



**SCUOLA MATERNA VIA CARDUCCI DEL COMUNE DI OSTRA VERIGICA
DI VULNERABILITA' SISMICA REDATTA AI SENSI DEL D.M.
14.01.2008 E CIRCOLARE N° 617 DEL 02.02.2009 E SECONDO LA
DELIBERA DI GIUNTA N°1168 DEL 26.07.2010 REGIONE MARCHE**

Committente: Dott. Ing. PASQUALINI DANILO

Polverigi, Febbraio 2017

Dr. Geol. Ruggero Polenta



INDICE

1 - Premessa	pag.3
2 - Azione Sismica del Sito "Pericolosità Sismica di Base"	pag.3
3 - Categoria del Sottosuolo	pag.4
3.1 - Strumentazione impiegata	pag.4
3.2 - Procedure di analisi dati per stazioni singole H/V	pag.4
Stazione singola Geo1 – Dati di input	pag.5
Rapporto spettrale H/V	pag.6
Modello stratigrafico – Dati della stratigrafia	pag.7
4 - Categoria Topografica	pag.8
5 - Conclusioni	pag.9

ALLEGATI :

Sondaggi nn°1-2-3 ed elaborati della prova penetrometrica dinamica, estratti dalla relazione geologico-tecnica redatta in data Dicembre 2003, dalla Dott.ssa geol. Gigliola Alessandrini.

Tav.1 Corografia dell'area in scala 1:25.000

Tav.2 Planimetria Generale - Ubicazione indagini

**SCUOLA MATERNA VIA CARDUCCI DEL COMUNE DI OSTRÀ
VERIFICA DI VULNERABILITÀ SISMICA REDATTA AI SENSI
DEL D.M. 14.01.2008 E CIRCOLARE N° 617 DEL 02.02.2009 E
SECONDO LA DELIBERA DI GIUNTA N° 1168 DEL 26.07.2010
REGIONE MARCHE**

1 - Premessa

Con incarico e per conto del Dr. Ing. **PASQUALINI DANILO**, incaricato dall'Amministrazione comunale di Ostra, di condurre la verifica di vulnerabilità sismica dell'edificio scolastico sede della scuola materna (Biancaneve), sito in Via G. Carducci nel comune di Ostra, è stata eseguita in data 15 Febbraio 2017 un'indagine geofisica mediante la tecnica dei rapporti spettrali o HVSR.

L'indagine sismica è stata effettuata in prossimità del plesso scolastico (vedere Planimetria della scuola tav.2).

Attraverso l'analisi viene stimata la velocità di propagazione delle onde di taglio al fine di determinare la V_{s30} come esplicitamente richiesto dalle Norme Tecniche delle Costruzioni 2008. L'indagine geofisica proposta si avvale della metodologia basata sulla tecnica di *Nakamura* e sul rapporto spettrale H/V.

La classificazione sismica del sito, ossia la valutazione della "Categoria del Sottosuolo", è stata condotta interpretando il dato sismico acquisito nell'indagine, con la stratigrafia dei terreni dedotta da precedenti studi geognostici eseguiti nell'area. In particolare i sondaggi n. 2 e n. 3 eseguiti dal Dott. Geol. Massimo Mosca e riportati nell'elaborato geologico-tecnico redatto dalla Dott.ssa Geol. Gigliola Alessandroni nel Dicembre 2003.

Dall'analisi delle stratigrafie dei sondaggi, che sono state fornite dal committente e che hanno evidenziato come nell'area i terreni più superficiali siano di natura detritica (riporto) e come la formazione Plio-Pleistocenica si presenta superficialmente variamente alterata.

La classificazione topografica è stata valutata attraverso l'analisi morfologica del sito.

2 – Azione Sismica del Sito "Pericolosità Sismica di Base"

La pericolosità sismica del sito valutata di base alle indicazioni del DM 14 Gennaio 2008, definita come l'accelerazione massima attesa in condizioni di campo libero su sito rigido (*suolo di categoria A*) e superficie topografica orizzontale, determina gli spetti di risposta valutati per diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in intervalli di riferimento compresi fra 30 e 2.475 anni.

Le forme spettrali previste dalle NTC e definite da; a_g (*accelerazione orizzontale massima del terreno*), F_0 (*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*) per il sito in oggetto, sono riportate in tab.1.

Tab.1 - Valori dei parametri a_g, F_0, T_c^* per periodi di ritorno T_R di riferimento

$(^*)T_R$ (anni)	$(^*)a_g$ (g)	$(^*)F_0$	$(^*)T_c^*$ (s)
30	0,053	2,413	0,278
50	0,065	2,497	0,283
72	0,077	2,538	0,285
101	0,093	2,470	0,291
140	0,110	2,446	0,297
201	0,129	2,470	0,296
475	0,185	2,483	0,303
975	0,242	2,503	0,316
2475	0,342	2,456	0,329

(*) I valori sopra riportati sono stati determinati con il programma "Spettri NTC ver. 1.0.3"

3 – Categoria del Sottosuolo

3.1 - Strumentazione impiegata

Le misure di microtremore ambientale sono state effettuate per mezzo di un tomografo digitale portatile progettato specificamente per l'acquisizione del rumore sismico.

Per tale scopo viene utilizzato un sismografo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta Sara Instruments Srl (frequenza di risonanza 0.45 Hz).

Lo strumento (GeoBox – Sara Instrument) è dotato di tre sensori elettrodinamici (velocimetri) orientati secondo le direzioni NS, EW e verticalmente, ad alta definizione, alimentato a batterie, senza cavi esterni.

3.2 – Procedure di analisi dati per stazioni singole H/V

Sul terreno a lato dell'edificio scolastico, è stata condotta un'indagine geofisica attraverso l'acquisizione di n°1 registrazione a stazione singola, denominata HVSR n°1.

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva H/V, secondo la procedura descritta in Castellaro et al. (2005), avendo utilizzato i seguenti parametri:

- larghezza delle finestre d'analisi 20 s,
- lisciamento secondo finestra triangolare con ampiezza pari a 10% della frequenza centrale;
- rimozione dei transetti sulla serie temporale degli H/V.

La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (che contemplano la propagazione delle onde di *Rayleigh* e di *Love* nel modo fondamentale e superiori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino alle curve sperimentali.

Tale operazione è possibile esclusivamente in presenza di un vincolo che può essere la profondità, nota tramite prove dirette (sondaggi eseguiti in situ), di un riflettore sismico il cui *marker* sia riconoscibile nelle curve H/V (Castellaro e Mulargia, 2008) o la velocità delle onde di taglio (V_s) del primo strato nota da altre indagini.

Stazione singola Geo1 - Dati di input

Dati riepilogativi:

Numero tracce:	3
Durata registrazione:	1200 s
Frequenza di campionamento:	300,00 Hz
Numero campioni:	360000
Direzioni tracce:	Nord-Sud; Est-Ovest; Verticale.
Numero totale finestre selezionate:	37
Numero finestre incluse nel calcolo:	37
Dimensione temporale finestre:	27,307 s
Tipo di lisciamento:	Triangolare proporzionale
Percentuale di lisciamento:	10,00 %

Grafici tracce con finestre selezionate:

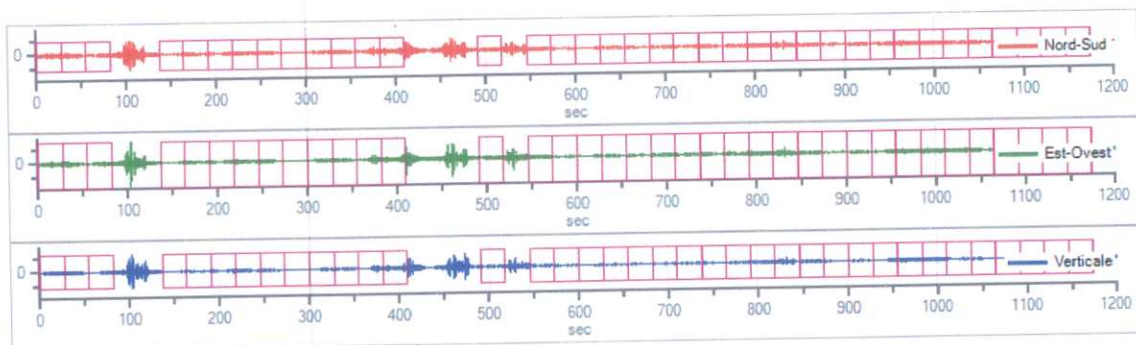


Fig.1: Traccia e finestre selezionate in direzione N-S, E-W e Verticale.

Grafici degli spettri

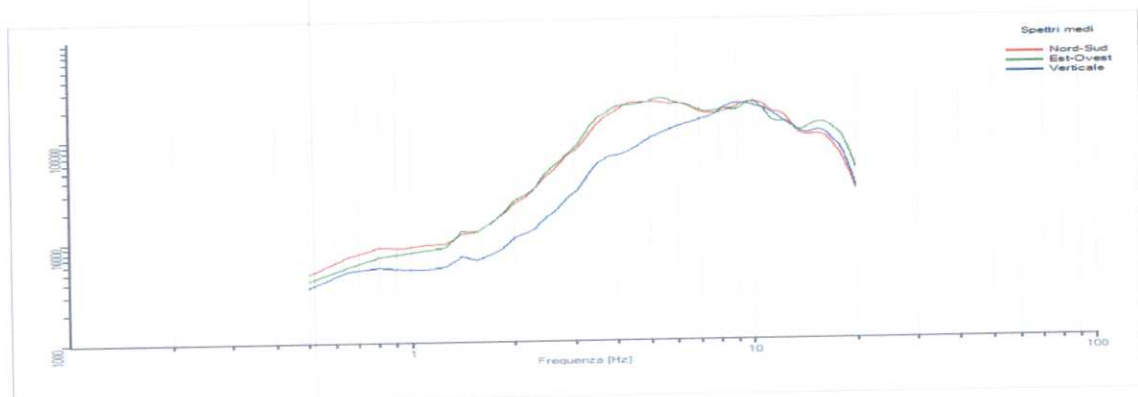


Fig.2: Spettri medi nelle tre direzioni.

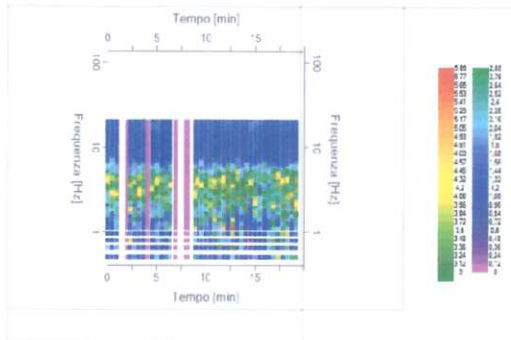


Fig.3: Mappa della stazionarietà degli spettri.

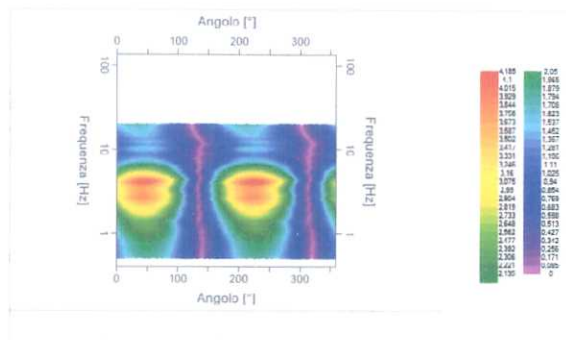


Fig.4: Mappa della direzionalità degli spettri.

Rapporto spettrale H/V

Dati riepilogativi:

Frequenza massima:	20,00	Hz
Frequenza minima:	0,50	Hz
Passo frequenze:	0,15	Hz
Tipo lisciamento:	Triangolare proporzionale	
Percentuale di lisciamento:	10,00	%
Tipo di somma direzionale:	Media aritmetica	

Verifiche SESAME:

Frequenza del picco del rapporto H/V:	4,25 Hz ±0,19 Hz
---------------------------------------	------------------

Affidabilità curva H/V - VERIFICATA	
$f_0 > 10/l_w$	OK
$n_c(f_0) > 200$	OK
$\sigma_A(f) < 2$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 > 0,5H$	OK
$\sigma_A(f) < 3$ per $0,5 f_0 < f < 2 f_0$ se $f_0 < 0,5H$	

Tab.2: Sesame - Affidabilità della curva H/V.

Affidabilità picco - VERIFICATA	
Exist f in $[f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f) < A_0/2$	NO
Exist f^* in $[f_0, 4 f_0] \mid A_{H/V}(f^*) < A_0/2$	OK
$A_0 > 2$	Ok
$f_{picco} [A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$	OK
$\sigma_f < \varepsilon(f)$	Ok
$\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$	OK

Tab.3: Sesame - Affidabilità del picco.

Grafico rapporto spettrale H/V

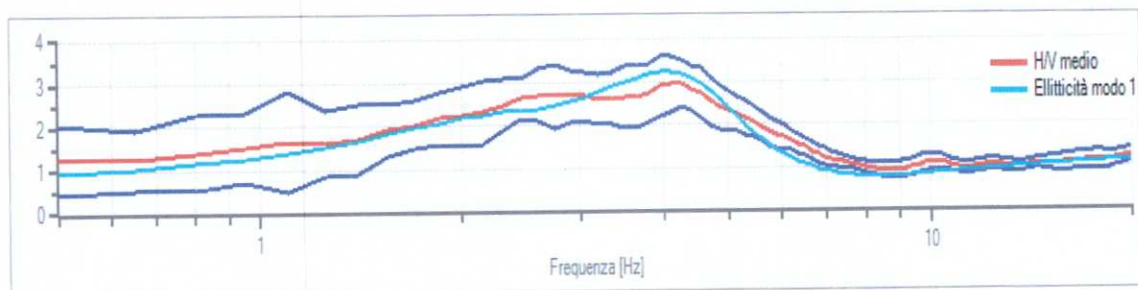


Fig.5 Rapporto spettrale H/V e suo intervallo di fiducia

Modello stratigrafico - Dati della stratigrafia:

Dall'indagine si possono distinguere nell'area n°3 strati che hanno comportamento meccanico e sismico complessivamente omogeneo vedere fig.6 e tab.4.

Dati della stratigrafia:

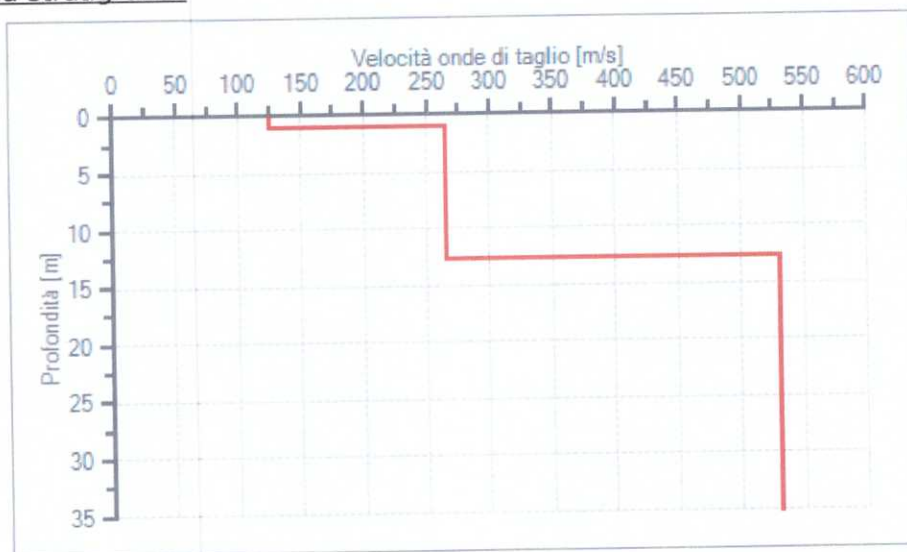


Fig. 6 Modello di velocità delle onde di taglio per il sito

Sismostrato (N°)	Profondità (m)	Spessore (m)	Velocità Media Onde S (m/s)
1	1	1	125
2	12.72	11.72	265
3	30.0	17.38	530

Tab.4 - Modello di sottosuolo per il sito

E' ora possibile stimare la V_{s30} , tramite la formula sotto riportata:

$$V_{s30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{si}}} [m/s] \quad (3.2.1 \text{ delle NTC/08})$$

dove:

V_s = valore di velocità delle onde di taglio (m/s)

h = profondità (m) alla quale si desidera stimare V_s

h_i = spessore dello strato i – esimo (m)

Considerando la velocità delle onde V_s fino a 30,0 m dal piano di imposta della fondazione o alla testa dei pali a circa -2,5 metri dal p.c. attuale, si possono distinguere i due strati sotto riportati, che hanno comportamento sismico complessivamente omogeneo:

Lo strato n° 1 corrisponde al litotipo più superficiale e relativo ai terreni detritici e della formazione alterata. Lo strato n° 2 invece, che ha uno spessore di monte decine di metri, rappresenta i terreni della formazione Plio-Pleistocenica poco alterata-inalterata.

strato n°1 : spessore = 10,22 m ; V_s = 265 m/s

strato n°2 : spessore = 19,78 m (fino a - 30 metri) ; V_s = 530 m/s

sostituendo i valori si ottiene:

$$V_{s30} = \frac{30}{\frac{10,22}{265} + \frac{19,78}{530}} = 395,32 \cdot m/s$$

Determinata la $V_{s30} = 385,92$ m/s per il sito in esame si può classificare il terreno di fondazione come **“Tipo B”**, dove la V_{s30} corrispondente è compresa nell'intervallo di 360 m/s e 800 m/s.

4 – Categoria Topografica

Dalla tabella 3.2.IV sotto riportata, si può classificare il sito appartenente alla **“Categoria T1”**

<i>Categoria</i>	<i>Caratteristiche della superfici topografica</i>
<i>T1</i>	<i>Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$</i>
<i>T2</i>	<i>Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$</i>
<i>T3</i>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$</i>
<i>T4</i>	<i>Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$</i>

5 – Conclusioni

Nel caso specifico, il calcolo della velocità delle onde V_{s30} è stato valutato considerando la quota d'imposta delle fondazioni a - 2,5 metri dal p.c. attuale.

Quindi come disposto dal DM 14/01/08 e la Circolare n°617 del 2/02/2009, nel calcolo per la verifica alla vulnerabilità sismica all'edificio scolastico, si dovrà considerare il sottosuolo assimilato alla **Categoria di tipo B** e **Topografica T1**.

Polverigi Febbraio 2017

Dott. Geol. Ruggero polenta



studio di geologia
dott. massimo mosca

Sondaggio N.: 1

Data: 23 - 12 - 93

Comm.: COMUNE DI OSTRA

Lavoro: ANALISI DEI DISSESTI

Cantiere: SCUOLA MATERNA

Sistema di perforazione: Rotazione diam.:200

Profondità	Stratigrafia	C EST	DESCRIZIONE TERRENO	Cu Kg/cm ³	P.P. qu Kg/cm ³																	
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10							
1	[diagonal lines]	RIPORTO	argille sabbiose con inclusi e livellati ghiaiosi e laterizi. Presenza di noduli carbonatici e inclusi carboniosi																			
2																						
3	[dots]	FORM. ALTERATA	sabbie limose ocre con fitte alternanze di livelli argillo- limosi centimetrici grigi o grigio-verdi con noduli carbonatici ed inclusi carboniosi																			
4																						
5																						
6	[diagonal lines]	FORM. INALTERATA	argille limose grigio-verdi con intercalati livelli centimetrici di sabbie limose ocre																			
7																						
8	[diagonal lines]	FORM. INALTERATA	argille massose grigio-azzurro con livelli centime- trici di sabbie grigio-azzurre																			
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
note:				MISURA FALDA ACQUIFERA					INFILTRAZIONI ORICHE													
				Data	Quota investimento	Livello acqua	Prof.															
																		
																		

studio di geologia
dott. massimo mosca

Sondaggio N.: 2
Data: 23 - 12 - 93

Comm.: COMUNE DI OSTRA		Lavoro: ANALISI DEI DISSESTI																				
Cantiere: SCUOLA MATERNA		Sistema di perforazione: Rotazione diam.:200																				
Profondità	Stratigrafia	C=Ed	DESCRIZIONE TERRENO	Cu Kg/cmq	P.P. qu Kg/cmq																	
					0	1	2	3	4	5	6	7	8	8	10							
1	[diagonal lines]	RIPORTO	argille limose brune con inclusi ghiaiosi e laterizi e noduli carbonatici																			
2																						
3	[stippled]	FORM. ALTERATA	sabbie limose ocra con fitte alternanze di livelli argillo- limosi centimetrici grigi o grigio-verdi con noduli carbonatici ed inclusi carboniosi																			
4																						
5																						
6	[diagonal lines]	FORM. INALTERATA	argille limose grigio-verdi con intercalati livelli centimetrici di sabbie limose ocra																			
7																						
8	[diagonal lines]	FORM. INALTERATA	argille marnose grigio-azzurro con livelli centime- trici di sabbie grigio-azzurro																			
9																						
10																						
11																						
12																						
13																						
14																						
15																						
16																						
17																						
18																						
19																						
20																						
note:				MISURA PALDA, ACQUIFERA					INFILTRAZIONI IDRICHE													
				Data	Quota investimento	Livello acqua	Prof.															
																		
																		

studio di geologia
dott. massimo mosca

Sondaggio N.: 3

Data: 23 - 12 - 93

Comm.: COMUNE DI OSTRÀ		Lavoro: ANALISI DEI DISSESTI																			
Cantiere: SCUOLA MATERNA		Sistema di perforazione: Rotazione diam.:200																			
Profondità	Stratigrafia	CUEa	DESCRIZIONE TERRENO	Cu Kg/cmq	P.P.																
					qu	Kg/cmq	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
1		FORM. ALTERNATA RIPURTO	argille sabbiose con abbondante ghiaia																		
2			argille limo-sabbiose brune con inclusi ghiaiosi																		
3			sabbie limose ocra con fitte alternanze di livelli argillo- limosi centimetrici grigi o grigio-verdi con noduli carbonatici ed inclusi carboniosi										X	X							
4			argille limose grigio-verdi con intercalati livelli centimetrici di sabbie limose ocra										X	X							
5															X						
6																					
7																					
8																					
9																					
10																					
11																					
12																					
13																					
14																					
15																					
16																					
17																					
18																					
19																					
20																					
note:				MISURA FALDA ACQUIFERA					INFILTRAZIONI IDRICHE												
				Data	Quota vestimento	Livello acqua	Prof.													
																
																

* FORO INCLINATO DI 30° SULLA VERTICALE

PROVA PENETROMETRICA DINAMICA

CERTIFICATO N.RO : 59-94

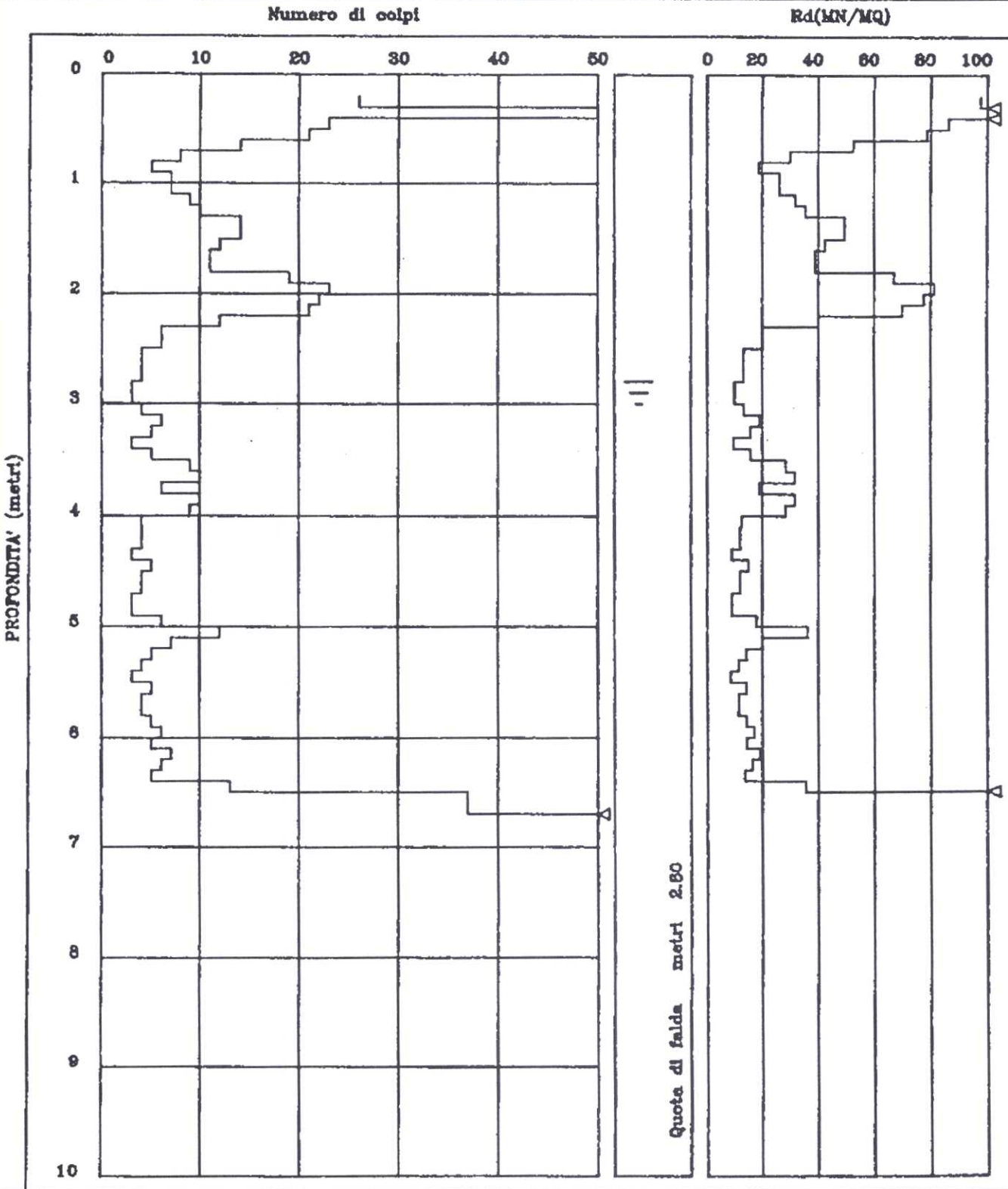
CANTIERE : SCUOLA VIA LEOPARDI

PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD.	PROF.	NC	RD	PROF.	NC	RD
0.20	26	97.50	5.20	5	14.29						
0.30	50	187.50	5.30	4	11.43						
0.40	23	86.25	5.40	3	8.57						
0.50	21	78.75	5.50	5	14.29						
0.60	14	52.50	5.60	4	11.43						
0.70	8	30.00	5.70	4	11.43						
0.80	5	18.75	5.80	5	14.29						
0.90	7	26.25	5.90	6	17.14						
1.00	7	26.25	6.00	5	14.29						
1.10	9	31.76	6.10	7	19.09						
1.20	10	35.29	6.20	6	16.36						
1.30	14	49.41	6.30	5	13.64						
1.40	14	49.41	6.40	13	35.45						
1.50	12	42.35	6.50	37	100.91						
1.60	11	38.82	6.60	37	100.91						
1.70	11	38.82	6.70	58	158.18						
1.80	19	67.06	6.80	58	158.18						
1.90	23	81.18	6.90	59	160.91						
2.00	22	77.65	7.00	60	163.64						
2.10	21	70.00									
2.20	12	40.00									
2.30	6	20.00									
2.40	6	20.00									
2.50	4	13.33									
2.60	4	13.33									
2.70	4	13.33									
2.80	3	10.00									
2.90	3	10.00									
3.00	4	13.33									
3.10	6	18.95									
3.20	5	15.79									
3.30	3	9.47									
3.40	5	15.79									
3.50	9	28.42									
3.60	10	31.58									
3.70	6	18.95									
3.80	10	31.58									
3.90	9	28.42									
4.00	4	12.63									
4.10	4	12.00									
4.20	4	12.00									
4.30	3	9.00									
4.40	5	15.00									
4.50	4	12.00									
4.60	4	12.00									
4.70	3	9.00									
4.80	3	9.00									
4.90	6	18.00									
5.00	12	36.00									
5.10	7	20.00									

LEGENDA : PROF. = PROFONDITA' DI INFISSIONE m.
 NC = NUMERO COLPI N.RO
 RD = RESISTENZA DINAMICA daN/cm²

Piochetto n. 1 /
 Cantiere
 SCUOLA VIA LEOPARDI
 Committente AMMUNE COMLE OSTR

Certif.n. 59-94
 del 15/04/1994



Località:
Via G. Carducci
Comune di Ostra (AN)

Committente: Dr. Ing. Danilo Pasqualini

Oggetto: Scuola materna via Carducci del comune di Ostra verifica di vulnerabilità sismica redatta ai sensi del D.M. 14.01.2008 e Circolare n° 617 del 02.02.2009 e secondo la D.G.R. Marche n° 1168 del 2010

Studio di Geologia
Dr. Geol. Ruggero Polenta
tel/fax 071 908880

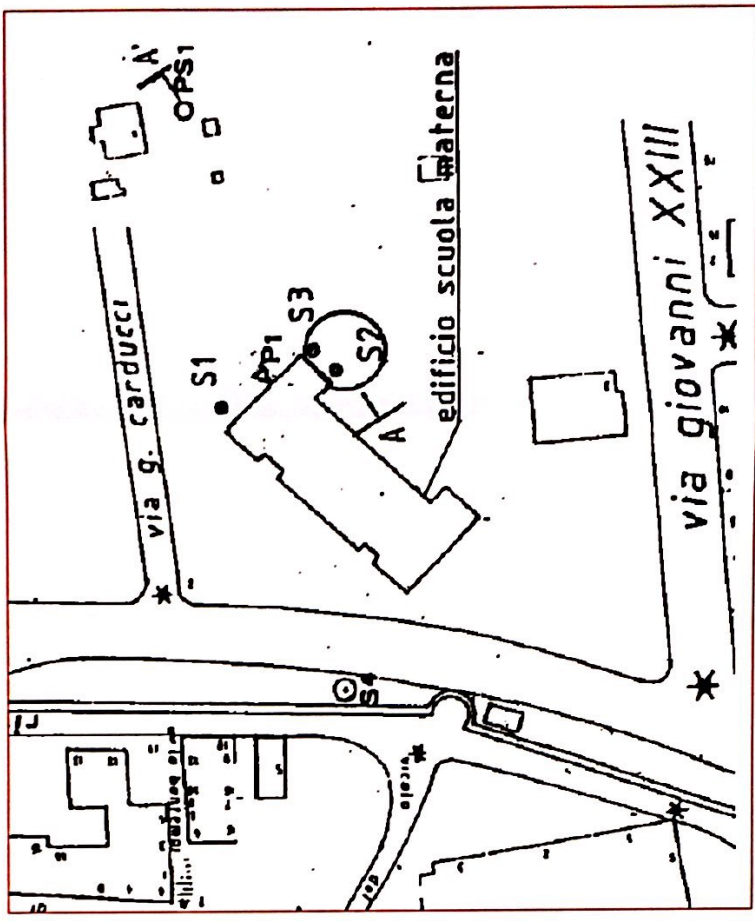
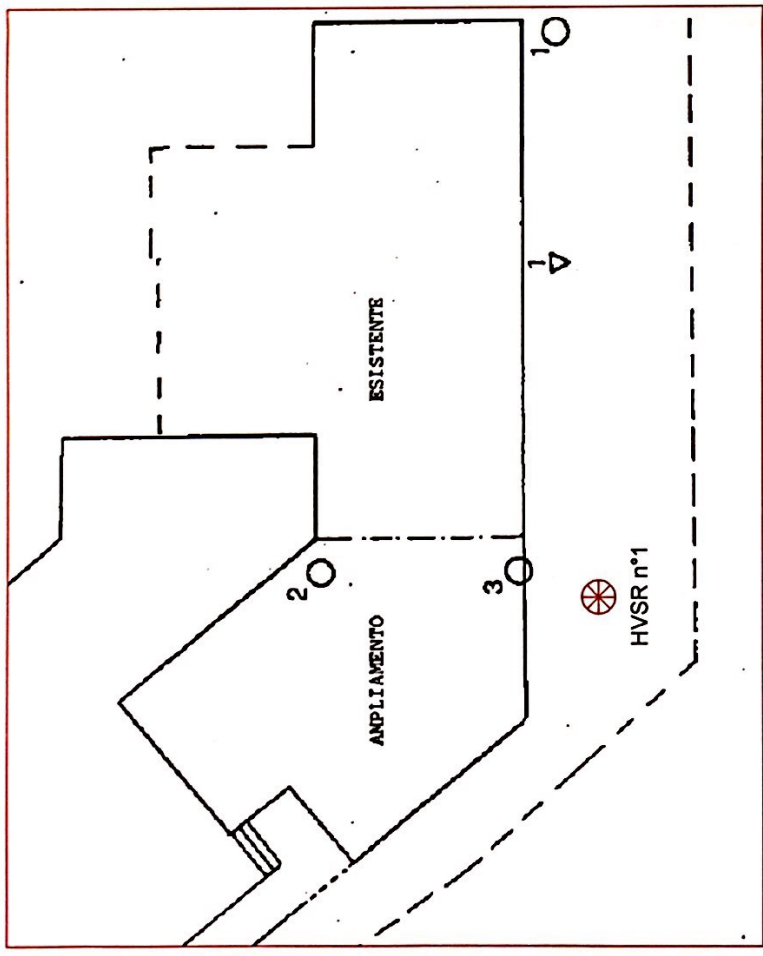
60020 Polverigi (An)
P.zza Umberto I n. 5
tel/fax 071 908880

Planimetria della scuola - Ubicazione indagini
(non in scala)

Data:
Febbraio 2017

tav. 2

TAVOLE ESTRATTE DALLA RELAZIONE GEOLOGICO-TECNICA REDATTA PER L'AMPLIAMENTO
DELL'EDIFICIO SCOLASTICO IN DATA DICEMBRE 2003



LEGENDA

- Sondaggio stratigrafico (data 23.12.1993)
- ▽ Prova penetrometrica dinamica (data 15.04.1994)
- ⊗ HVSr prova sismica passiva (data 15.02.2017)