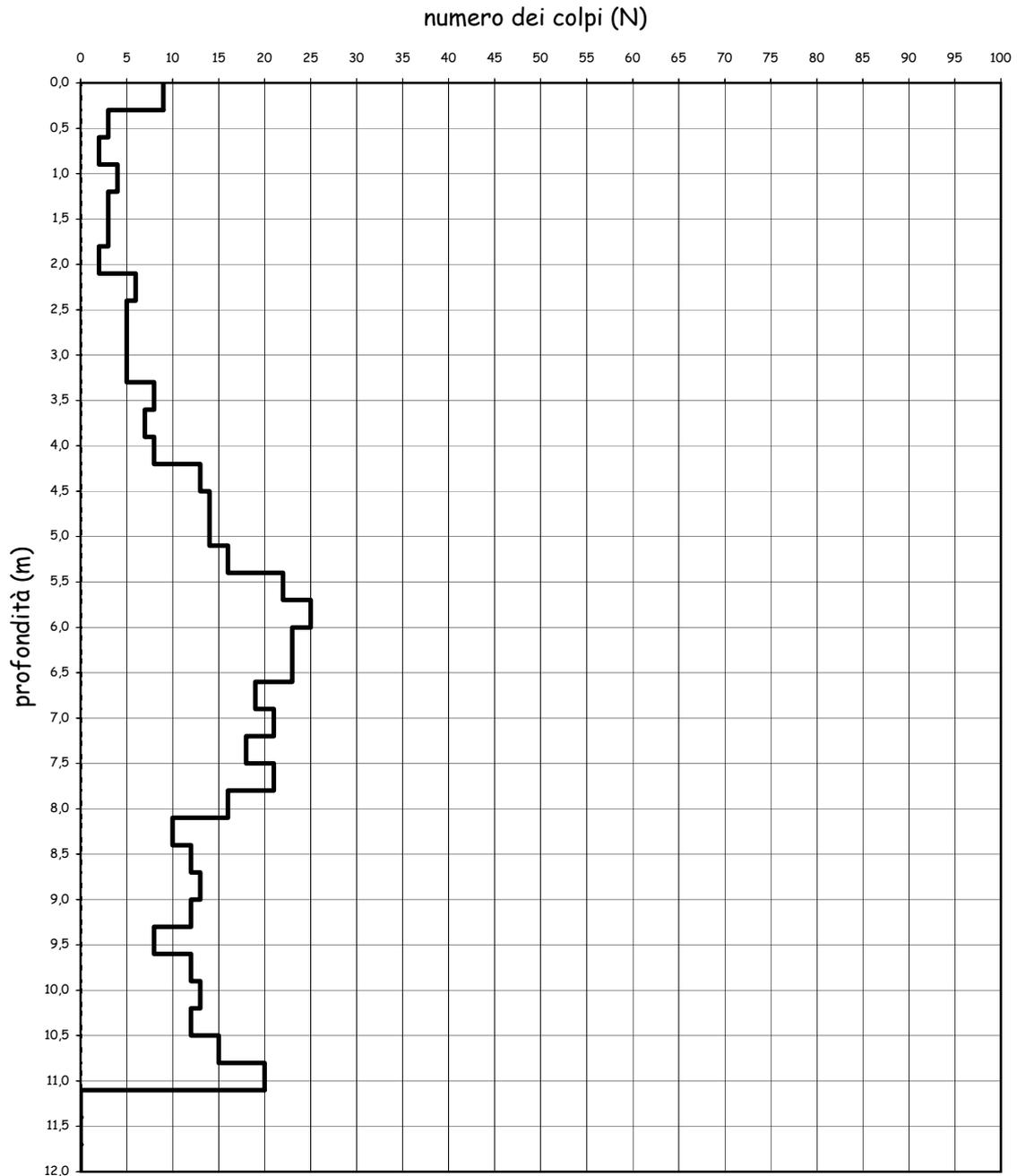
Commessa n.:5645

Accettazione: n° 89 del 09/12/12



Torrazza Coste (Pv)

PROVA SCPT n°3



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

Lo sperimentatore:
Dott. Geol. Michele Suardi

Il direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Alessandro Maggi



Prova penetrometrica dinamica DPSH

Decreto di autorizzazione n.: n.: 00152-19/04/2011

Certificato n.: 0418/SCPT4 del 31/10/2012

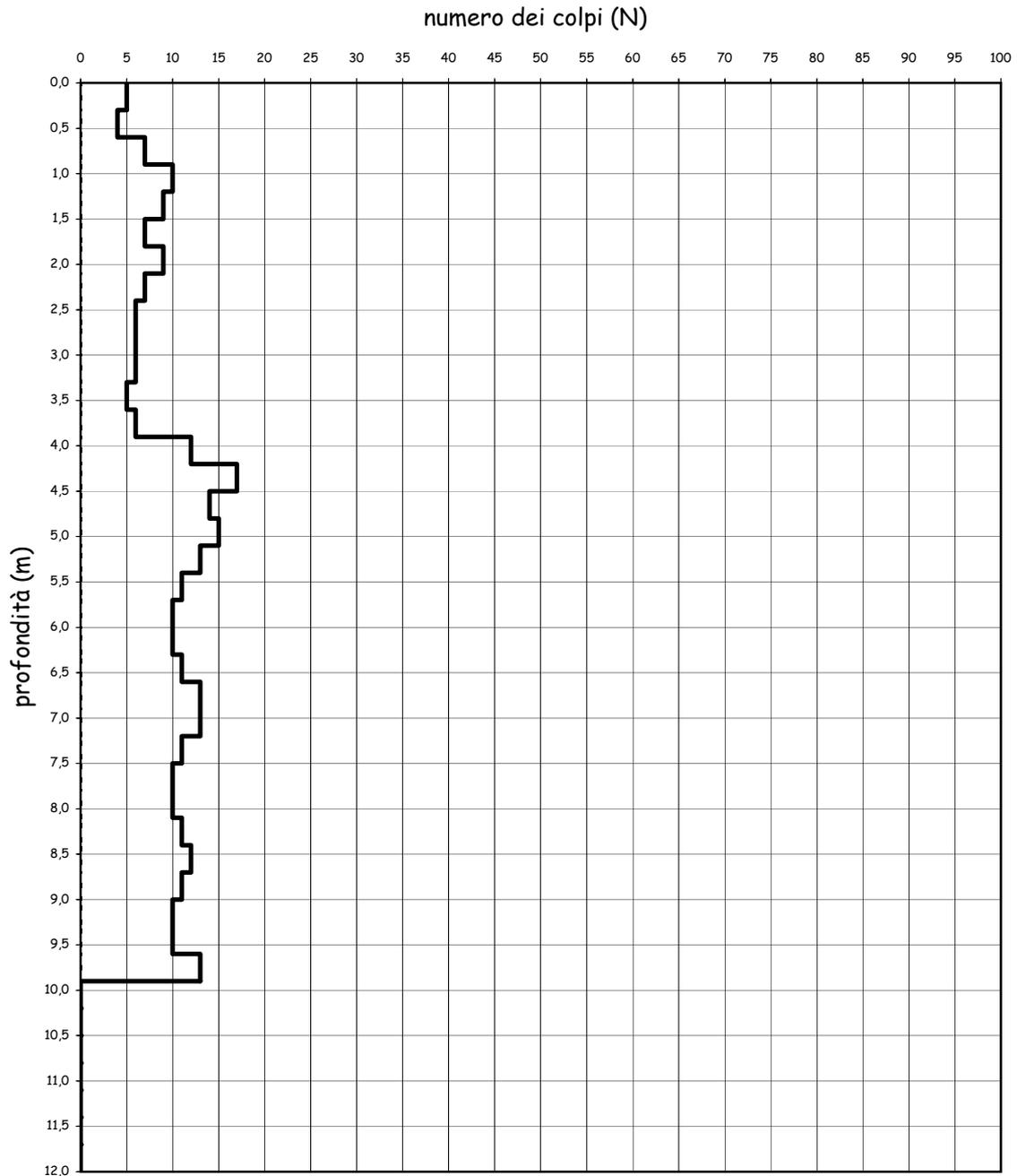
Commessa n.:5645

Accettazione: n° 89 del 09/12/12



Torrazza Coste (Pv)

PROVA SCPT n°4



Maglio: 73 kg Corsa: 75 cm
Punta: 51 mm Rivest: 48 mm

— Punta
- - - - - Rivestimento

Lo sperimentatore:
Dott. Geol. Michele Suardi

Il direttore del Laboratorio
Dott. Geol. Alessandro Maggi

CONSIDERAZIONI STRATIGRAFICHE

In base alle conoscenze litologiche acquisite sul terreno e soprattutto in base ai risultati dell'indagine geognostica, la successione stratigrafica sottostante l'area in esame può venire così caratterizzata:

LIVELLO [1]: dal piano di esecuzione delle prove fino alla profondità di variabile tra -3,5 e -4,0 m da p.c.: superato un primo livello di terreno di riporto o di coltivo di 30 cm si trova della limo sabbioso argilloso con stato di addensamento definito come *sciolto-molto sciolto* (Colombo, 1978), N_{scpt} variabile e comprese tra 4 e 8, peso di volume γ di 1,6 t/mc e angolo di attrito ϕ di 28°.

Dal punto di vista della caratterizzazione geotecnica si ricorda che:

Densità Relativa:	correlazione tra N_{scpt} e Densità relativa (%) di Terzaghi-Peck
Peso di volume:	stima valutata in relazione a N_{scpt}
Coesione:	non avendo a disposizione prove in sito o di laboratorio specifiche sui terreni indagati, non è possibile determinare tale parametro
Angolo di attrito:	correlazione tra N_{scpt} e ϕ di Meyerhof per terreni con una percentuale di sabbia fine e limo superiore a 5
Modulo elastico:	valutato da correlazioni empiriche tra N_{scpt} e il tipo di terreno

Relativamente ai “valori caratteristici, V_k ” della coesione non drenata e dell'angolo d'attrito interno, si è optato per considerarli pari a quelli medi ricavati dall'indagine, mentre i “valori di progetto V_p ” sono stati determinati utilizzando i coefficienti riduttivi parziali, indicati nelle *Norme Tecniche per le Costruzioni*).

Tabella 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE	(M1)	(M2)
		γ_M		
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ	γ_r	1,0	1,0

*per le rocce ed i materiali lapidei non fratturati la resistenza può essere rappresentata dalla resistenza a compressione uniassiale q_u con un coefficiente parziale $\gamma_{qu}=1.6$.

LIVELLO [2]: dalla base dello strato precedente fino agli 11,0 m raggiunti con le prove: si tratta di sabbie argillose deb. ghiaiose, con stato di addensamento *consistente* che hanno fatto registrare valori di avanzamento della punta compresi tra 10-15 colpi con peso di volume γ di 1,80 t/mc e angolo di attrito pari a 30°.

La caratterizzazione stratigrafica allegata è il risultato di una valutazione mediata del numero di colpi fatto registrare durante l'esecuzione di tutte le prove penetrometriche.

CATEGORIA SISMICA DEI TERRENI

Ai fine della definizione dell'azione sismica di progetto si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale; in assenza di specifiche analisi si può fare riferimento ad un approccio semplificato che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento:

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Tabella 3.2.III – Categorie aggiuntive di sottosuolo.

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

Sulla scorta dell'indagine effettuata e di quelle note in bibliografia si può affermare che i terreni investigati hanno caratteristiche di addensamento tali da appartenere alla categoria "C".

Per determinare i parametri dello spettro di risposta elastico delle componenti orizzontali si potrà fare riferimento alla tabella:

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A	1.00	0.15	0.40	2.00
B-C-E	1.25	0.15	0.50	2.00
D	1.35	0.20	0.80	2.00

Mentre per quelli della componente verticale:

Categoria suolo	S	T_B	T_C	T_D
A-B-C-D-E	1.00	0.05	0.15	1.00

Definizione dei parametri e dei coefficienti sismici

Parametri sismici

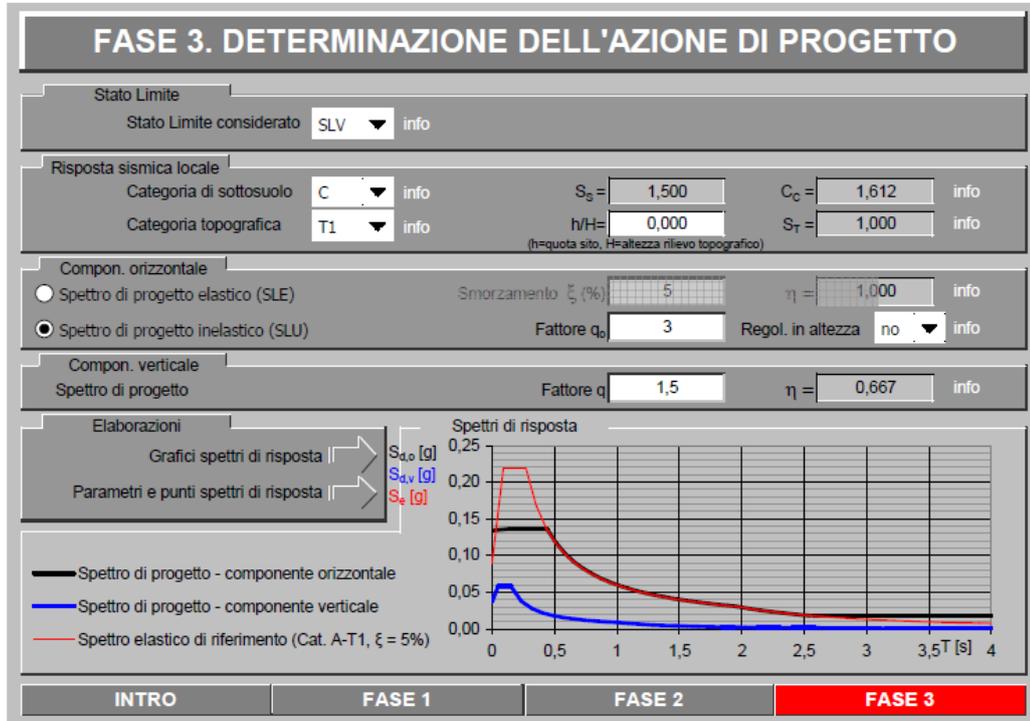
Categoria sottosuolo:	C
Categoria topografica:	T1
Periodo di riferimento:	50 anni
Coefficiente cu:	1

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss* (ampl. stratigrafica)	1,50	1,50	1,50	1,50
Cc* (coeff.funz. categ.)	1,81	1,75	1,61	1,60
St* (amplificazione topografica)	1,00	1,00	1,00	1,00

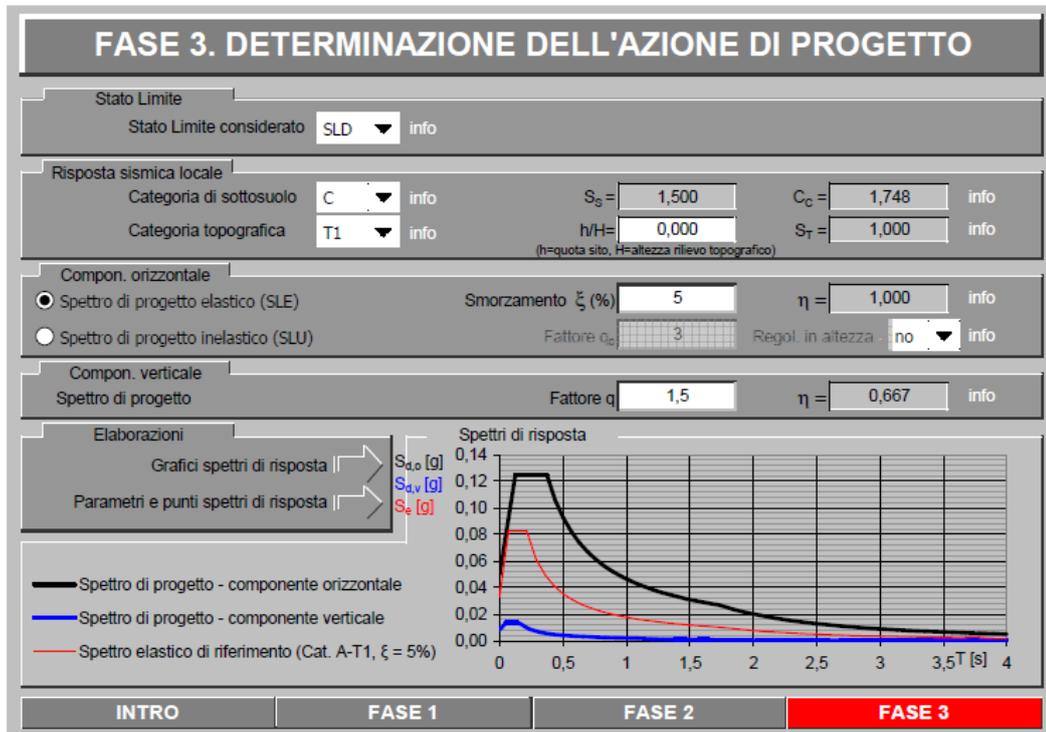
Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,027	0,043
<b(kv< b=""></b(kv<>	0,004	0,005	0,013	0,021
Amax [m/s ²]	0,374	0,485	1,313	1,751
Beta	0,200	0,200	0,200	0,240

Determinazione dell'azione di progetto

SLU



SLE



DISPERSIONE DELLE ACQUE BIANCHE METEORICHE

Eventuali necessità di dispersione di acque raccolte (rigorosamente bianche e conformemente alla normativa vigente) dovranno essere previste considerando una permeabilità del terreno naturale in posto, mediamente “bassa” - “molto bassa” fino alla massima profondità investigata di 11,0 m.

Per tale ragione sconsiglio la dispersione nel terreno delle acque superficiali

CONCLUSIONI

Su incarico dell'ing. Vannelli e per conto dell'AMMINISTRAZIONE COMUNALE di Torrazza Coste è stata eseguita la presente indagine geognostica per evidenziare le caratteristiche geologiche, geotecniche e idrogeologiche dei terreni di fondazione del palazzo Lodi-Alessi di cui è previsto un'adeguamento funzionale e un consolidamento strutturale in via Vittorio Emanuele II nel comune di Torrazza Coste (prov. di PAVIA).

Il terreno è stato ricostruito con due livelli stratigrafici: il primo dei quali, di scadenti caratteristiche geotecniche, mentre il secondo caratterizzato da un buon livello di addensamento. Nel corso delle indagini non è stata rilevata acqua di falda.

Tutto quanto esposto è stato valutato e calcolato conformemente a quanto previsto:

- nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274 del 20 Marzo 2003 relativa alla normativa sismica
- nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (Ministero delle infrastrutture e dei trasporti, 2008) e che prevedono un approccio agli stati limite

Certo di aver fornito tutte le indicazioni necessarie, resto comunque a disposizione per qualsiasi chiarimento.

