

Corso di aggiornamento

Verifica sismica degli edifici esistenti in c.a.

1b - Rischio sismico e vulnerabilità sismica
(lasciato come documentazione)

Forlì

29-31 gennaio 2015

Aurelio Gheresi

Rischio sismico

Un sistema (struttura, infrastruttura ...) ubicato in una zona sismica è soggetto alla possibilità di subire danni per effetto di un terremoto e quindi che questi danni inducano perdite alla collettività in termini economici, culturali e di vite umane

Rischio sismico:

relazione tra il verificarsi di un evento sismico e le perdite socio-economiche del sistema funzionale in esame

Rischio sismico

Rischio sismico:

relazione tra il verificarsi di un evento sismico e le perdite socio-economiche del sistema funzionale in esame

Definizione probabilistica di rischio sismico:

probabilità che, in un dato arco di tempo t^* , venga raggiunto un assegnato livello di perdita, indicato con L_i .

$$R = p(t^*, L_i).$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Pericolosità sismica

È una misura della potenzialità distruttive del terremoto atteso in una data area

In termini probabilistici è la probabilità che in un lasso temporale t^* si registri un livello di intensità sismica H_k :

$$P = p(t^*, H_k)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Vulnerabilità sismica

È una misura della propensione al danneggiamento strutturale, a prescindere dalla sismicità dell'area

In termini probabilistici è la probabilità che per un livello di intensità sismica H_k si verifichi un livello di danneggiamento D_j :

$$V = p(H_k, D_j)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Esposizione

È una misura della perdita (economica, di vite umane, ecc.) associata ad un livello di danno

In termini probabilistici è la probabilità che per un livello di danneggiamento D_j si verifichi un livello di perdita L_i :

$$E = p(D_j, L_i)$$

Rischio sismico

Il rischio sismico è determinato dalla contemporanea presenza di tre contributi:

- Pericolosità sismica
- Vulnerabilità sismica
- Esposizione

$$R = p(t^*, L_i) = P \times V \times E$$

$$R = p(t^*, H_k) \times p(H_k, D_j) \times p(D_j, L_i)$$

Se anche uno solo dei tre contributi è nullo o trascurabile il rischio è nullo o trascurabile

Rischio sismico

L'approccio probabilistico alla valutazione della vulnerabilità, del danno e del rischio sismico presuppone l'applicazione di tecniche di valutazione su campioni significativi di organismi strutturali

- Indagini di vulnerabilità a grande scala (interi comuni o vaste aree territoriali)
- Indagini su piccola-media scala (gruppo limitato di immobili, quartieri, analisi tipologiche, ecc.)
- Indagini su piccolissima scala (esame del singolo edificio o di pochi edifici)
valutazione delle prestazioni sismiche

Indagini a grande o media scala

Le schede di rilievo

La valutazione della vulnerabilità è basata sulla conoscenza dell'organismo strutturale esaminato

L'acquisizione guidata dei dati necessari alla valutazione viene effettuata mediante apposite schede

Le schede di rilievo

Schede di vulnerabilità ed esposizione:
sono classificate in relazione alla loro finalità e al
livello di dettaglio delle informazioni

- prescheda per la raccolta di informazioni preliminari al censimento di vulnerabilità
- censimento speditivo di vulnerabilità per edifici in muratura o in cemento armato
- scheda di 1° / 2° livello per il rilevamento dell'esposizione e della vulnerabilità di edifici (muratura, c. a.), capannoni industriali, chiese
- scheda per il rilievo post-terremoto (valutazioni a posteriori della vulnerabilità)

Scheda di 1° livello

Sezione 1 - DATI RELATIVI ALLA SCHEDA		Sezione 2 - LOCALIZZAZIONE EDIFICIO	
Cod. ISTAT Provincia <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Cod. ISTAT Sez. Cens. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Cod. ISTAT Comune <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		RIFERIMENTO CATASTALE Foglio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Mappale <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Particella <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Comune <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		CARTOGRAFIA DI RILEVAZIONE Foglio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Aggregato strutturale <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> Edificio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
URBANISTICA Zona di piano <input type="text"/> <input type="text"/> Piano attuut. <input type="text"/> <input type="text"/> Vincoli <input type="text"/> <input type="text"/>		Altezza massima fuori terra valutata in gronda (m) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Sezione 3 - DATI METRICI		Altezza minima fuori terra valutata in gronda (m) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Superficie media N° piani a superficie coperta (mq) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Larghezza strada fronte principale (m) <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Sezione 4 - USO		Proprietà <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Totale unità d'uso <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Conduzione prev. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Stato dell'edificio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		1 diretta 2 in locazione	
Condizioni d'uso <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		1 totalmente utilizzato 2 parzialmente utilizzato 3 non utilizzato 4 abbandonato	
Residenza 2 no <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Abitazioni occupate <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Att. produttive <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Abitazioni libere <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Servizi pubbl. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Abitazioni occup. salt. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Denom. dell'edificio <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Intensità d'uso <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Unità d'uso <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Periodo di utiliz. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Codice <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Ut. Potenz. <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Tipo <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		h/gg <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
Sup. % <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Bacino di utenza <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	

Sezione 5 - ETÀ DELLA COSTRUZIONE - INTERVENTI		Sez. 6 - STATO DELLE FINITURE E IMPIANTI	
Classi di età Interventi		E Efficiente Intonaci/ paramenti esterni <input type="text"/> <input type="text"/>	
A prima del 19 0 Nessuno Classe di età di costr <input type="text"/> <input type="text"/>		N Non efficiente Infissi esterni <input type="text"/> <input type="text"/>	
B 19 - 45 1 Ampliamento Classe di età ultimo int. <input type="text"/> <input type="text"/>		Z Non esistente Impianto elettrico <input type="text"/> <input type="text"/>	
C 46 - 60 2 Sopraelevazione Tipo ultimo int. <input type="text"/> <input type="text"/>		Impianto idrico <input type="text"/> <input type="text"/>	
D 61 - 71 3 Ristrutturazione		Finiture interne (intonaci, pav.) <input type="text"/> <input type="text"/>	
E 72 - 75 4 Restauro		Riscaldamento <input type="text"/> <input type="text"/>	
F 76 - 8 5 Manutenzione		Servizi igienici <input type="text"/> <input type="text"/>	
G dopo 8 6 Rip. antisismica			
H 7 Adeq. antisismico			
Sezione 7 - TIPOLOGIA STRUTTURALE			
Strutture verticali		Strutture orizzontali	
Mur a sacco		Legno	
Mur a sacco con spigoli, mazzette e ricorsi		Legno con catene	
Mur pietra sbazzata		Putrelle e voltine o tavelloni	
Mur pietra sbazzata con rinforzi c.s.		Putrelle e voltine o tavelloni con catene	
Mur pietre arrotondate		Laterocemento o solette in c.a.	
Mur pietre arrotondate con rinforzi c.s.		Volte senza catene	
Mur blocchetti tufo o pietra ben squadrate		Volte con catene	
Mur blocchetti calc. inerti pesanti		Miste volte solai	
Mur blocchetti calc. inerti leggeri		Miste volte solai con catene	
Mur mattoni pieni o multifori			
Mur mattoni forati		Coperture	
Pareti calc. non armato		Legno spingenti	
Pareti calc. armato		Legno "poco spingenti" (vedi manuale)	
Telai di c.a. non tamponati		Legno a spinta eliminata o travi orizz.	
Telai di c.a. con tamponature deboli		Laterocemento o solette in c.a.	
Telai di c.a. con tamponature consist.		Acciaio spingenti	
Ossatura metallica		Acciaio non spingenti	
Miste		Miste spingenti	
		Miste non spingenti	
		Tipologia edilizia prevalente <input type="text"/> <input type="text"/>	
Scale		1 tipologia specialistica (capannoni, chiese, etc.)	
Struttura appoggiata in legno		2 muratura o mista	
Struttura a sbalzo in legno		3 c.a.	
Struttura appoggiata in acciaio		4 acciaio	
Struttura a sbalzo in acciaio		5 altro	
Struttura appoggiata in pietra o laterizio			
Struttura a sbalzo in pietra o laterizio			
Volta appoggiata in muratura			
Volta a sbalzo in muratura			
Struttura appoggiata in c.a.			
Struttura a sbalzo in c.a.			
Sezione 8 - ESTENSIONE E LIVELLO DEL DANNO			
Evento In data <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		Estensione del danno	
1 sisma <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		10 <	
2 altro <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>		20 <	
		30 <	
		40 <	
		50 <	
		60 <	
		70 <	
		80 <	
		90 <	
Livello del danno			
Nessun danno A			
Danno lieve B			
Danno medio C			
Danno grave D			
Danno gravissimo E			
Danno totale F			
Danni impianti 2 no <input type="text"/> <input type="text"/>			

Scheda di 2° livello

N	PARAMETRO	VALORI	CODIFICHE
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE	<input type="checkbox"/>	<p>La valutazione va riferita alla direzione più debole.</p> <p>1 Pareti in c.a. in entrambi le direzione 2 Pilastri e travi alte 3 Pilastri e travi in spessore di solaio 4 Altro _____ 5 Non so</p>
2	DISTRIBUZIONE DELLE TAMPONATURE	<input type="checkbox"/>	<p>Considerare solo le tamponature esterne e i campi di tamponatura pieni per più del 70% a contatto con la maglia strutturale (travi e pilastri).</p> <p>A Su 4 lati esterni B Su 3 lati esterni C Su 2 lati esterni D Su 1 lato esterno</p>
3	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	Forma <input type="checkbox"/>	<p>IL nucleo scale e ascensore sono da considerarsi resistenti quando sono realizzati o in pareti di c.a. o a struttura intelaiata con tamponatura consistente (Blocchi cls o tufo, mattoni pieni o forati doppio UNI)</p> <div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="flex: 1;"> <p>1 Forma compatta con nucleo scala ascensore resistente centrale</p> <p>2 Forma compatta con nucleo scala ascensore resistente eccentrico</p> <p>3 Forma non compatta con nucleo scala ascensore resistente centrale</p> <p>4 Forma non compatta con nucleo scala ascensore resistente eccentrico</p> </div> <div style="flex: 2;"> <p>Forme compatte</p> <p>Forme non compatte</p> </div> </div>
4	IRREGOLARITA IN ELEVAZIONE	Piano debole <input type="checkbox"/> Pilastri tozzi <input type="checkbox"/>	<p>Per piano debole si intende un piano che ha una rigidezza ridotta rispetto agli altri come il caso di piano pilotis o piani con grandi aperture o privi di tamponature o poste in aggetto o arretrate rispetto alla maglia strutturale</p> <p>A Assente B Diverso dal piano terra con nucleo scala-ascensore resistente C Al piano terra con nucleo scala-ascensore resistente D Diverso dal piano terra senza nucleo scala-ascensore resistente E Al piano terra senza nucleo scala-ascensore resistente</p> <p>1 Assenti 2 Per travi a ginocchio o piani sfalsati 3 Per finestre a nastro 4 Altro _____</p>

Codice ISTAT Provincia ¹ <input type="text"/>		Codice ISTAT Comune ³ <input type="text"/>		Scheda No. ⁸ <input type="text"/>
PARAMETRI	Class. ^{si}	Qual. ^{inf.}	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	
1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Norm. nuove costruz. (cl. A) <input type="checkbox"/> 33 Norm. riparazioni (cl. A) <input type="checkbox"/> 2 Cord. e cat. tutti livelli (cl. B) <input type="checkbox"/> 3 Buoni amm. fra mur. (cl. C) <input type="checkbox"/> 4 Senza cord. cattivi amm. (cl. D) <input type="checkbox"/> 5	
2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(vedi manuale) <input type="checkbox"/> 34	
3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Numero di piani N <input type="checkbox"/> 35 Area tot. cop. A _t (mq) <input type="checkbox"/> 37 Area A _x (mq) <input type="checkbox"/> 41 Area A _y (mq) <input type="checkbox"/> 44 r _x (t/mq) <input type="checkbox"/> 47 Alt. media interp. h (m) <input type="checkbox"/> 50 Peso spec. par. p _m (t/mc) <input type="checkbox"/> 52 Carico perm. sol. p _s (t/mq) <input type="checkbox"/> 54	
4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Pend. perc. terr. <input type="checkbox"/> 56 Roccia fond. si <input type="checkbox"/> 1 no <input type="checkbox"/> 2 Terr. sc. non sp. fond. si <input type="checkbox"/> 3 no <input type="checkbox"/> 4 Terr. sc. sp. fond. si <input type="checkbox"/> 5 no <input type="checkbox"/> 6 Diff. max di quota Δh (m) <input type="checkbox"/> 59	
5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Piani sfalsati si <input type="checkbox"/> 1 no <input type="checkbox"/> 2 Orizz. rig. e ben coll. <input type="checkbox"/> 63 Orizz. def. e ben coll. <input type="checkbox"/> 2 Orizz. rig. e mal coll. <input type="checkbox"/> 3 Orizz. def. e mal coll. <input type="checkbox"/> 4 % or. rig. ben coll. <input type="checkbox"/> 64	
6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rapp. perc. β ₁ = a/l <input type="checkbox"/> 66 Rapp. perc. β ₂ = b/l <input type="checkbox"/> 70	
7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	% aumento (+) / riduz. (-) di massa <input type="checkbox"/> 74 Rapp. perc. T/H <input type="checkbox"/> 77 Perc. in sup. port. <input type="checkbox"/> 79 Piano terra port. si <input type="checkbox"/> 1 no <input type="checkbox"/> 2	
M8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Rapp. massimo l/s <input type="checkbox"/> 82	
M9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cop. non sp. <input type="checkbox"/> 84 poco sp <input type="checkbox"/> 1 sp <input type="checkbox"/> 2 Cord. in copert. si <input type="checkbox"/> 1 no <input type="checkbox"/> 2 Cat. in copert. si <input type="checkbox"/> 1 no <input type="checkbox"/> 2 Car. perm. cop. p _c (t/mq) <input type="checkbox"/> 87 Lungh. app. cop. l _a (m) <input type="checkbox"/> 90 Perim. cop. l (m) <input type="checkbox"/> 93	
10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(vedi manuale) <input type="checkbox"/>	
11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	(vedi manuale) <input type="checkbox"/>	
			SCHEMI - RICHIAMI (MURATURA)	
			Parametro 3. Resistenza convenzionale. Tipologia struttura verticale r _x (t/mq) _____ Minimo fra A _x e A _y A (mq) _____ Massimo fra A _x e A _y B (mq) _____ Coeff. a ₀ = A/At _____ Coeff. γ = B/A _____ $q = (A_x + A_y) h \cdot p_m / At + p_s$ $C = \frac{a_0 \cdot r_x}{q \cdot N} \cdot \sqrt{1 + \frac{q \cdot N}{15 \cdot a_0 \cdot r_x \cdot (1 + \gamma)}}$ α = C/0.4 _____	
			Parametro 6. Configurazione planimetrica. $\beta_1 = \frac{a}{l}$ $\beta_2 = \frac{b}{l}$	
			Parametro 7. Configurazione in elevazione. 	
			Parametro M9. Copertura. 	

Matrice di probabilità di danno

La relazione tra danno e intensità sismica può essere espressa in termini matriciali

Grado di danno	Grado di intensità sismica				
	VI	VII	VIII	IX	X
1	50				
2	5				
3		50			
4		5	50		
5			5	50	75

Curve di fragilità

La relazione tra danno e intensità sismica in termini probabilistici è definita curva di fragilità

