

RILEVAMENTO DELLA VULNERABILITA' SISMICA DEGLI EDIFICI

ISTRUZIONI PER LA COMPILAZIONE DELLA SCHEDA DI 2° LIVELLO

Cemento Armato

Indice

1.	Parametro 1 - Tipo ed organizzazione del sistema resistente	pag. 3
2.	Parametro 2 - Qualità del sistema resistente	pag. 6
3.	Parametro 3 - Resistenza convenzionale	pag. 8
4.	Parametro 4 - Posizione edificio e fondazioni	pag. 11
5.	Parametro 5 - Orizzontamenti	pag. 12
6.	Parametro 6 - Configurazione planimetrica	pag. 13
7.	Parametro 7 - Configurazione in elevazione	pag. 16
8.	Parametro 8 - Collegamenti ed elementi critici	pag. 17
9.	Parametro 9 - Elementi con bassa duttilità	pag. 20
10.	Parametro 10 - Elementi non strutturali	pag. 21
11.	Parametro 11 - Stato di fatto	pag. 22
Allegato n° 1 - Scheda di rilevamento		pag. 24

1. Tipo ed organizzazione del sistema resistente

Criteri di definizione

La struttura in c.a. - se a telai - reagisce chiamando in causa le murature generalmente presenti nei campi di telaio.

I comportamenti dei tre tipi principali sono così schematizzabili:

- 1) La costruzione di tipo A) è rigida per la presenza di pareti in c.a. o murature consistenti nei campi di telaio; si ipotizza un mantenimento delle caratteristiche di resistenza anche in occasione e al termine dell'evento sismico atteso più intenso;
- 2) La costruzione di tipo B) ha un comportamento rigido-fragile iniziale, al sopraggiungere del sisma, seguito da messa fuori uso degli elementi rigidi (murature e pannelli) e successivo comportamento con buone caratteristiche di resistenza e duttilità, anche se con maggiore deformabilità, per la presenza di telai "antisismici";
- 3) La costruzione di tipo C) ha un comportamento rigido-fragile iniziale, come la precedente, seguito da un forte decadimento delle caratteristiche di rigidezza e resistenza.

Per individuare il sistema resistente principale occorre valutare - sia pure in modo approssimato - la resistenza offerta dai singoli elementi resistenti nella direzione individuata come la peggiore. A tale scopo si fanno due ipotesi di base:

- a) si considerano le sezioni interamente reagenti;
- b) ogni piano può subire solamente traslazioni orizzontali o rotazioni intorno ad un asse verticale (deformazione shear-type).

Sotto tali ipotesi la ripartizione avviene proporzionalmente a momenti di inerzia e aree di taglio. Poiché si assume che gli elementi resistenti siano prevalentemente pareti di c.a. e/o murature in campi di telaio, si può trascurare la deformazione per flessione. Se, ancora, si assumono i fattori di forma delle sezioni uguali all'unità, si può concludere che ad ogni sezione compete una forza proporzionale a $A \tau \cos^2 \alpha / h$ in cui A è l'area della sezione, α è l'angolo acuto fra la direzione di riferimento e quella del piano "forte" della parete, h è l'altezza dell'elemento e τ è una resistenza tangenziale avente i seguenti valori:

- murature soddisfacenti i requisiti della classe A $\tau = 30 \div 35 \text{ t/m}^2$
- murature soddisfacenti i requisiti della classe B $\tau = 15 \div 20 \text{ t/m}^2$
- pareti in c.a. (e pilastri di c.a.) $\tau = 150 \div 250 \text{ t/m}^2$

(La grande variabilità dell'ultimo valore tiene conto della quantità di armatura presente).

Si può assumere $E = 30.000 \tau$ per la muratura e $E = 15.000 \tau$ per il c.a.

Si definisce sistema resistente principale quello che assume su di sé più del 70% delle azioni orizzontali.

La valutazione del sistema resistente principale è necessaria ai fini dell'assegnazione della classe.

Classi

A - Struttura rigida-resistente.

Edifici che ricadono in una delle seguenti categorie:

- 1) Edifici con sistema resistente principale costituito da pareti, pannelli in c.a. o murature armate.
- 2) Edifici con sistema resistente principale costituito da telai di c.a. e murature consistenti, efficienti e ben collegate ai campi di telaio, tali cioè da soddisfare i seguenti requisiti:
 - a) sono formate da elementi robusti (mattoni pieni o semipieni, blocchi con inerti di cls o argilla espansa, pietre naturali o artificiali piene e squadrate – anche grossolanamente – quali tufi, calcari, ecc.) con malta di buona fattura;
 - b) le aperture sono di forma “compatta” (quindi senza angoli concavi o troppo allungate) e non superano il 30% della superficie della muratura;
 - c) il rapporto fra altezza e spessore è inferiore a 20;
 - d) le tamponature non hanno distacchi dal telaio superiori ad 1 cm;
 - e) le tamponature non aggettano, rispetto al filo esterno del telaio, di più del 20% dello spessore.

Intorno ai campi di muratura devono essere presenti dei telai formati da travi e pilastri senza soluzione di continuità le cui sezioni trasversali non devono avere un'area inferiore a $25 b$, con b paragonabile allo spessore della muratura (in cm.).

B - Struttura rigida-fragile / deformabile-resistente.

Edifici con sistema resistente principale costituito da campi di muratura inseriti in telai di c.a. aventi rapporti di rigidezza trave/pilastro superiori a 1.5. Le murature devono soddisfare i seguenti requisiti (pur non soddisfacendo i requisiti di **A**)

- a) le aperture non superano il 60% del totale;
- b) il rapporto fra altezza e spessore è inferiore a 30;
- c) non hanno distacchi dal telaio superiori a 3 cm;
- d) non aggettano, rispetto al filo esterno del telaio, di più del 30% dello spessore.

Le aree delle sezioni resistenti dei telai non devono essere inferiori a $20 b$.

Il sistema resistente principale che si ottiene eliminando i campi di muratura (telai nudi) deve soddisfare i seguenti requisiti:

- a) il rapporto di rigidezza trave/pilastro deve essere superiore a 1.5 con nodo gettato in opera o giunto organizzato;
- b) la resistenza convenzionale è valutabile nella classe **A** o **B**.

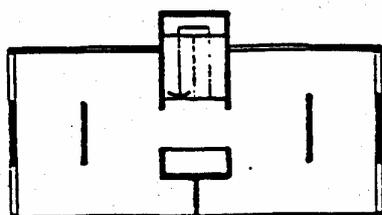
Un sistema resistente quale quello che si trova in edifici in costruzione, edifici con piano pilotis, ecc. , costituito da telai non tamponati al piano di verifica (codice 5 della casella 11) può essere classificato in **B** o **C**, a seconda che i telai stessi soddisfino o meno i requisiti sopra descritti.

C - Struttura rigida-fragile / deformabile-debole

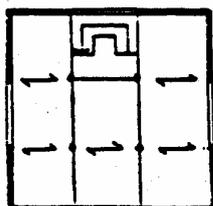
Ricadono in questa classe tutti gli edifici non classificabili in **A** o **B**.

ESEMPI

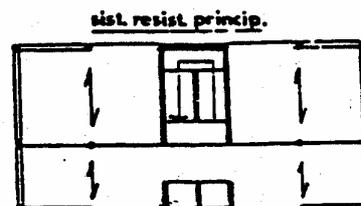
Classe **A**



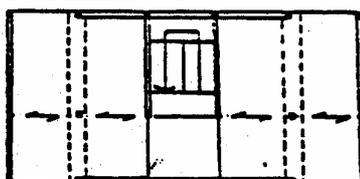
ed. con pareti in c.a.



ed. con pannelli in c.a.

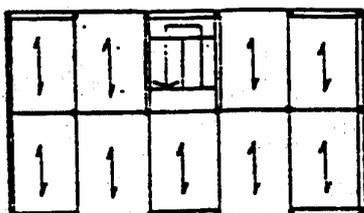


ed. con pareti e telai in c.a.

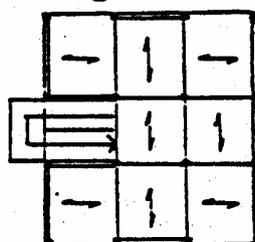


telai rigidi e non con tamp. in blocch. di cls

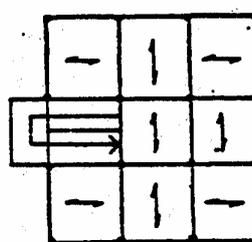
Classe **B**



ed. con telai rig. e tamp. di liv. b

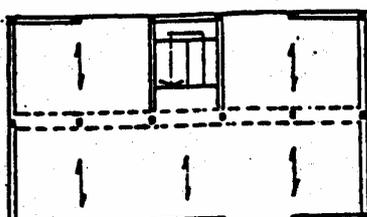


ed. con telai rig. e tamp. di liv. b

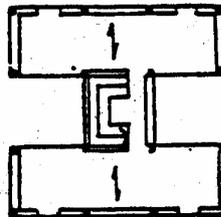


ed. con telai rig. in costruzione

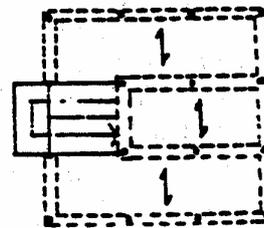
Classe **C**



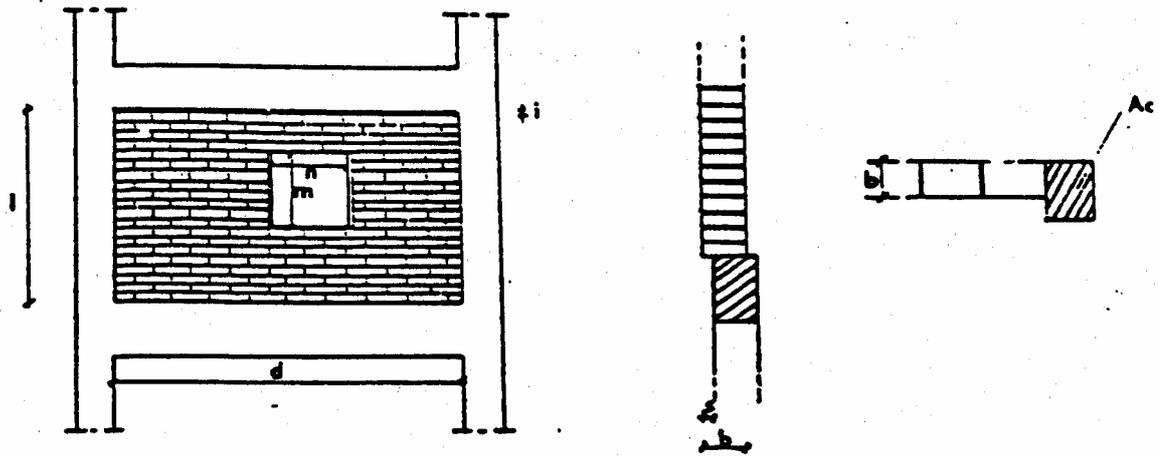
ed. con tampon. in forati



ed. con tampon. in forati



ed. con telai deform. in costruzione



Classe (A)
 - malte cementizie e mattoni pieni
 - $mn \leq 0.34d$
 - $l_b \leq 20$
 - $s \leq 0.2b$
 - $i \leq 1\text{ cm}$
 - $Ac(\text{cm}^2) \geq 25b$

Classe (B)
 - malte bestardo e matt. pieni
 - $mn \leq 0.61d$
 - $l_b \leq 30$
 - $s \leq 0.3b$
 - $i \leq 3\text{ cm}$
 - $Ac(\text{cm}^2) \geq 20b$

2. Qualità del sistema resistente

Criteri di definizione

Il giudizio sulla qualità del sistema resistente è dato sulla base dei seguenti gruppi di informazioni:

- Tipo e qualità dei materiali usati.
- Caratteristiche di esecuzione dell'opera.
- Caratteristiche di progettazione dell'opera.

Per ciò che riguarda il primo gruppo, oltre alla visione diretta dei materiali -ove possibile- sono di grande ausilio la conoscenza dell'età della costruzione e l'accertamento dello stato di degrado dell'edificio in generale.

Per quanto riguarda il secondo gruppo di informazioni, oltre all'accertamento diretto, è importante conoscere il tipo di modalità costruttive in uso nella zona (eventualmente distinte per periodi di tempo) e quelle più frequentemente adottate dal costruttore (meglio se corredate da notizie sulle scelte più frequentemente adottate dal direttore dei lavori).

Il terzo gruppo di informazioni è relativo al livello di progettazione, accertabile non solo dall'esame diretto degli elaborati, ove disponibile, ma anche indirettamente, attraverso notizie sul tipo di scelte più frequentemente operate dal progettista, in special modo per ciò che riguarda i dettagli costruttivi, attraverso notizie sui tipi di progettazione correnti in zona (anche in questo caso distinti per periodi di tempo).

Una considerazione di grande peso nel giudizio sulla qualità proviene dall'accertamento -in zona- di un'esperienza e una "coscienza" sismica, che è ad esempio alta in aree da tempo dichiarate sismiche e/o che sperimentano frequenti terremoti di una certa intensità ed è presumibilmente bassa in aree che, viceversa, sono state dichiarate sismiche solo recentemente e/o hanno sperimentato solo pochi (magari molto intensi) terremoti nel passato e in cui è dimenticata l'importanza del fenomeno.

Classi

A - Buona.

Il calcestruzzo usato (visibile ad es. nei seminterrati, nei sottotetti, ecc.) appare di consistenza buona, privo di grandi zone "a vespaio", duro alla scalfittura e ben eseguito (con rappezzi limitati e radi). Le riprese di getto sono appena visibili e ben eseguite.

L'acciaio è in barre ad aderenza migliorata (informazione desunta da elementi di progetto), non in vista e non ossidate.

Le murature sono costituite da elementi compatti e non degradati, la malta non è degradata e non si asporta facilmente.

Le informazioni disponibili escludono cattive modalità esecutive e/o procedimenti o scelte progettuali errati in zona.

B - Media.

Edifici che non ricadono nelle classi **A** o **C**.

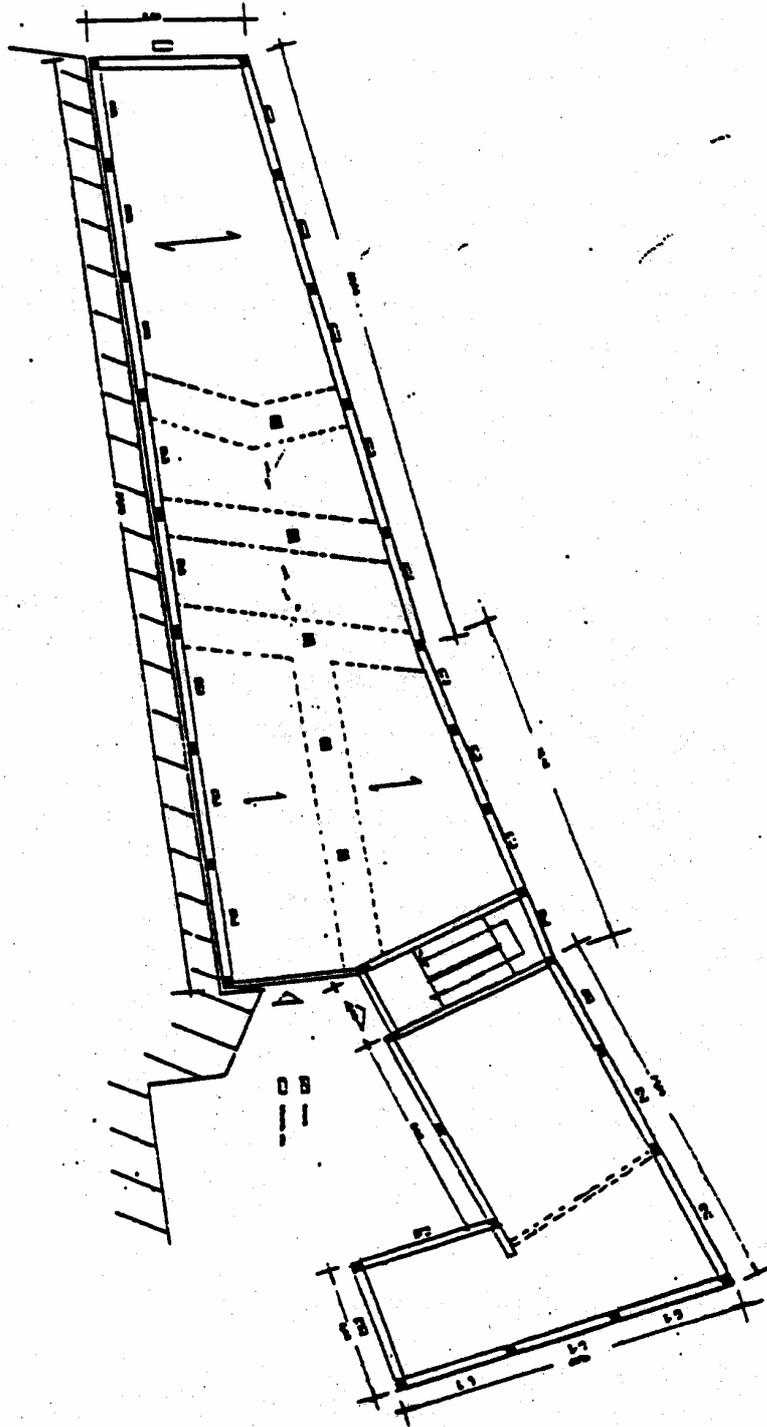
C - Cattiva.

Si verificano generalmente almeno due dei seguenti casi:

- a) il calcestruzzo è scadente;
- b) le barre sono visibili e ossidate ed eventualmente mal disposte;
- c) le riprese di getto sono scadenti;
- d) risultano cattive modalità esecutive;
- e) risultano cattive scelte progettuali;
- f) le murature sono classificabili come cattive.

ESEMPIO

Classe C



3. Resistenza convenzionale

Criteri di definizione

Il parametro tiene conto di una sorta di grado di sicurezza rispetto a forze sismiche di riferimento, calcolato con le seguenti ipotesi:

- a) Azioni statiche equivalenti.
- b) Assenza di eccentricità o irregolarità in pianta.

- c) Messa in conto, ai fini della resistenza, dei soli elementi del sistema resistente principale nella direzione più sfavorevole (in caso di assenza di murature vanno considerate le sole sezioni dei pilastri, che vanno divise a metà per telai non soddisfacenti i requisiti del livello **B**, per il tipo di struttura principale).
- d) La forza resistente di ogni sezione è convenzionalmente $A \cdot \tau$ in cui A è l'area della sezione e τ assume i valori indicati nei "Criteri di definizione" del tipo ed organizzazione del sistema resistente.

Le forze sismiche di riferimento sono calcolate, ad ognuno degli N piani, con la seguente relazione:

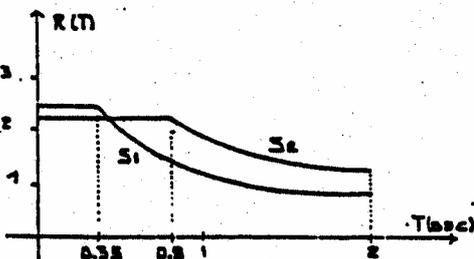
$$F = 0.4 \times R \times W_i \times h_i \frac{\sum W_i}{\sum W_i \times h_i}$$

in cui:

W_i è il peso del piano;

h_i è l'altezza del piano dalla quota su cui si può supporre nullo lo spostamento relativo fra costruzione e terreno;

R è definito in figura, in funzione del periodo T (che può assumersi pari a $0.1 N$) e del tipo di terreno.



	T_0	r	R_0
S_1	0,35	2/3	2,6
S_2		2/3	2,2

$$0 \leq T \leq T_0 \quad R = R_0$$

$$T_0 \leq 0 \quad R = \frac{R_0}{(T-T_0)^r}$$

T_0, R_0, r sono definiti in tabella

Terreni Tipo S₁

- Roccia lapidea, con eventuale strato superficiale di alterazione o copertura di spessore massimo 5 m. circa, o altro materiale caratterizzato da velocità V_s di propagazione delle onde sismiche trasversali superiore a 700 m/s entro la profondità di interesse per le fondazioni dell'edificio.
- Depositi di sabbie e ghiaie addensate e/o terreni coesivi compatti, senza un substrato a forte contrasto di proprietà meccaniche entro i primi 90 m circa dalla superficie, caratterizzati da un aumento graduale della velocità V_s con la profondità, con valori medi compresi nella fascia 250-500 m/s per profondità da 5 a 30 m, e nella fascia 350-700 m/s per profondità maggiori di 50 m.

Terreni Tipo S₂

- Depositi alluvionali profondi, da poco a mediamente addensati, caratterizzati da velocità medie V_s inferiori a 250 m/s a profondità comprese tra 5 e 30 m, ed inferiori a 350 m/s a profondità maggiori di 50 m.
- Depositi di terreni prevalentemente sabbiosi od argillosi, con spessore compreso tra 30 e 90 m e velocità medie V_s inferiori a 500 m/s, poggianti su un substrato roccioso a forte contrasto di proprietà meccaniche (velocità V_s dell'ordine di 1000 m/s o più).

Il coefficiente α è definito come rapporto fra forze resistenti e forze sismiche:

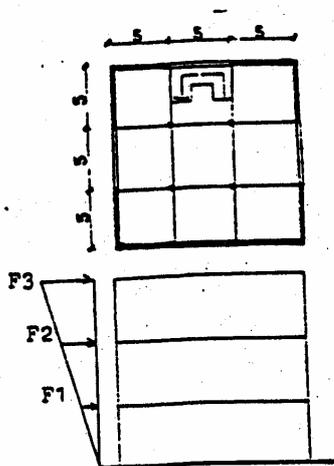
$$\alpha = \frac{A \times \tau}{F}$$

Al piano più basso la relazione assume la forma riportata nella scheda.

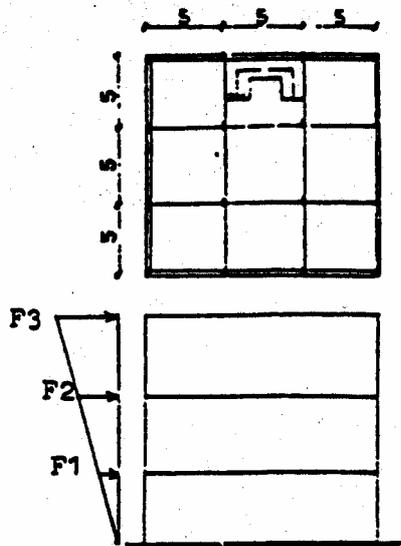
Classi

- A - $\alpha \geq 1,5$
- B - $0,7 \leq \alpha < 1,5$
- C - $\alpha < 0,7$

ESEMPI



$$\begin{aligned} A_x = A_y = A &= 20 \times 0.20 = 4 \text{ mq} \\ F_r = \tau \times A &= 250 \times 4 = 1000 \text{ tonn.} \\ W &= 200 \text{ tonn} \\ F_1 &= 0.4 \times 2.5 \times 200 \times 3 \times \frac{600}{3600} = 100 \text{ tonn.} \\ F_2 &= \dots \dots 200 \\ F_3 &= \dots \dots 300 \\ F_s = \sum F_i &= 600 \text{ tonn} \\ \alpha = \frac{F_r}{F_s} &= \frac{1000}{600} = 1.66 > 1.5 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 A &= A_{\text{temp.}} + A_{\text{pil.}} = (4 + 1) \text{mq} \\
 F_r &= \tau \times A_{\text{temp.}} + \tau \times A_{\text{pil.}} \\
 &= 15 \times 4 + 250 \times 1 = 310 \text{ tonn.}
 \end{aligned}$$

$$\alpha = \frac{F_r}{F_b} = \frac{310}{600} = 0.51$$

4. Posizione dell'edificio e fondazioni

Criteri di definizione

Gli aspetti da prendere in esame sono:

- 1) Esistenza (o meno) di fondazioni e loro tipologia.
- 2) Caratteristiche del terreno.

Le difficoltà nell'accertamento di entrambi i gruppi di parametri fanno sì che sia necessario limitarsi a considerare: del primo gruppo l'esistenza (o meno) di fondazioni, del secondo gruppo, il tipo accertabile di terreno e il suo andamento piano-altimetrico. Si aggiunge al secondo gruppo la presenza (o meno) di terrapieni spingenti in quanto ciò è piuttosto frequente e di notevole importanza.

Classi

A

Edifici con fondazioni su terreni sciolti, con salti di quota massimi nel piano di posa non superiori a 1.5 m su 10.0 m, oppure su terreni rocciosi con salti di quota non superiori a 3.0 m su 10.0 m.
Assenza di terrapieni spingenti.

B

Edifici non classificabili in **A** o **C**.

C

Edifici privi di fondazioni o con fondazioni palesemente insufficienti su qualsiasi tipo di terreno.

Edifici con salti di quota massimi nel piano di posa superiori a 3.0 m su 10.0 m su terreni sciolti oppure 6.0 m su 10.0 m su roccia.

Presenza di terrapieni spingenti.

5. Orizzontamenti

Criteri di definizione

I requisiti a cui deve soddisfare un orizzontamento per il funzionamento come diaframma sono di due tipi:

- a) funzionamento a lastra ed elevata rigidità per deformazioni nel suo piano (perciò buona connessione degli elementi costruttivi);
- b) efficace collegamento agli elementi verticali resistenti.

Per il requisito del punto a) sono importanti:

- 1) la presenza di una soletta di calcestruzzo eventualmente armata;
- 2) la presenza di elementi resistenti a trazione e a compressione (travetti) e di un sistema di elementi controventati, anche solamente reagenti a trazione (barre di acciaio) oppure una griglia di elementi resistenti a trazione e a compressione (travetti nei due sensi) ben connessi fra loro (chiodati, saldati, incollati o simili);
- 3) la presenza di connessioni saldate o incollate o chiodate o costituite da giunti organizzati fra elementi prefabbricati funzionanti singolarmente come lastre (pannelli).

Per i requisiti di tipo b) sono importanti:

- 1) la presenza di getti di cemento armato di collegamento;
- 2) la presenza di connessioni chiodate, saldate, incollate e ancorate all'interno o all'esterno (chiavi) degli elementi resistenti.

Classi

A - Rigidi e ben collegati.

Edifici i cui orizzontamenti rientrano in uno dei casi elencati nei "criteri di definizione" (per almeno il 70% della loro superficie).

B - Mediamente rigidi e collegati.

Edifici che non sono classificabili in **A** o **C**.

C - Poco rigidi e mal collegati.

Edifici in cui orizzontamenti non rientrano, o vi rientrano per superfici inferiori al 30%, nei casi previsti (o analoghi) nei "criteri di definizione".

6. Configurazione planimetrica

Criteri di definizione

La definizione della configurazione planimetrica è legata a:

- 1) Distribuzione delle masse e delle rigidzze.
- 2) Forma in pianta.

Le informazioni importanti per ciò che riguarda il punto 1) sono:

- a) la componente dell'eccentricità fra baricentro delle masse e centro delle rigidzze valutata (in modo anche approssimato) nel piano di verifica e nella direzione in cui il rapporto e/d è massimo (d è la dimensione in pianta dell'edificio nella direzione considerata);
- b) l'arretramento Δd del sistema resistente, rispetto al perimetro dell'edificio in pianta, valutato nel piano di verifica e nella direzione in cui il rapporto $\Delta d/d$ è massimo;
- c) il rapporto fra il lato corto a e lato lungo l in pianta, valutato nel piano di verifica; esso tiene conto di un ulteriore contributo all'eccentricità dovuto prevalentemente a sfavorevoli distribuzioni di carichi accidentali.

Le informazioni importanti per ciò che riguarda il punto 2) sono:

- a) la presenza e la forma delle appendici in pianta;
- b) le dimensioni delle appendici.

Classi

A - Regolare.

Si definisce regolare una pianta che soddisfa tutti i seguenti requisiti:

- 1) (per ciò che riguarda la distribuzione di masse e rigidzze):
 - a) Il rapporto massimo e/d è inferiore a 0.20;
 - b) Almeno il 70% degli elementi resistenti segue il perimetro della pianta compresi gli aggetti tamponati con un arretramento Δd inferiore a 0.1 (0.2 per gli oggetti non tamponati) della dimensione d ;
 - c) Il rapporto fra lato corto a e lato lungo l del rettangolo "circoscritto" alla pianta è superiore a 0.4.
- 2) (per ciò che riguarda la forma):

Per le appendici in pianta il rapporto minimo fra larghezza c e sporgenza b è > 0.5 .

B - Irregolare.

Edifici il cui piano di verifica (vedi "Criteri di definizione") non rientra nei casi precedenti o seguenti (classi **A** o **C**).

C - Molto irregolare.

Si definisce molto irregolare una pianta che ricade in uno dei seguenti casi (si fa riferimento a quelli della classe **A**):

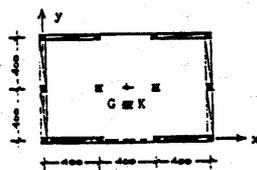
- a) e/d è superiore a 0.4;
- b) più del 70% degli elementi del sistema resistente principale segue il perimetro con un arretramento Δd superiore a 0.1 (per gli aggetti non tamponati 0.2) della dimensione d ;
- c) a/l è inferiore a 0.2 e contemporaneamente più del 30% degli elementi segue il perimetro con un rapporto $\Delta d/d$ superiore a 0.1 (per gli aggetti non tamponati 0.2);
- d) esiste almeno un'appendice per la quale il rapporto c/b è inferiore a 0.25.

ESEMPI

Rapporto $\beta_3 = e/d$

Valutazioni fatte con le seguenti ipotesi:

- a) Carico permanente solaio pari a 0.5 t/m²; peso delle tamponature e pilastri 1.0 t/m;
- b) la distribuzione di aree in pianta è la stessa su tutti i piani sovrastanti;
- c) nel sistema resistente si trascurano i pilastri;
- d) le tamponature sono tutte dello stesso materiale, dello stesso spessore, senza aperture;
- e) gli elementi resistenti di parete si suppongono privi di collegamento agli spigoli (sezioni resistenti formate da rettangoli separati fra loro).



G è il baricentro delle masse
K è il centro delle rigidità

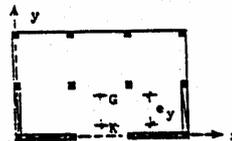
In entrambe le direzioni $e=0$ (Classe A)



$$a) \quad y_G = \frac{12 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 4 + 2 \cdot 8 \cdot 1 \cdot 4}{12 \cdot 8 \cdot 0,5 + 2 \cdot 8 \cdot 1} = 3,67 \text{ m}$$

$$y_K = \frac{2 \cdot 8 \cdot 4}{2 \cdot 8 + 2 \cdot 4} = 3,00 \text{ m}$$

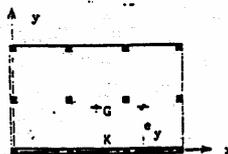
$$e_y/d_y = 0,67/8,00 = 0,08 \text{ (Cl. A)}$$



$$b) \quad y_G = \frac{12 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 4 + 2 \cdot 4 \cdot 1 \cdot 2}{12 \cdot 8 \cdot 0,5 + 2 \cdot 4 \cdot 1} = 3,2$$

$$y_K = \frac{2 \cdot 4 \cdot 2}{2 \cdot 4 + 2 \cdot 4} = 1,00 \text{ m}$$

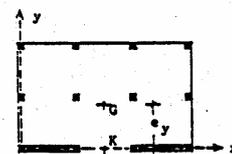
$$e_x/d_x = 2,25/8,00 = 0,28 \text{ (Cl. A)}$$



$$c) \quad y_G = \frac{12 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 4}{12 \cdot 8 \cdot 0,5 + 2 \cdot 3 \cdot 4 \cdot 1} = 3,20 \text{ m}$$

$$y_K = 0$$

$$e_y/d_y = 3,20/8,00 = 0,40 \text{ (Cl. C)}$$

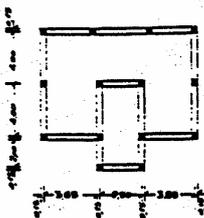


$$d) \quad y_G = \frac{12 \cdot 8 \cdot 0,5 \cdot 4}{12 \cdot 8 \cdot 0,5 + 2 \cdot 4 \cdot 1} = 3,43 \text{ m}$$

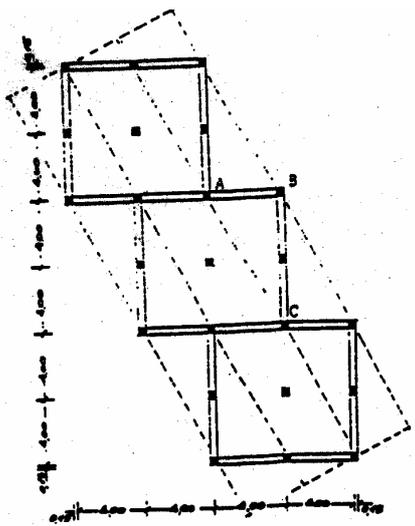
$$y_K = 0$$

$$e_x/d_x = 3,43/8,00 = 0,43 \text{ (Cl. C)}$$

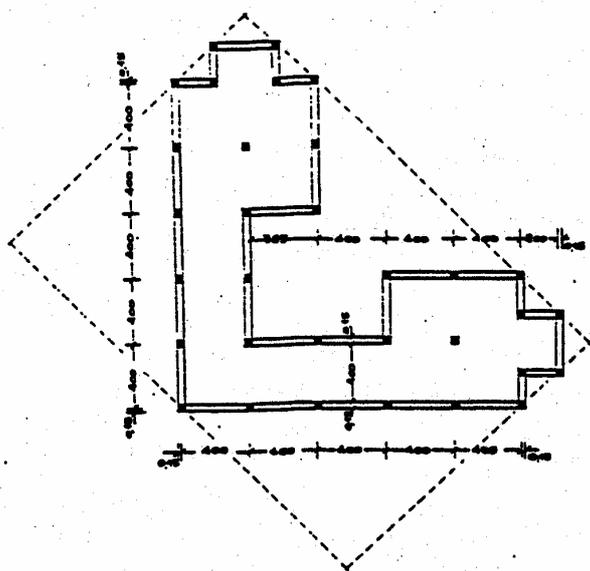
Rapporto $\beta_5 = c/b$ e rapporto $\beta_4 = a/l$



a) Il rapporto $c/b = 2,80/2,15 = 1,30 (> 0,5)$ Nelle caselle 51-52; si riporta "A3". Il rapporto $a/l = 10,45/10,80 = 0,97$ (Classe A).

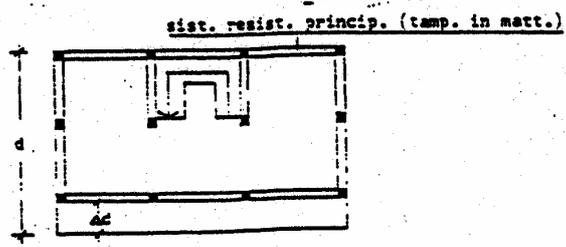


b) Il rapporto $a/l \cong 11/29=0.38$ (compreso fra 0.2 e 0.4). Non si hanno vere e proprie appendici e comunque esse hanno rapporti $c/b > 0,5$ (si può considerare tale la zona ABC).
L'edificio è in classe B.



c) Il rapporto $a/l \cong 20/28=0.71$ (> 0.4). Le appendici principali hanno entrambe rapporti massimi (c è misurato all'attacco dell'appendice)
 $c/b=4.3/18=0.24$ (< 0.25).
L'edificio è in classe C.

Rapporto $\Delta d/d$



Classe A

$$\frac{\Delta d}{c} \leq 0.2 \text{ (balconi)}$$

7. Configurazione in elevazione

Criteri di definizione

Il primo criterio è basato sulle semplificazioni di calcolo proposte dal S.E.A.O.C., facendo riferimento ad uno schema di una "base" di larghezza b ed una "torre" di larghezza t ed altezza T , mentre tutto l'edificio (base + torre) è di altezza H .

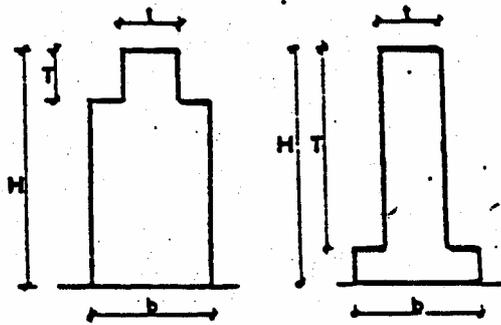
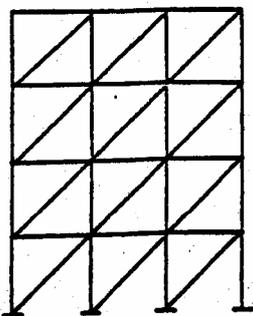


Fig.1

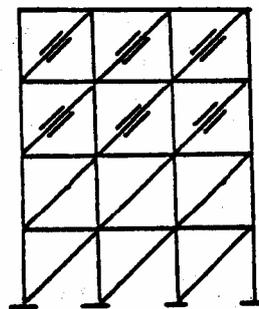
Il secondo criterio è basato su variazioni nel sistema resistente, che possono essere di due tipi:

- differenze di livello nel tipo strutturale del sistema resistente principale;
- differenze nell'ambito dello stesso livello, dovute alla diversa quantità e/o tipo di elementi resistenti.

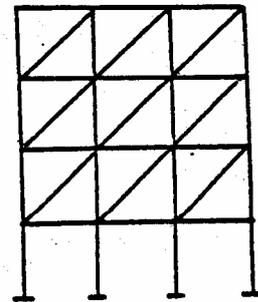
Mentre le variazioni da sistema resistente meno rigido a più rigido (dal basso verso l'alto) elevano notevolmente la richiesta di duttilità e vanno penalizzate in maniera considerevole (come riportato nella tabella), le variazioni di segno opposto sono meno pericolose dal punto di vista della vulnerabilità (conducono generalmente all'esaltazione di alcuni modi di vibrazione).



a) telai con tampon. di ferati



b) telai rigidi con tampon. di blocch. di cis sopra e di ferati sotto



c) telai rigidi con tampon. di mattoni e piano pilotis.

Fig.2

Il terzo criterio tiene conto di possibili distribuzioni favorevoli dal punto di vista del comportamento dinamico (piramidi, coni o tronchi, ecc.) o sfavorevoli (masse crescenti verso l'alto).

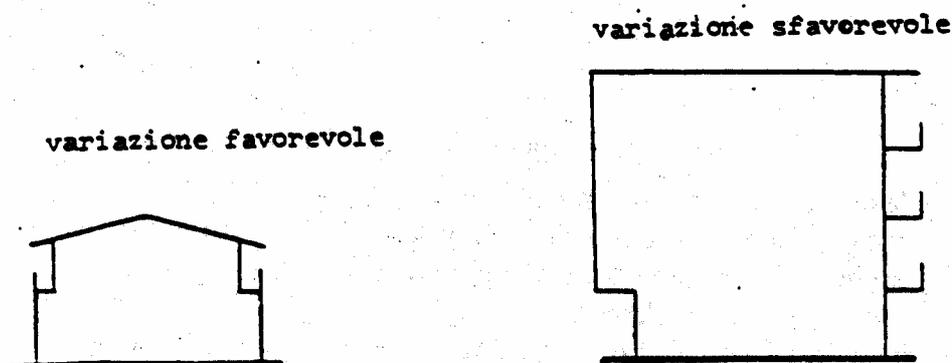


Fig.3

Classi

A

Non ci sono variazioni significative nel sistema resistente (parametro 1) fra due piani successivi.

Non esistono rilevanti variazioni nella distribuzione di massa in elevazione sopra il piano di verifica e comunque gli aumenti sono entro il 20%.

Il rapporto T/H è inferiore a 0.1 o superiore a 0.9.

B

Edifici non classificabili in **A** o **C**.

C

Edifici con variazioni nel sistema resistente di 2 classi (ad es. caso c) di fig.2.

Edifici con variazione di 1 classe (ad es. caso b) di fig.2 e con aumento di massa (verso l'alto) superiore al 20% oppure con rapporto T/H compreso fra 0.1 e 0.3 (o fra 0.7 e 0.9).

Edifici con variazioni non significative nel sistema resistente, ma con T/H compreso fra 0.3 e 0.7 oppure con aumento di massa superiore al 40%.

8. Collegamenti ed elementi critici

Criteri di definizione

Sono definite collegamenti le zone di connessione fra gli elementi strutturali (nodi trave-pilastro, zone di unione trave-solaio, nodi fondazione-pilastri o pareti, giunti fra gli elementi strutturali se prefabbricati).

Sono definiti elementi critici tutti quelli di primaria importanza per la resistenza alle azioni sismiche. Rientrano in questa definizione quasi tutti i collegamenti (possono

essere esclusi i nodi trave-pilastro centrali e ben confinati, quasi tutte le zone di unione trave-solaio); i pilastri; le pareti di c.a.; i pannelli di c.a.; tutti gli elementi che abbiano una forza media di compressione superiore al 15% di quella ultima; gli elementi tozzi.

Classi

A - Buono.

Edifici i cui collegamenti ed elementi critici soddisfano, tutti, i seguenti requisiti:

- 1) Nodi trave-pilastro gettati in opera o prefabbricati:
 - a) la larghezza della trave non è superiore a quella del pilastro più il 20% su ogni lato, oppure la larghezza della trave non è superiore a quella del pilastro più la metà dell'altezza della trave su ogni lato;
 - b) l'eccentricità fra gli assi della trave e del pilastro non supera il 20% del minimo fra le larghezze dei due elementi;
 - c) gli assi delle travi che si affacciano al nodo non distano in pianta più del 30% della dimensione trasversale del pilastro.
- 2) Giunti in elementi prefabbricati:
 - a) nel caso di semplice appoggio, esistono dei ritegni (spinotti o risalti o simili) oppure degli impedimenti di altro tipo (collegamenti esterni robusti e rigidi) che si oppongono all'allontanamento degli elementi a contatto, in ogni direzione;
 - b) esistono saldature o incollaggi o armature tali da far classificare il giunto come organizzato.
- 3) Per i pilastri, con compressione media superiore al 15% della forza ultima, la dimensione minore è superiore a 25 cm.
- 4) Pareti o pannelli di c.a.:
 - a) lo spessore non è inferiore a 12 cm.
 - b) il rapporto fra altezza e spessore non è superiore a 25.

B - Mediocre.

Edifici i cui collegamenti ed elementi critici non rientrano nei casi precedenti o seguenti.

C - Cattivo.

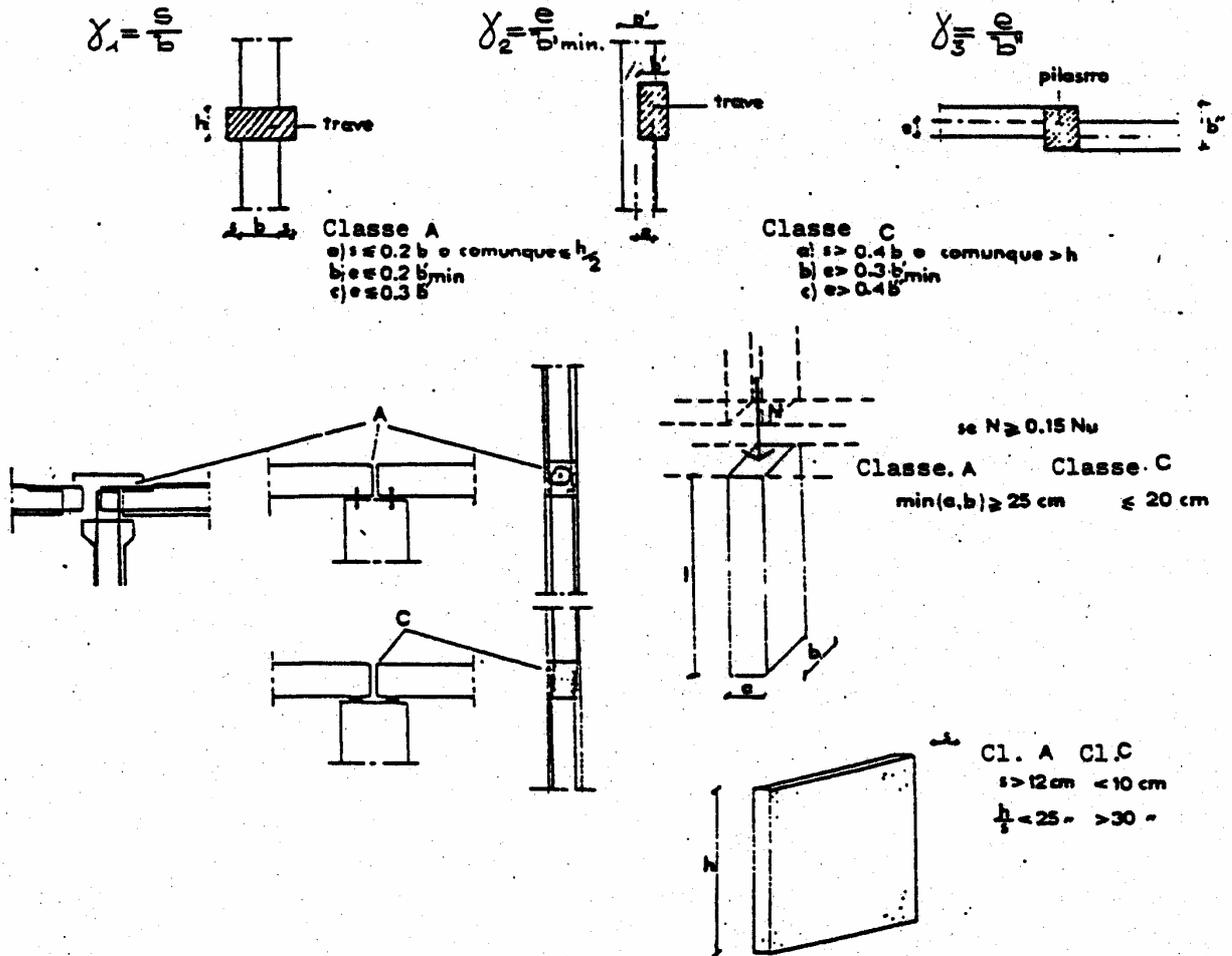
Edifici i cui collegamenti ed elementi critici rientrano in uno dei due casi seguenti:

- 1) Per più del 70% (calcolato come rapporto sugli elementi del sistema resistente principale) tali elementi non soddisfano i requisiti del livello **A**.
- 2) Per più del 30% gli elementi suddetti (con riferimento ai nodi trave-pilastro) ricadono nelle seguenti condizioni:
 - a) la larghezza della trave è superiore a quella del pilastro più il 40% su ogni lato ovvero l'altezza totale della trave su ogni lato;
 - b) l'eccentricità fra gli assi della trave e del pilastro supera il 30% del minimo fra le larghezze dei due elementi;

c) gli assi della trave che si affacciano al nodo distano in pianta più del 40% della dimensione trasversale del pilastro.

3) La dimensione minima dei pilastri, con compressione media superiore al 15% della forza ultima, è inferiore a 20 cm.

- 4) a) lo spessore delle pareti o pannelli di c.a. è inferiore a 10 cm.
 b) il rapporto fra altezza e spessore di una parete o pannello di c.a. è superiore a 30.



9. Elementi con bassa duttilità

Criteri di definizione

Il parametro tiene conto dei casi in cui il comportamento dell'edificio o di parti di esso è reso critico da elementi fragili, e/o notevolmente rigidi e relativamente poco duttili.

I "criteri di definizione" sono di due tipi:

- a) l'altezza libera dell'elemento resistente;
- b) l'elevata richiesta di duttilità.

Il criterio di definizione principale è il primo.

La richiesta di duttilità è elevata, ad esempio, nei piani pilotis, nelle zone lontane (in pianta) dal centro di rotazione in edifici con elevata irregolarità, ecc.

Classi

A - Assenti.

Edifici che non sono classificabili ai livelli **B** o **C**.

B – Presenti con bassa duttilità.

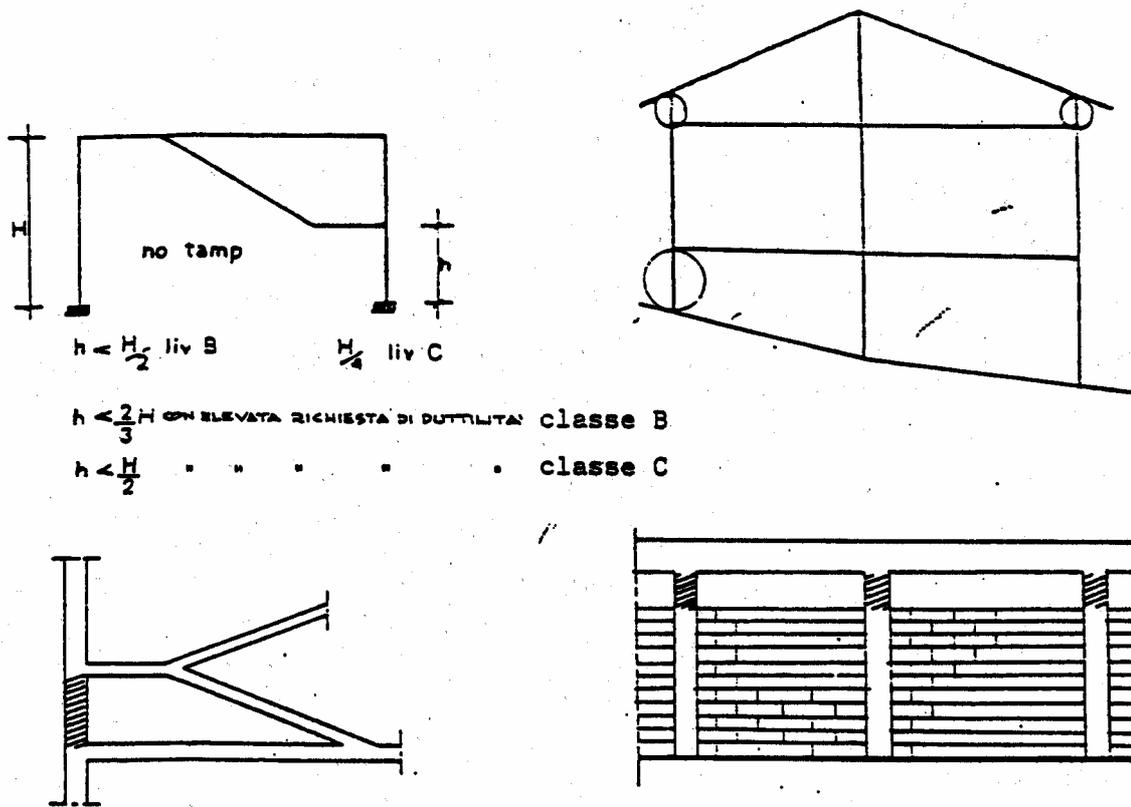
Edifici in cui si presenta anche uno solo dei seguenti casi:

- 1) L'elemento più corto ha altezza inferiore a metà dell'altezza degli altri elementi.
- 2) E' presente anche un solo elemento con altezza inferiore ai $\frac{2}{3}$ dell'altezza degli altri elementi ed è valutabile un'elevata richiesta di duttilità.

C - Presenti con bassissima duttilità.

Edifici in cui si presenta anche uno solo dei seguenti casi:

- 1) L'elemento più corto ha altezza inferiore a un quarto dell'altezza degli altri elementi.
- 2) E' presente anche un solo elemento con altezza inferiore alla metà dell'altezza degli altri elementi ed è valutabile un'elevata richiesta di duttilità.



10. Elementi non strutturali

Criteri di definizione

I criteri per la classificazione sono due:

- 1) Esistenza o meno di collegamenti reagenti anche a trazione (armature, colle, tasselli o simili).
- 2) Stabilità alle azioni sismiche (anche in mancanza di collegamenti).

Gli elementi non strutturali possono essere divisi in due gruppi:

- 1) Elementi che possono cadere all'esterno (tamponature, cornicioni, comignoli, parapetti). Saranno chiamati brevemente esterni.
- 2) Elementi che possono cadere solo all'interno (tramezzi, mobili, oggetti appesi al soffitto o ai tramezzi). Saranno brevemente chiamati interni.

Classi

A - Collegati.

Gli elementi esterni sono generalmente collegati in maniera efficiente.

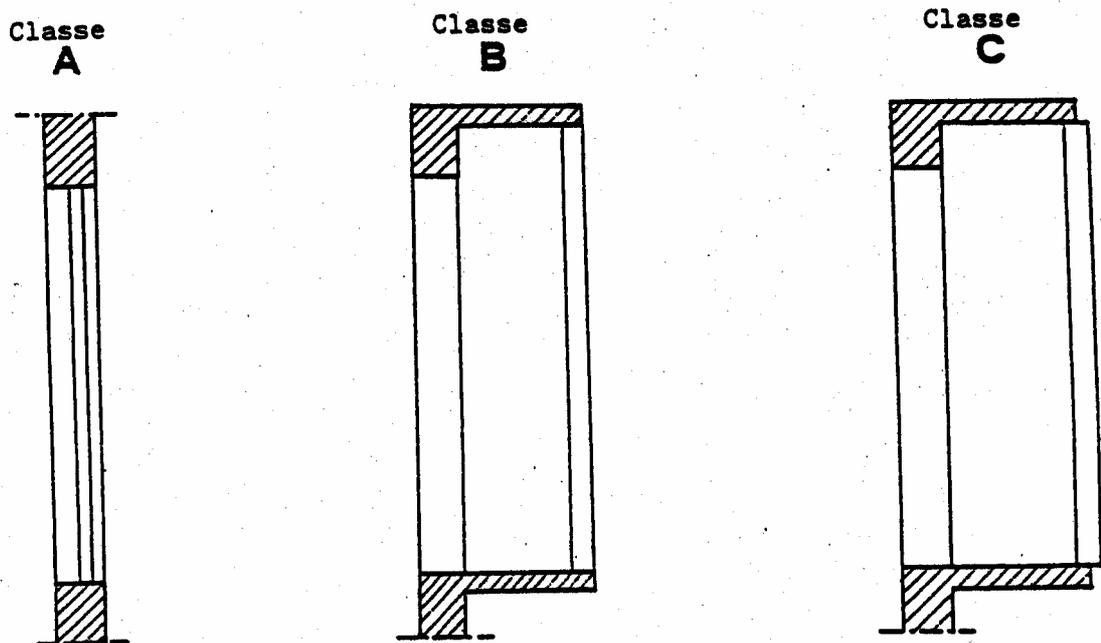
Gli elementi interni sono generalmente stabili anche se non collegati.

B - Stabili, ma privi di collegamenti resistenti.

Gli elementi esterni sono generalmente stabili, ma privi di collegamenti o con collegamenti non affidabili. Vi rientrano le tamponature sugli sbalzi, del tipo indicato in figura.

C - Instabili e mal collegati.

Edifici i cui elementi esterni sono generalmente instabili e mal collegati o che, comunque, non sono classificabili in **A** o **B**. Vi rientrano quelle tamponature con piano medio non coincidente con quello dei cordoli superiore o inferiore e più esterno di quest'ultimo.



11. Stato di fatto

Criteri di definizione

Gli elementi di cui occorre valutare l'integrità sono (in ordine di importanza):

- 1) Elementi resistenti in elevazione (pilastri, pareti, tamponature, travi, solai). Devono essere considerati, in particolare, gli elementi classificati come critici (parametro 9).
- 2) Elementi resistenti in fondazione.
- 3) Elementi non strutturali (parametro 10)

Classi

A

Edifici con elementi del tipo 1 tutti nel primo stadio (non fessurato).
Assenza di danni in fondazione.

Presenza di danni negli elementi di tipo 3, ma tali da non pregiudicare la stabilità sotto le azioni sismiche.

B

Edifici non classificabili ai livelli **A** o **C**

C

Oltre il 30% degli elementi critici del tipo 1 è nel 2° stadio (fessurato).

Negli orizzontamenti esistono rilevanti lesioni di distacco (oltre i 5 mm.).

Sono accertati danni nella fondazione (lesioni in campata nelle travi rovesce, lesioni nei collegamenti dei plinti).

D

L'edificio va classificato con la massima vulnerabilità possibile (codice D) nei seguenti casi:

- 1) anche un solo pilastro o parete di c.a. è nel 3° stadio (acciaio snervato) avanzato (o oltre);
- 2) sono accertabili lesioni di punzonamento nelle fondazioni, rotture di pali, o simili.

Sul retro della Scheda:

- Indicare se i telai sono piani (2D) o tridimensionali (3D)
- Aggiungere nell'apposito riquadro eventuali annotazioni

SCHEDA DI RILEVAMENTO

SCHEDA DI VULNERABILITA' DI 2° LIVELLO (CEMENTO ARMATO)

Cod. ISTAT Provincia		1		Cod. ISTAT Comune		4		N. scheda		7		Squadra		12		
PARAMETRI		Clas- si	Qual. inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE						SCHEMI - RICHIAMI (CEMENTO ARMATO)						
1	TIPO DI ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	14	25	Pareti in c.a.	(cl. A)	36	1	Parametro 3. Resistenza convenzionale								
				Tamp. cons. e telai	(cl. A)		2	Minimo fra A_x e A_y : A _____								
2	QUALITA' DEL S.R.	15	26	Tamp. deb. e telai rig.	(cl. B)		3	Coefficiente $a_0 = A/A_t$ _____								
				Tamp. deb. e telai def.	(cl. C)		4	$q = (A_x + A_y) \cdot h \cdot p_m / A_t + p_s$ _____								
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	16	27	Telai non tamp.	(cl. B o C)		5	Calcolo di R								
				(vedi manuale)		37		Terreni tipo S ₁ : R = 2.5 (T < 0.35 s)								
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONI	17	28	Numero di piani N		38		R = 2.5 / (T / 0.35) ^{2/3} (T > 0.35 s) _____								
				Area tot. cop. A_t (mq)		40		Terreni tipo S ₂ : R = 2.2 (T < 0.8 s)								
5	ORIZZONTAMENTI	18	29	Area A_x (mq)		45		R = 2.2 / (T / 0.8) ^{2/3} (T > 0.8 s) _____								
				Area A_y (mq)		49		Parametro 6. Configurazione planimetrica								
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	19	30	τ_k (t/mq)		53										
				Alt. media interp. h (m)		56		<p>Diagram 1: $e=0$ (cl. A)</p> <p>Diagram 2: $e_y/d_y=0.08$ (cl. A)</p> <p>Diagram 3: $e_y/d_y=0.28$ (cl. B)</p> <p>Diagram 4: $e_y/d_y=0.40$ (cl. C)</p> <p>Diagram 5: $e_y/d_y=0.43$ (cl. C)</p>								
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	20	31	Peso spec. par. p_m (t.mc)		60		Parametro 7. Configurazione in elevazione								
				Carico perm. sol. p_s (t/mq)		63										
8	COLLEGAMENTI ED ELEMENTI CRITICI	21	32	Pend. perc. terr.		66		Parametro C9. Colleg. ed elementi critici								
				Roccia	tond.	65	1	2								
9	ELEM. BASSA DUTT.	22	33	Terr. sc. non sp.	si	3	4	<p>Diagram 1: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 2: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 3: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Terr. sc. sp.	si	5	6	<p>Diagram 4: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 5: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 6: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
10	EL. NON STRUTT.	23	34	Dif. max. di quota Δh (m)		70		<p>Diagram 7: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 8: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 9: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Piani sfalsati	si	74	1	2	<p>Diagram 10: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 11: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 12: $\gamma_3 = e/b''$</p>							
11	STATO DI FATTO	24	35	Orizz. rig. e ben coll.		75	1	<p>Diagram 13: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 14: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 15: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Orizz. def. e ben coll.			2	<p>Diagram 16: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 17: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 18: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
12	Struttura a telai piani o a telai spaziali	25	36	Orizz. rig. e mal coll.			3	<p>Diagram 19: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 20: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 21: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Orizz. def. e mal coll.				4	<p>Diagram 22: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 23: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 24: $\gamma_3 = e/b''$</p>							
13	ELEM. STRUTT. ALTA DUTT.	26	37	% or. rig. ben coll.		76		<p>Diagram 25: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 26: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 27: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Rapp. perc. $\beta_1 = a/l$		73		<p>Diagram 28: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 29: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 30: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
14	ELEM. STRUTT. BASSA DUTT.	27	38	Rapp. perc. $\beta_3 = e/d$		84		<p>Diagram 31: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 32: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 33: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Rapp. perc. $\beta_4 = \Delta d/d$		83		<p>Diagram 34: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 35: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 36: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
15	ELEM. STRUTT. ALTA DUTT.	28	39	Rapp. perc. $\beta_5 = c/b$		88		<p>Diagram 37: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 38: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 39: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				% aumento (+) riduz. (-) di massa		91		<p>Diagram 40: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 41: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 42: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
16	ELEM. STRUTT. BASSA DUTT.	29	40	Rapp. perc T/H		95		<p>Diagram 43: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 44: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 45: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Var. in elev. s.r.	si	0	1	2	<p>Diagram 46: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 47: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 48: $\gamma_3 = e/b''$</p>							
17	ELEM. STRUTT. ALTA DUTT.	30	41	Piano terra port.	si	93	1	2	<p>Diagram 49: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 50: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 51: $\gamma_3 = e/b''$</p>							
				Rapp. perc. $\gamma_1 = s/b$		100		<p>Diagram 52: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 53: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 54: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
18	ELEM. STRUTT. BASSA DUTT.	31	42	Rapp. perc. $\gamma_2 = e/b'_{min}$		103		<p>Diagram 55: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 56: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 57: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Rapp. perc. $\gamma_3 = e/b''$		106		<p>Diagram 58: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 59: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 60: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
19	ELEM. STRUTT. ALTA DUTT.	32	43	Rapp. max. h/b_{min}		109		<p>Diagram 61: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 62: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 63: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				% σ/R_c (approssim.)		112		<p>Diagram 64: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 65: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 66: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
20	ELEM. STRUTT. BASSA DUTT.	33	44	Colleg. el. pref.	si	110	1	2	c.o.	3	<p>Diagram 67: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 68: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 69: $\gamma_3 = e/b''$</p>					
				Largh. min. b_{min} (cm)		116		<p>Diagram 70: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 71: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 72: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
21	ELEM. STRUTT. ALTA DUTT.	34	45	Rapp. min. h_{min}/b		119		<p>Diagram 73: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 74: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 75: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				Rapp. max. h_{medio}/h_{min}		122		<p>Diagram 76: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 77: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 78: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
22	ELEM. STRUTT. BASSA DUTT.	35	46	(vedi manuale)				<p>Diagram 79: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 80: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 81: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
				(vedi manuale)				<p>Diagram 82: $\gamma_1 = s/b$</p> <p>Diagram 83: $\gamma_2 = e/b'_{min}$</p> <p>Diagram 84: $\gamma_3 = e/b''$</p>								
12		Struttura a telai piani o a telai spaziali		piani		125		1		spaziali		2				

