



PRESIDENZA DEL CONSIGLIO DEI MINISTRI
 DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE
 UFFICIO SERVIZIO SISMICO NAZIONALE

SCHEDA DI SINTESI DELLA VERIFICA SISMICA DI EDIFICI STRATEGICI AI FINI DELLA PROTEZIONE CIVILE O RILEVANTI IN CASO DI COLLASSO A SEGUITO DI EVENTO SISMICO

(Ordinanza n. 3274/2003 – Articolo 2, commi 3 e 4, D.M.14/1/2008)

1) Identificazione dell'edificio		Spazio riservato DPC	
Regione UMBRIA	Codice Istat 101	Codice DPCM	N° progressivo intervento
Provincia TERNI	Codice Istat 055	Scheda n° 1	Data
Comune TERNI	Codice Istat 032	Complesso edilizio composto da 1 edifici	
Frazione/Località BORGORIVIO	Codice identificativo		
Indirizzo VIA DEL PELLICANO	Dati Catastali	Foglio 69	Allegato
Num. Civico 24 C.A.P. 05100	Particelle		278
Denominazione edificio SCUOLA ELEMENTARE "CARDUCCI"		Posizione edificio <input checked="" type="radio"/> Isolato <input type="radio"/> Interno <input type="radio"/> D'estremità <input type="radio"/> D'angolo	
Proprietario COMUNE DI TERNI		Coordinate geografiche (ED50 – UTM fuso 32-33)	
Utilizzatore MINISTERO ISTRUZIONE		E	Fuso
		1305402,1120	
		N	4716924,270
		33	

2) Dati dimensionali e età costruzione/ristrutturazione

N° Piani totali con interrati	Altezza media di piano [m]	Superficie media di piano [m²]	D	Anno di progettazione	1954
A 3	B 3,7	C 508	E	Anno di ultimazione della costruzione	1956
F <input type="radio"/> Nessun intervento eseguito sulla struttura dopo la costruzione					
G Anno di progettazione ultimo intervento eseguito sulla struttura 1998 G1 <input type="radio"/> Adeg. G2 <input type="radio"/> Miglior. G3 <input checked="" type="radio"/> Altro					

3) Materiale strutturale principale della struttura verticale

Cemento armato	Acciaio	Acciaio-calccestruzzo	Muratura	Legno	Misto (Muratura e c.a.)	Prefabbricati in c.a. o c.a.p.	Altro (specificare)
A <input type="radio"/>	B <input type="radio"/>	C <input type="radio"/>	D <input checked="" type="radio"/>	E <input type="radio"/>	F <input type="radio"/>	G <input type="radio"/>	H

4) Dati di esposizione

Numero di persone mediamente presenti durante la fruizione ordinaria dell'edificio **49**

5) Dati geomorfologici

Morfologia del sito				Fenomeni franosi	
A <input type="radio"/> Cresta/Diropo	B <input type="radio"/> Pendio Forte	C <input checked="" type="radio"/> Pendio leggero	D <input type="radio"/> Pianura	E <input checked="" type="radio"/> Assenti	F <input type="radio"/> Presenti

4	Velocità media onde di taglio V_{s30} 4 5 2 m/s	5	Resistenza Penetrometrica media N_{SPT} colpi	6	Resistenza media alla punta q_c kPa	7	Coesione non drenata media c_u kPa																									
8	Susceptibilità alla liquefazione SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/> NB: In caso affermativo compilare la parte destra	1) Profondità della falda da piano di campagna				Z_w .																										
		2) Profondità della fondazione rispetto al piano di campagna				Z_g .																										
		3) Presenza di terreni a grana grossa sotto la quota di falda entro i primi 15 m di profondità:				SI <input type="radio"/> - NO <input type="radio"/>																										
		<table border="1"> <tr> <td></td> <td>densità</td> <td>sciolte</td> <td>medie</td> <td>dense</td> </tr> <tr> <td>Spessore</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>					densità	sciolte	medie	dense	Spessore																					
			densità	sciolte	medie	dense																										
Spessore																																
3.1) Sabbie fini	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																												
3.2) Sabbie medie	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																												
3.3) Sabbie grosse	m	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>																												
9	Categoria di suolo di fondazione (NTC, Tab. 3.2.II e 3.2.III) B	10	<table border="1"> <tr> <td colspan="5">Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)</td> </tr> <tr> <td colspan="5">STATI LIMITE (P_{VR})</td> </tr> <tr> <td></td> <td>SLO (81%)</td> <td>SLD (63%)</td> <td>SLV (10%)</td> <td>SLC (5%)</td> </tr> <tr> <td>S_s</td> <td> 1 . 2 0 </td> <td> 1 . 2 0 </td> <td> 1 . 2 0 </td> <td> 1 . 1 7 </td> </tr> <tr> <td>$T_c = C_c T_c$</td> <td> 0 . 4 0 </td> <td> 0 . 4 1 </td> <td> 0 . 4 5 </td> <td> 0 . 4 6 </td> </tr> </table>					Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)					STATI LIMITE (P_{VR})						SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)	S_s	1 . 2 0	1 . 2 0	1 . 2 0	1 . 1 7	$T_c = C_c T_c$	0 . 4 0	0 . 4 1	0 . 4 5	0 . 4 6
Coefficiente di amplificazione stratigrafica (S_s) e periodo T_c (sec.)																																
STATI LIMITE (P_{VR})																																
	SLO (81%)	SLD (63%)	SLV (10%)	SLC (5%)																												
S_s	1 . 2 0	1 . 2 0	1 . 2 0	1 . 1 7																												
$T_c = C_c T_c$	0 . 4 0	0 . 4 1	0 . 4 5	0 . 4 6																												
11	Coefficiente di amplificazione topografica S_T (NTC, Tab. 3.2.IV) 1 . 0 0	12	Valori di S_s T_c ed S_T dedotti da studi specifici di RSL <input type="radio"/>																													

20) Regolarità dell'edificio

A	La configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali, in relazione alla distribuzione di masse e rigidezze ?	SI <input checked="" type="radio"/> - NO <input type="radio"/>
B	Qual è il rapporto tra i lati di un rettangolo in cui l'edificio risulta inscritto ?	1 3
C	Qual è il massimo valore di rientri o sporgenze espresso in % della dimensione totale dell'edificio nella corrispondente direzione ?	1 3 %
D	I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali e sufficientemente resistenti ?	SI <input checked="" type="radio"/> - NO <input type="radio"/>
E	Qual è la minima estensione verticale di un elemento resistente dell'edificio (quali telai o pareti) espressa in % dell'altezza dell'edificio ?	1 0 0 %
F	Quali sono le massime variazioni da un piano all'altro di massa e rigidezza espresse in % della massa e della rigidezza del piano contiguo con valori più elevati ?	2 9 %
G	Quali sono i massimi restringimenti della sezione orizzontale dell'edificio, in % alla dimensione corrispondente al primo piano ed a quella corrispondente al piano immediatamente sottostante. Nel calcolo può essere escluso l'ultimo piano di edifici di almeno quattro piani per il quale non sono previste limitazioni di restringimento.	1 9 % (p. 1°) 1 0 % (p. T)
H	Sono presenti elementi non strutturali particolarmente vulnerabili o in grado di influire negativamente sulla risposta della struttura (es. tamponamenti rigidi distribuiti in modo irregolare in pianta o in elevazione, camini o parapetti di grandi dimensioni in muratura, controsoffitti pesanti) ?	SI <input checked="" type="radio"/> - NO <input type="radio"/>
I	Giudizio finale sulla regolarità dell'edificio, ottenuto in relazione alle risposte fornite dal punto A al punto H	SI <input type="radio"/> - NO <input checked="" type="radio"/>

21) Fattore di confidenza

A	Determinato secondo le tabelle dell'Appendice C.8.A alla Circolare	<input checked="" type="radio"/>	
B	Determinato secondo la Direttiva PCM 12/10/07	<input type="radio"/>	

22) Livello di conoscenza

A	LC1: Conoscenza Limitata (FC = 1.35)	<input checked="" type="checkbox"/>
B	LC2: Conoscenza Adeguata (FC=1.20)	<input type="checkbox"/>
C	LC3: Conoscenza Accurata (FC= 1.00)	<input type="checkbox"/>

D	Geometria (Carpenteria) (cemento armato, acciaio)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione	<input type="checkbox"/>
		2) Rilievo ex-novo completo	<input type="checkbox"/>
E	Dettagli strutturali (cemento armato, acciaio)	1) Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e limitate verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
		2) Disegni costruttivi incompleti con limitate verifiche in situ	<input type="checkbox"/>
		3) Estese verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
		4) Disegni costruttivi completi con limitate verifiche in situ	<input type="checkbox"/>
		5) Esaustive verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
F	Proprietà dei materiali (cemento armato, acciaio)	1) Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e limitate prove in-situ	<input type="checkbox"/>
		2) Dalle specifiche originali di progetto o dai certificati di prova originali con limitate prove in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Estese prove in-situ	<input type="checkbox"/>
		4) Dai certificati di prova originali o dalle specifiche originali di progetto con estese prove in situ	<input type="checkbox"/>
		5) Esaustive prove in-situ	<input type="checkbox"/>
G	Quantità di rilievi dei dettagli costruttivi (cemento armato)	1) Elemento primario trave	___ ___ %
		2) Elemento primario pilastro	___ ___ %
		3) Elemento primario parete	___ ___ %
		4) Elemento primario nodo	___ ___ %
		5) Elemento primario altro (specificare)	___ ___ %
H	Quantità prove svolte sui materiali (cemento armato)	1) Elemento primario trave	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		3) Elemento primario parete	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini cls 2 -Provini acciaio
		6) Eventuali prove non distruttive svolte (elencare): a) b) c)	
I	Quantità di rilievi dei collegamenti (acciaio)	1) Elemento primario trave	___ ___ %
		2) Elemento primario pilastro	___ ___ %
		3) Elemento primario nodo	___ ___ %
		4) Elemento primario altro (specificare)	___ ___ %
L	Quantità prove svolte sui materiali (acciaio)	1) Elemento primario trave	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		2) Elemento primario pilastro	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		4) Elemento primario nodo	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
		5) Elemento primario altro (specificare)	1 -Provini acciaio 2 -Provini bulloni/chiodi
M	Geometria (Carpenteria) (muratura)	1) Disegni originali con rilievo visivo a campione per ciascun piano	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Rilievo strutturale	<input checked="" type="checkbox"/>
		3) Rilievo del quadro fessurativo	<input checked="" type="checkbox"/>

N	Dettagli strutturali (muratura)	1) Limitate verifiche in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Estese ed esaustive verifiche in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Buona qualità del collegamento tra pareti verticali ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		4) Buona qualità del collegamento tra orizzontamenti e pareti ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		5) Presenza di cordoli di piano o di altri dispositivi di collegamento ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		6) Esistenza di architravi strutturalmente efficienti al di sopra delle aperture?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		7) Presenza di elementi strutturalmente efficienti atti ad eliminare le spinte eventualmente presenti ?	SI <input type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
		8) Presenza di elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità ?	SI <input checked="" type="checkbox"/> - NO <input type="checkbox"/>
O	Proprietà dei materiali (muratura)	1) Limitate indagini in-situ	<input checked="" type="checkbox"/>
		2) Estese indagini in-situ	<input type="checkbox"/>
		3) Esaustive indagini in-situ	<input type="checkbox"/>
P	Edificio semplice	1) Rispondenza alla definizione ex-OPCM n. 3274/2003 all. 2 par. 11.5.10	SI <input type="checkbox"/> - NO <input checked="" type="checkbox"/>

23) Resistenza dei materiali (valori medi utilizzati nell'analisi)

		1	2	3	4	5	6	7	8
		Cls fondazione	Cls elevazione	Acciaio in barre	Acciaio profilati	Bulloni chiodi	Muratura 1	Muratura 2	Altro
A	Resistenza a Compressione (N/mm ²)						3,6	3,6	
B	Resistenza a Trazione (N/mm ²)						9,00	9,00	
C	Resistenza a taglio (N/mm ²)						9,08	9,09	
D	Modulo di elasticità Normale (GPa)						2,3	2,3	
E	Modulo di elasticità Tangenziale (GPa)						0,8	0,8	

24) Metodo di analisi

A	Analisi statica lineare	<input type="checkbox"/>	E	Fattore di struttura $q = 2,3$
B	Analisi dinamica modale	<input checked="" type="checkbox"/>		
C	Analisi statica non lineare	<input type="checkbox"/>		
D	Analisi dinamica non lineare	<input type="checkbox"/>		

25) Modellazione della struttura

A	Due modelli piani separati, uno per ciascuna direzione principale, considerando l'eccentricità accidentale			<input type="checkbox"/>
B	Modello tridimensionale con combinazione dei valori massimi			<input checked="" type="checkbox"/>
C	Periodi fondamentali	Direzione X 0,21	Direzione Y 0,41	
D	Masse partecipanti	Direzione X 56 %	Direzione Y 26 %	

Rigidzza flessionale ed a taglio		1			2			3								
		Non fessurata			Fessurata			con una riduzione del			determinata dal legame costitutivo utilizzato					
E	Elementi trave	○			○			□□□ %			○					
F	Elementi pilastro	○			○			□□□ %			○					
G	Muratura	☒			○			□□□ %			○					
H	Altro elem. 1 (specificare)	□□□□□□□□□□			○			○			□□□ %			○		
I	Altro elem. 2 (specificare)	□□□□□□□□□□			○			○			□□□ %			○		

26) Risultati dell'analisi: Capacità in termini di accelerazione al suolo e periodo di ritorno per diversi SL

		Tipo di rottura								
		cemento armato, acciaio				Muratura				Tutti
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		Primo collasso a taglio	Collasso di un nodo	Rotazione totale rispetto alla corda o verifiche a flessione o pressoflessione	Capacità limite del terreno di fondazione	Capacità limite fondazioni	Deformazione ultima nel piano	Resistenza fuori piano di un pannello	Resistenza nel piano di un pannello	Deformazione di danno i
A	PGA _{CLC}	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	
B	PGA _{CLV}	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	0.303	□□□□	0.072	0.000	
C	PGA _{CLD}									0.141
D	PGA _{CLO}									0.092
E	T _{RCLC}	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	
F	T _{RCLV}	□□□□	□□□□	□□□□	□□□□	2004	□□□□	□□□□	□□□□	
G	T _{RCLD}									1.82
H	T _{RCL0}									1.63

27) Domanda: valori di riferimento delle accelerazioni e dei periodi di ritorno dell'azione sismica

Stato limite		Accelerazione (g)	T _{RD} (anni)
A	Stato limite di collasso (SLC)	PGA _{DLC} □□□□	T _{RDLC} □□□□
B	Stato limite di salvaguardia (SLV)	PGA _{DLV} 0.225	T _{RDLV} 712
C	Stato limite di danno (SLD)	PGA _{DLD} 0.098	T _{RDLD} 75
D	Stato limite di operatività (SLO)	PGA _{DLO} 0.080	T _{RDLO} 45

28) Indicatori di rischio

Stato limite		Rapporto fra le accelerazioni	Rapporto fra i periodi di ritorno elevato ad a
A	di collasso (α_{uc})	□□□□ = (PGA _{CLC} /PGA _{DLC})	□□□□ = (T _{RCLC} /T _{RDLC}) ^a
B	per la vita (α_{uv})	0.000 = (PGA _{CLV} /PGA _{DLV})	0.000 = (T _{RCLV} /T _{RDLV}) ^a
C	di inagibilità (α_{ed})	1.439 = (PGA _{CLD} /PGA _{DLD})	1.438 = (T _{RCLD} /T _{RDLD}) ^a
D	per l'operatività (α_{eo})	1.150 = (PGA _{CL0} /PGA _{DLO})	1.148 = (T _{RCL0} /T _{RDLO}) ^a

29) Previsione di massima di possibili interventi di miglioramento

A	Criticità che condizionano maggiormente la capacità	1 <input type="checkbox"/> fondazioni 2 <input type="checkbox"/> travi 3 <input type="checkbox"/> pilastri	4 <input type="checkbox"/> setti 5 <input checked="" type="checkbox"/> murature 6 <input type="checkbox"/> solai	7 <input type="checkbox"/> coperture 8 <input type="checkbox"/> scale 9 <input type="checkbox"/> altro
B	Interventi migliorativi prevedibili	1 <input type="checkbox"/> interventi in fondazione 2 <input type="checkbox"/> aumento resist./dutt. sezioni 3 <input type="checkbox"/> nodi/collegamenti telai	4 <input checked="" type="checkbox"/> aumento resistenza muri 5 <input type="checkbox"/> tiranti, cordoli, catene 6 <input type="checkbox"/> solai o coperture	7 <input type="checkbox"/> eliminazione spinte 8 <input type="checkbox"/> altro 9 <input type="checkbox"/> altro
C	Stima dell'estensione degli interventi in relazione alla volumetria totale della struttura	Codice intervento 1 4	90 % percentuale volumetrica dell'edificio interessata	
		Codice intervento 2 □	□□ % percentuale volumetrica dell'edificio interessata	
		Codice intervento 3 □	□□ % percentuale volumetrica dell'edificio interessata	
D	Stima dell'incremento di capacità conseguibile con gli interventi	1 <input type="checkbox"/> SLC 2 <input checked="" type="checkbox"/> SLV 3 <input type="checkbox"/> SLD	Codice intervento 1 4 PGA1 0.20 Codice intervento 2 □ PGA2 □□□ Codice intervento 3 □ PGA3 □□□	approssimazione ± 0.01 g approssimazione ± □□□ g approssimazione ± □□□ g

Punto 2/G3 - Sono stati eseguiti interventi per un ascensore e una scala di sicurezza, entrambi esterni e con giunto, con conseguenti paraggi in corrispondenza di vetri finestrati esistenti; inoltre è stato realizzato un nuovo baggio con apertura di due piccole luci ($\approx 60 \times 60$ cm) sul lato est al 1° piano.

Punto 20/H - Sono presenti divisoni in travi delle anse con superficie $> 20 \text{ m}^2$, connessi da travi in c.a. e in un caso senza elementi (traverse o muri) sotto travi.

Punto 29/D - Nella stima degli incrementi di capacità non sono state considerate le travi di collegamento in muratura. Il primo valore diverso da zero per la resistenza nel piano di un pannello si ottiene dopo il consolidamento dei primi tre massi più vulnerabili (due nel sottotetto e uno al piano primo) ottenendo un valore di PGA CV pari a 0,048 (con un conseguente $I_R = 0,079$).
 Proseguendo e consolidando tutte le murature si ottiene il valore ripartito a cui compete un indice di rischio pari a $I_R = 0,869$.

<p align="center">Beneficiario finanziamento</p> <p>Codice fiscale <input type="text"/></p>	<p align="center">Firma</p>
<p align="center">Tecnico incarico della verifica sismica</p> <p>Nome ALBERTO <input type="text"/></p> <p>Cognome CUSTODI <input type="text"/></p>	<p align="center">Firma</p> <p><i>Alberto Custodi</i></p> <div data-bbox="1149 1882 1436 2086" style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p align="center">ORDINE degli INGEGNERI</p> <p align="center">INGEGNERE Alberto CUSTODI</p> <p>civile ed ambientale industriale A 423</p> <p> dell'informazione</p> <p align="center">Provincia di TERNI</p> </div>

Scuola elementare Carducci in via del Pellicano a Terni

Breve relazione sulla capacità resistente strutturale

1. La struttura originaria

La scuola è stata realizzata in muratura, ha tre piani di cui uno seminterrato. Non è stata reperita una relazione di calcolo a corredo dell'esistente progetto architettonico. È stata realizzata in un unico periodo e dalla stessa ditta. La realizzazione è testimoniata dagli esistenti libretti delle misure.

2. Il comportamento strutturale complessivo nei confronti del sisma

La struttura è stata presumibilmente progettata a norma di legge vigente, quindi non in chiave antisismica. Le indagini eseguite hanno mostrato corrispondenza tra le informazioni deducibili dai libretti delle misure e le strutture effettivamente realizzate. Le fondazioni sono continue, in calcestruzzo e disposte su due livelli. Le murature longitudinali sono portanti i solai, presentano murature trasversali complete solo in corrispondenza delle testate, le scale sono in calcestruzzo armato e collegano tutti i livelli, sono presenti divisori delle aule realizzati in laterizio, di grandi dimensioni, maggiori di $20m^2$, sostenuti da travi in calcestruzzo e in un caso senza elementi, tramezzi o muri, sotostanti. Una parete longitudinale esterna, quella posta più a valle, risulta sensibilmente indebolita dalle finestrate delle aule. I solai di piano possono essere considerati in grado di ripartire rigidamente l'azione sismica soltanto in corrispondenza del calpestio dei due livelli aule. Il solaio di copertura dell'ultimo piano, realizzato a plafone, travetti collegati da tavelloni più bassi e senza getto di soletta collaborante, non ha comportamento rigido.

3. Il modello di calcolo

La struttura è stata modellata utilizzando il programma SismiCad 12.1 della Concrete S.r.l. di Padova. È stata considerata come costruzione esistente con livello di conoscenza LC1. Le caratteristiche dei materiali sono state prese dalla normativa NTC2008, i carichi strutturali e permanenti pari a quelli esistenti, i carichi accidentali dalla normativa NTC2008. È stato realizzato un modello strutturale tridimensionale complessivo.

4. I risultati del calcolo

Il modello di calcolo è stato sottoposto ad azione sismica mediante analisi dinamica lineare con fattore di struttura q . I risultati ottenuti sono riportati nella scheda di sintesi. Come indicato nelle note della scheda, per la resistenza nel piano di un pannello in muratura, il primo valore diverso da zero si è ottenuto dopo il consolidamento dei tre maschi murari più vulnerabili, due al livello del sottotetto e uno a quello del piano primo, ottenendo un valore di $PGA_{clv}=0,018$ con un conseguente $I_r=0,079$.

In fede

Ing. Alberto Custodi

