

## **Premessa**

La lettura delle nuove Norme sismiche [1] ha portato a fare una serie di osservazioni, tra le quali la segnalazione di alcuni errori che dovrebbero essere al più presto corretti onde evitare possibili problemi. Già a fine Luglio è stata inviata una prima formale segnalazione di errori alle Autorità che hanno emanato la Norma, poi in seguito precisata da successivi approfondimenti.

Questo contributo è diviso in tre parti: la segnalazione degli errori, una prima lista di osservazioni di merito sul testo, alcune considerazioni finali riepilogative.

## **Segnalazioni di errori**

### ***Il problema della Complete Quadratic Combination (CQC)***

Un primo errore riguarda la formula relativa alla CQC nella parte della Norma relativa ai ponti. Poiché si tratta di un argomento piuttosto specialistico, chi scrive ritiene utile anteporre una breve spiegazione tecnica al fine di favorire la comprensione del problema.

### **Introduzione al problema**

Il metodo di calcolo più frequente per valutare gli effetti del sisma su una struttura è quello della analisi modale. La stessa norma definisce questo sistema di calcolo “è da considerarsi il metodo normale per la determinazione delle sollecitazioni di progetto”. Nella analisi modale si determina un certo numero di modi fondamentali di vibrare, a ciascuno dei quali è associata una certa frequenza. Ciascuno di questi modi di vibrare può essere visto come un oscillatore semplice, ed a esso è possibile applicare il metodo dello spettro di risposta, onde valutare il massimo spostamento associato al modo elementare stesso. In pratica, ad ogni modo di vibrare si applica il

metodo dello spettro di risposta, pervenendo, per ciascun modo di vibrare, alla valutazione dei massimi di spostamento e sollecitazione che questo modo provoca sulla struttura.

Il problema sorge quando si considera che il comportamento dinamico della struttura è in realtà ottenuto dalla sovrapposizione degli effetti che ciascun modo separatamente provoca. Il metodo più cautelativo di tutti per eseguire questa sovrapposizione consiste nel sommare i moduli dei massimi dei vari modi. Questo sistema è però scartato in quanto provoca una eccessiva sovrastima degli effetti: infatti i massimi che ciascun modo provoca sono in generale raggiunti in istanti differenti. Già da molti anni era in uso, ed era questo il metodo proposto dalle normative precedenti, il sistema di combinare i massimi mediante la radice quadrata della somma dei quadrati (SRSS, square root of the sum of the squares). Questo metodo, sebbene migliore rispetto a quello della somma semplice, aveva però il difetto di non trattare convenientemente gli effetti di due modi con frequenze vicine l'una all'altra. In pratica, se abbiamo due modi 1 e 2 (ci limitiamo a due modi per semplicità), che provocano gli effetti  $E_1$  ed  $E_2$  (siano essi spostamenti o azioni interne) la precedente regola diceva che l'effetto finale  $E$  deve essere

$$E = \sqrt{E_1^2 + E_2^2} \quad (1) \quad \text{SRSS}$$

Se i due modi sono contigui (frequenze che tendono al limite ad essere identiche) la CQC dice che invece deve essere

$$E = \sqrt{(E_1 + E_2)^2} = \sqrt{E_1^2 + E_2^2 + E_1 E_2 + E_2 E_1} = \sqrt{\sum_i \sum_j E_i E_j} \quad (2)$$

Nel caso in cui le due frequenze non siano identiche, la CQC dosa il passaggio graduale tra la situazione di frequenze identiche (2) da quello di frequenze molto distanti (1), mediante l'aggiunta di un "coefficiente di correlazione modale"  $\rho_{ij}$  che varia tra 0 (formula 1) ed 1 (formula 2). La formula diviene pertanto:

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} E_i E_j}$$

Quando  $i=j$  il termine  $\rho_{ij}$  deve valere 1 (altrimenti non si ottiene il quadrato  $E_i^2$  del singolo effetto modale,  $1 \times E_i E_i$ ), ed anche deve valere 1 (o tendere ad 1) quando le due frequenze sono o tendono ad essere identiche (in modo che  $1 \times E_i E_j + 1 \times E_j E_i = 2 E_i E_j$ , il notissimo doppio prodotto del quadrato del binomio). Invece se due frequenze sono molto distanti il termine deve tendere a 0, in modo da annichilire i doppi prodotti. Se, infine, le due frequenze sono vicine ma non identiche anziché sommare ai quadrati il doppio prodotto si somma un po' meno del doppio prodotto ( $\rho_{ij} + \rho_{ji} \leq 2$ ):

$$E_1^2 + E_2^2 + \rho_{12} E_1 E_2 + \rho_{21} E_2 E_1 \quad \text{con } \rho_{12} = \rho_{21} \text{ ed anche } \rho \leq 1 \text{ sempre}$$

Ciò detto vi sono alcune diverse formulazioni per il coefficiente  $\rho$ . La Norma appena emanata dà nel paragrafo 4.5.3. della Norma generale sugli edifici una formula che è quella proposta alla comunità scientifica da Wilson-Der Kiureghan-Bayo nel 1981 ([2], il metodo è però stato originariamente proposto dal solo Der Kiureghan in due report interni al Earthquake Engineering Research Center della Università di California, Berkeley nel 1980 e 1979, [3] e [4]).

La formula è quella che riportiamo qui di seguito, con la stessa notazione usata dall'Ordinanza 3274 (par. 4.5.3 parte relativa alle norme sugli edifici):

$$\rho_{ij} = \frac{(8\xi^2(1 + \beta_{ij})\beta_{ij}^{3/2})}{\left((1 - \beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2\beta_{ij}(1 + \beta_{ij})^2\right)} \quad (3)$$

dove si precisa che “ $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente,  $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi ( $\beta_{ij}=\omega_i/\omega_j$ )”.

## L'errore della Ordinanza relativamente alla CQC

Nella parte relativa ai ponti (“Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti”), l'ordinanza 3274 dà la formula del coefficiente di correlazione, ma la dà sbagliata. Al paragrafo 7.1.2 “Combinazione delle massime risposte modali” viene detto:

*“Nel caso che i periodi propri dei modi siano vicini tra loro ( $r = T_j/T_i \geq 0.8$ , con  $T_j < T_i$ ) le risposte massime non possono considerarsi indipendenti, e la regola precedente [la SRSS ndr] deve essere sostituita da una combinazione quadratica completa, quale quella indicata nella espressione*

$$r_{ij} = \frac{(0.02(1 + \rho)\rho^{2/3})}{\left((1 - \rho^2)^2 + 0.01\rho(1 + \rho^2)\right)} \quad \text{SBAGLIATA}$$

Ora questa formula è, a parere di chi scrive, sbagliata. Per capirlo basta osservare che è *quasi* la stessa formula che compare nella parte sugli edifici, con le seguenti modifiche:

allo smorzamento  $\xi$  è stato dato il valore 0.05 (5%);

dove nella parte sugli edifici c'è  $\rho$  qui bisogna guardare  $r$ ;

dove nella parte sugli edifici c'è  $\beta$  qui bisogna guardare  $\rho$  (e forse i simboli si dovevano uniformare, per rendere più agevole la lettura della Norma);

ma il (3/2) di esponente è diventato (2/3) e  $(1+\rho)^2$  al denominatore è diventato  $(1+\rho^2)$ . La formula va sostituita con quella che segue:

$$r_{ij} = \frac{(0.02(1+\rho)\rho^{3/2})}{((1-\rho^2)^2 + 0.01\rho(1+\rho)^2)} \quad \text{GIUSTA}$$

Si noti che quando  $\rho=1$  (frequenze identiche) la formula sbagliata dà 2, mentre dovrebbe dare 1 (come dà quella corretta). Con la formula sbagliata noi otterremmo, tornando all'esempietto del paragrafo precedente (ipotesi di frequenze tendenti ad essere identiche per i due modi considerati):

$$E = \sqrt{2E_1^2 + 2E_2^2 + 2E_1E_2 + 2E_2E_1} = \sqrt{2(E_1 + E_2)^2} = 1,41E_{\text{esatto}}$$

Ovvero un incremento del 41% degli effetti rispetto alla soluzione esatta per questo semplice caso.

### **Un problema di interpretazione della formula (3) (questo paragrafo può essere utile a comprendere come usare la formula CQC)**

La formula (3) è la seguente:

$$\rho_{ij} = \frac{(8\xi^2(1+\beta_{ij})\beta_{ij}^{3/2})}{((1-\beta_{ij}^2)^2 + 4\xi^2\beta_{ij}(1+\beta_{ij})^2)}$$

dove

$$E = \sqrt{\sum_i \sum_j \rho_{ij} E_i E_j}$$

dove, citiamo adesso testualmente:

“ $\xi$  è il coefficiente di smorzamento viscoso equivalente,  $\beta_{ij}$  è il rapporto tra le frequenze di ciascuna coppia i-j di modi ( $\beta_{ij} = \omega_i / \omega_j$ )”.



Questa definizione lascia qualche perplessità. Infatti il coefficiente  $\beta_{ij}$  è maggiore o minore di uno a seconda del ciclo degli i e degli j, e viene legittimamente da chiedersi se si debba prendere il valore  $<1$ , il valore  $>1$ , o indifferentemente entrambi. Facciamo un esempio, immaginiamo 5 modi aventi frequenze con i valori della tabella seguente

Modo	1	2	3	4	5
$\omega$	1,5	13,5	14,5	15,5	15,0

Quando  $i=1$  e  $j=5$  nella doppia sommatoria  $\beta_{ij}$  sarà eguale a

$$\beta_{15} = (1,5/15,0) = 0,1$$

Con il proseguire della doppia sommatoria si arriverà ad avere  $i=5$ ,  $j=1$ . In questo caso la formula dà il risultato

$$\beta_{51} = (15,0/1,5) = 10$$

E' giusto usare ora questo numero oppure bisogna usare il precedente? La norma non dice nulla, come non dice nulla il lavoro originale [2] che ha proposto il metodo. Il dubbio c'è. La lettura del lavoro di Wilson reperibile in rete [5], all'indirizzo [www.csiberkeley.com/Technical\\_papers.html](http://www.csiberkeley.com/Technical_papers.html), fa aumentare lo sconcerto, perché viene testualmente detto:

The cross-modal coefficients,  $\rho_{nm}$ , for the CQC method with constant damping are

$$\rho_{nm} = \frac{8\zeta^2(1+r)r^{3/2}}{(1-r^2)^2 + 4\zeta^2r(1+r)^2} \quad (15.10)$$

where  $r = \omega_n / \omega_m$  and must be equal to or less than 1.0. It is important to note that the cross-modal coefficient array is symmetric and all terms are positive.

“must be equal to or less than 1.0”? Sembrerebbe quindi che il nostro  $\beta$  debba essere  $<1$ , ed in tal caso la Norma sarebbe omissiva (e così chi scrive ha inizialmente creduto).

In realtà analisi e controlli più approfonditi (e ci pare niente affatto scontati) mostrano che la formula che dà il coefficiente di correlazione è invariante a seconda che si metta ( $\beta$ ) o ( $1/\beta$ ). Qui di seguito la dimostrazione:

$$\frac{8\xi^2\left(1+\frac{1}{\beta}\right)\frac{1}{\beta^{3/2}}}{\left(1-\frac{1}{\beta^2}\right)^2+\frac{4\xi^2}{\beta}\left(1+\frac{1}{\beta}\right)^2}=\frac{\frac{8\xi^2(1+\beta)}{\beta^{5/2}}}{\frac{(\beta^2-1)^2}{\beta^4}+\frac{4\xi^2}{\beta}\left(\frac{1+\beta}{\beta}\right)^2}=\frac{\frac{8\xi^2(1+\beta)}{\beta^{5/2}}}{\frac{(1-\beta^2)^2}{\beta^4}+\frac{4\xi^2}{\beta^4}(1+\beta)^2}=\frac{8\xi^2(1+\beta)\beta^{3/2}}{(1-\beta^2)^2+4\xi^2\beta(1+\beta)^2}$$

La Norma è formalmente nel giusto nel non dire nulla sul punto, ma a nostro parere la chiarezza che deve avere una Norma non può essere paragonata a quella di un articolo scientifico ([2] non dice nulla su questo). Sarebbe stato quindi opportuno specificare in qualche modo che la formula non cambia sia che si metta  $\beta_{ij} < 1$  sia che si metta  $\beta_{ij} > 1$ . Si noti che l'articolo di Wilson [5] è addirittura fuorviante, poiché si sarebbe dovuto chiarire “and [they] must be equal to or less than 1.0”, perché se no si capisce “and [it] must be equal to or less than 1.0”.

Segnaliamo che traccia di questo *qui pro quo* sembrerebbe esservi anche nella ordinanza in oggetto nella parte sui ponti, par. 7.1.2, allorchè viene precisato “ $T_j < T_i$ ” (vedi paragrafo precedente), a meno che la precisazione non si riferisca al solo controllo di vicinanza dei modi, cosa che però lascia interdetti perché la dicitura che definisce  $r$

$$(r=T_j/T_i \geq 0.8 \text{ con } T_j < T_i)$$

non sembra lasciare dubbi (si noti che ben diversa è la stesura nel draft dell'ec8-part 2, in quanto le due cose, la definizione di  $r$  e la sua limitazione, sono in punti diversi del testo).

Ricapitolando: non è necessario che il rapporto tra le frequenze o i periodi sia minore di 1 per usare la formula che dà il coefficiente di correlazione, in quanto tale formula è invariante a seconda che si usi il rapporto  $T_j/T_i$  o il suo reciproco.

## **Le formule sulla spinta delle terre.**

Ci si riferisce alla parte della Ordinanza 3274 relativa alle “Norme Tecniche per il Progetto Sismico di Opere di Fondazione e di Sostegno dei Terreni”.

Qui si evidenziano tre errori.

La formula che dà il coefficiente di spinta passiva (par. 4.4.3) è la seguente:

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2(\psi + \theta) \left[ 1 - \frac{\sin}{\sin(\psi + \beta) \sin(\psi + \theta)} \right]^2}$$

e qui è direi platealmente evidente che il seno è privo di argomento.

Ma anche la formula precedente, quella sulla spinta attiva, riportata in questo modo dalle Norme

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\phi + \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\phi + \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

ha tutta l'aria di essere sbagliata, infatti quando  $\theta=0$  (nessuna spinta sismica),  $\psi=90^\circ$  (muro verticale),  $\beta=0$  (terreno orizzontale)  $\delta=0$  (attrito nullo tra muro e terreno), si dovrebbe ritrovare la formula classica che dà la spinta attiva

$$K = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi} = \tan^2 \left( 45^\circ - \frac{\phi}{2} \right)$$

mentre invece si trova

$$K_h = \frac{\cos^2 \phi}{\sin \phi [1 + \sqrt{\sin \phi}]^2}$$

Con ogni probabilità la formula giusta sarebbe stata la seguente (presa da chi scrive dal EC8, draft 1993, parte 5, annex F)

$$K = \frac{\sin^2(\psi + \phi - \theta)}{\cos \theta \sin^2 \psi \sin(\psi - \theta - \delta) \left[ 1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \sin(\phi - \beta - \theta)}{\sin(\psi - \theta - \delta) \sin(\psi + \beta)}} \right]^2}$$

Almeno questa formula rispetta la formula classica, perché si ottiene (nell'ipotesi di angoli nulli come più sopra chiarito, e  $\psi=90^\circ$ )

$$K = \frac{\cos^2 \phi}{[1 + \sin \phi]^2} = \frac{(1 - \sin \phi)(1 + \sin \phi)}{[1 + \sin \phi]^2} = \frac{1 - \sin \phi}{1 + \sin \phi}$$

Sempre nella stessa Norma e nella stessa parte, nella definizione del coefficiente  $k_H$ , punto 4.4.2., occorre dividere per  $g$  poiché altrimenti il fattore risulta dimensionale mentre deve essere adimensionale. Se si applica la formula al par. 4.4.2

$$k_H = S a_g / r$$

si ottengono numeri irrealistici, infatti  $a_g$  è definito dimensionalmente. Ad esempio se  $S=1$   $a_g=0.35g$  e si applica la formula utilizzando i metri ed i secondi come unità di misura, si ottiene:

$$k_H = Sa_g/r = 1 \times 0.35 \times 9,81/2 = 1,71675$$

Mentre in realtà il coefficiente deve essere

$$k_H = \frac{Sa_g}{rg} = 1 \times 0.35/2 = 0,175$$

Se si usano i cm ed i secondi si ottiene

$$k_H = Sa_g/r = 1 \times 0.35 \times 981/2 = 171,675$$

mentre deve essere sempre 0,175.

### ***Considerazioni di merito sul testo***

Le considerazioni seguenti sono limitate alla parte generale sugli edifici della Ordinanza 3274: “Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l’adeguamento sismico degli edifici - 4 Criteri generali di progettazione”, perché fino a questo punto chi scrive è arrivato nello studio delle nuove norme.

#### Par. 4.3.1

*“Un edificio è regolare in pianta se tutte le seguenti condizioni sono rispettate: a) la configurazione in pianta è compatta e approssimativamente simmetrica rispetto a due direzioni ortogonali in relazione alla distribuzione di masse e rigidità. [...] d) I solai possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali”.*

Che vuol dire “compatta e approssimativamente simmetrica”? Quando i solai “possono essere considerati infinitamente rigidi nel loro piano rispetto agli elementi verticali”? Chi lo decide? In base a cosa?”

In EC8 (Eurocodice 8) questi concetti sono definiti quantitativamente (ad esempio è compatta una configurazione se “ogni piano è delimitato da una linea poligonale convessa”, i solai possono essere considerati rigidi “se quando vengono modellati con la loro reale flessibilità nel piano i loro spostamenti orizzontali non eccedono da nessuna parte quelli che si sarebbero ottenuti con l’ipotesi

di solai rigidi per più del 10% del corrispondente spostamento assoluto orizzontale nella situazione sismica di progetto”. Tutto questo nella Ordinanza è scomparso).

Tutte le immagini dell’EC8 che potevano spiegare e chiarire nell’ordinanza non ci sono.

Ancora sempre al punto 4.3.1, criteri di regolarità in altezza.

*“g) il rapporto tra la resistenza effettiva e resistenza richiesta dal calcolo non è significativamente diverso per piani diversi (rapporti compresi tra 0.85 e 1.15)”.*

Preso da EC8 che però non ha la limitazione numerica.

Il rapporto in questione (resistenza effettiva/resistenza richiesta) non dovrebbe sempre essere  $> 1$ ? Come fa a valere 0.85? Ma forse si intende il “rapporto dei rapporti citati” tra piano e piano? L’esistenza di sfruttamenti diversi per più del 15% non è, a parere di chi scrive, una prova di irregolarità strutturale. Date condizioni di regolarità di rigidezza e resistenza non si può immaginare che una qualche condizione di carico tra le infinite possibili, che solleciti un piano ed un altro no, combinata al sisma, dia senz’altro luogo a variazioni del coefficiente di sfruttamento superiori al 15%, tra piano e piano? E in questo caso la struttura non sarebbe più regolare?

Eppoi da un punto di vista pratico cosa occorre fare: controllare tutti gli elementi in tutte le combinazioni (praticamente a progetto finito) per sapere se la struttura è regolare?

4.4.

*“Se i diaframmi orizzontali, tenendo conto delle aperture in essi presenti, sono sufficientemente rigidi, i gradi di libertà dell’edificio possono essere ridotti a tre per piano, concentrando masse e momenti di inerzia al centro di gravità di ciascun piano”.*

Quando sono sufficientemente rigidi? Quali prescrizioni quantitative devono essere soddisfatte? In che modo “tenendo conto delle aperture in esse presenti”? Occorre fare un modello? Un rapporto vuoto/pieno, cosa? (vedi al punto precedente quanto invece chiarito da EC8)

*“In aggiunta alla eccentricità effettiva dovrà essere considerata un’eccentricità accidentale, spostando il centro di massa di ogni piano, in ogni direzione considerata, di una distanza pari al 5% della dimensione massima del piano in direzione perpendicolare all’azione sismica”.*

Questa prescrizione è presa dall’EC8, che però in caso di analisi modale dà un metodo alternativo chiaro (condizione di carico torsionale aggiuntiva da involuppare).

Come si fa a spostare il centro di massa di ogni piano in un modello agli elementi finiti, *ove le posizioni dei nodi sono prefissate*, una volta messi tutti i carichi effettivi, senza alterare la quantità totale di massa? In EC8 – che nel caso di analisi modale dà chiare disposizioni-, viene aggiunta una chiara nuova condizione di carico “torsionale” agli effetti valutati con la analisi modale.

*“Nel caso di edifici con struttura in cemento armato, composta acciaio-calcestruzzo e in muratura, la rigidità degli elementi può essere valutata considerando gli effetti della fessurazione, considerando la rigidità secante a snervamento. In caso non siano effettuate analisi specifiche...”*

Può, o deve? E se non si deve, quando farlo? Perché farlo? In EC8 è scritto “should in general”, “devono, in generale”.

#### 4.5.2. (analisi statica equivalente)

*“Gli effetti torsionali accidentali di cui al punto 4.4. possono essere considerati amplificando le forze da applicare a ciascun elemento verticale con il fattore risultante dalla seguente espressione...”*

L’espressione e la clausola derivano dall’EC8.

Che vuol dire *“amplificando le forze da applicare a ciascun elemento verticale”* ?

Le forze vanno applicate ai piani, non agli elementi verticali. Forse si voleva dire “le sollecitazioni risultanti dal calcolo”. Nell’EC8 si dice “amplificando **gli effetti delle azioni** nei singoli elementi resistenti”. Dunque contrariamente a quanto scritto non occorre amplificare “le forze” ma “gli effetti delle azioni”.

Nell’EC8 è specificato che questo metodo è applicabile “se la distribuzione di masse e rigidità laterali è simmetricamente distribuita in pianta”, mentre nella Norma si chiede solo che le costruzioni siano regolari in pianta e quindi “approssimativamente simmetriche”. Si noti che mentre se si dice “simmetricamente distribuita” non ci sono dubbi, “approssimativamente simmetrico” consente ogni possibile valutazione discrezionale. Entro che limiti si è “approssimativamente simmetrici”? Impossibile dirlo.

#### 4.5.3. (analisi modale)

*“Gli effetti torsionali accidentali possono essere considerati in modo analogo a quanto indicato per il caso di analisi lineare statica”.*

Quindi anche su strutture non regolari e quindi del tutto non simmetriche (per le quali è necessaria la modale), scavalcando di gran lunga quanto previsto da EC8 dal quale la prescrizione deriva: ma l'EC8 prevede quel metodo *solo* per la statica equivalente e la modale semplificata sotto stringenti condizioni di regolarità e simmetria, *e per tutti gli elementi*. Qui invece la prescrizione è “solo sugli elementi verticali”: e se un elemento è inclinato e non rigorosamente verticale i suoi sforzi non vengono amplificati? La torsione aggiuntiva non provoca effetti?.

Si noti che alla lettera il rimando al par. 4.5.2. non vuole dire nulla perché in 4.5.2. si parla di amplificare “le forze”, ma in un'analisi modale di “forze” non ce ne sono.

In EC8, come già richiamato, gli effetti torsionali vengono tenuti in conto aggiungendo una condizione statica torsionale appositamente e chiaramente definita, ed involupandola con le altre. Qui occorre amplificare gli effetti delle azioni (**non** “le forze”) e **solo sugli elementi verticali** (ad esempio un software deve decidere quali sono gli “elementi verticali”, ed amplificare le sollecitazioni solo su quelli: a parere di chi scrive, un pasticcio).

### 5.3.1

strutture a nucleo

si definisce  $r^2$  come “*rapporto tra la rigidezza torsionale e flessionale di piano*”. Cosa vuol dire “*rigidezza flessionale di piano*”? Non è dato capirlo a chi scrive.

Nell'EC8 troviamo:

“*rapporto tra la rigidezza torsionale e **laterale** di piano (quadrato del ‘raggio torsionale’)*”.

E ora (leggendo l'EC8 però) si capisce che si voleva dire.

Inoltre

“ $ls^2 = (L^2 + B^2)/12$  con  $L$  e  $B$  dimensioni in pianta dell'edificio”

e se l'edificio non è rettangolare?

## ***Considerazioni finali***

La presenza di errori in una Norma pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale è, a parere di chi scrive, un fatto molto grave che non dovrebbe mai accadere. Naturalmente tutti possiamo sbagliare, ed anzi è ben noto che l'Ingegnere fa quotidianamente i conti con l'errore proprio o altrui. Ma due sono le considerazioni che sembrano fondamentali nel far percepire questa situazione come non ordinaria e pertanto degna di essere pubblicamente segnalata e dibattuta (in verità dolorosamente, tenuto conto il fatto che tutti ambiamo ad avere regole moderne ed efficaci).

La prima è che una Norma non può essere meramente il frutto del lavoro di una o cinque o dieci persone, per quanto illustri e preparate. Una Norma dovrebbe essere attentamente controllata da molte *molte* persone ed Enti, Istituti di Ricerca, Ordini Professionali, Professionisti, al fine di evitare appunto la presenza di sviste e di veri e propri errori materiali. Se si vogliono includere in una Norma delle formule (alcuni su questo esasperato dettaglio dissentono) queste devono essere rigorosamente esatte e controllate e ricontrollate *prima* di essere pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale.

La seconda è che noi non stiamo discutendo a una settimana dalla pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale. Ci sono voluti 100 giorni per scrivere questa Norma ed approvarla (4/12/2002 – 20/3/2003), mentre 160 giorni non sono ancora stati sufficienti perché gli errori in essa contenuti (almeno uno assolutamente evidente a chiunque abbia fatto il liceo) fossero corretti. Questo sinceramente sconcerta.

In ultimo mi sembra indispensabile fare osservare che una Norma deve essere letta e compresa da chi la dovrà usare (e qualcuno – come ad esempio chi scrive - anche programmare in software affidabili), pertanto occorre osservare la massima cura affinché i concetti espressi siano ben comprensibili, e se si fa una norma riducendone un'altra (EC8) allora il riassunto andrà fatto in modo efficace, e preciso, anche con riguardo alla traduzione dall'inglese.

## ***Riferimenti***

[1] “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”, Ordinanza 3274 del 20/3/2003, Supplemento Ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 105 dell'8/5/2003.

[2]E.L. Wilson, A. Der Kiureghian and E.R. Bayo, “A Replacement for the SRSS Method in Seismic Analysis”, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, Vol. 9, pp. 187-192, 1981

[3]A. Der Kiureghian “A response spectrum method for random vibrations”, Report N° UCB/EERC-80/15, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Cal. (1980).

[4] A. Der Kiureghian “On response of structures to stationary excitation”, Report N° UCB/EERC-79/32, Earthquake Engineering Research Center, University of California, Berkeley, Cal. (1979).

[5] E.L.Wilson “Dynamic Analysis Using Response Spectrum Loading”, CSI Web Site, Technical Papers, [www.csiberkeley.com/Technical\\_Papers.html](http://www.csiberkeley.com/Technical_Papers.html)