

**PROMEMORIA SULLA QUESTIONE DELLA
SEZIONE MINIMA DEI PILASTRI IN ZONA SISMICA**
Cap. 7.4.6.1.2 delle Norme Tecniche per le costruzioni

Nell'ultima versione delle Norme Tecniche compare una prescrizione che preoccupa fortemente il nostro settore.

Si tratta della prescrizione relativa alla sezione dei pilastri nei casi in cui θ risulti maggiore di 0,1.

Presentiamo a tale proposito alcune considerazioni riferite alle strutture prefabbricate più diffuse, ovvero gli edifici con orizzontamenti incernierati a pilastri e pilastri incastrati alla base.

1) La prescrizione relativa alla dimensione minima della sezione del pilastro prevista al cap. 7.4.6.1.2 delle Norme Tecniche deriva dalla EN 1998, che prevede al punto 5.4.1.2.2 – Columns un'analoga limitazione.

Ma la richiesta secondo la quale, nel caso in cui θ sia $>0,1$, *l'altezza minima della sezione non deve essere inferiore ad un decimo della maggiore tra le distanze tra il punto in cui si annulla la flessione e le estremità del pilastro* è presentata come "regola applicativa" e non come "principio".

La distinzione tra "principi" e "regole applicative" fornita negli Eurocodici (v. Punto 1.4 della EN1990) è la seguente:

(2) *I Principi comprendono:*

- affermazioni di carattere generale e definizioni per le quali non è prevista alternativa, così come:

- requisiti e modelli analitici per i quali non è ammessa alcuna alternativa, salvo ove espressamente specificato.

(3) *I Principi sono identificati dalla lettera P che segue il numero del paragrafo.*

(4) *Le regole applicative sono regole generalmente riconosciute, che sono conformi ai Principi e ne soddisfano i requisiti.*

(5) *E' ammesso impiegare in alternativa regole di progettazione diverse dalle regole applicative fornite dalla EN1990 per i lavori di costruzione, a condizione che si dimostri che le regole alternative siano in accordo con i relativi principi e siano almeno equivalenti in relazione alla sicurezza strutturale, all'esercizio ed alla durabilità che sarebbero attese impiegando gli Eurocodici.*

Si deduce quindi che, secondo questo punto, sono possibili regole alternative purché vengano rispettati i Principi essenziali legati alla verifica della sicurezza delle strutture nei confronti dei diversi stati limite.

Si nota inoltre che il punto 5.4.1.2.2 della EN 1998 non è esplicitamente richiamato nel paragrafo 5.11.3.2 - *Columns* relativo alle strutture prefabbricate.

2) Nella maggior parte delle strutture gettate in opera la distanza fra l'estremità del pilastro ed il punto di momento nullo coincide all'incirca con la metà dell'interpiano (diagrammi del momento a farfalla). In questi casi la prescrizione del punto 7.4.6.1.2 porta a valori realistici.

Nello schema tipico delle strutture prefabbricate a orizzontamenti incernierati ai pilastri e pilastri incastrati alla base la distanza è pari all'altezza del pilastro, ovvero del fabbricato (diagramma del momento a triangolo). L'applicazione della prescrizione porta in questo caso a valori non realistici della sezione del pilastro.

3) Si evidenzia che, per le tipologie di strutture prefabbricate più diffuse, θ supera molto frequentemente il valore 0,1, in particolare in zone a sismicità media e bassa.

A tale proposito riportiamo i valori di θ ricavati da un esempio di progetto di struttura prefabbricata.

Si tratta dell'esempio relativo all'edificio industriale prefabbricato riportato nel Capitolo 3, Volume 2 della "Guida all'uso dell'Eurocodice 2" realizzata da AICAP in collaborazione con Progetto Ulisse.

Il prospetto che segue è il prospetto 13.1 dell'esempio (v. pag. 200) calcolato per:

- fattore di comportamento: 4,5;
- accelerazione di picco del terreno: 0,25 g
- terreno tipo B
- altezza del pilastro: 6,1 m in direzione x, 7,3 in direzione y;

Il soddisfacimento delle verifiche allo stato limite ultimo, allo stato limite di esercizio e della limitazione $\theta < 0,3$ portano ad una sezione del pilastro pari a 0,65 x 0,65 m.

		32 condizioni x 18 pilastri	32 condizioni x 4 pilastri	
Pilastri d'angolo	N_{Ed}	305,75	307,65	[kN]
	$M_{Ed,x}$	129,04	139,40	[kNm]
	$M_{Ed,y}$	476,62	472,46	[kNm]
	ρ	0,756	0,755	
Pilastri di bordo longitudinale	N_{Ed}	511,65	516,28	[kN]
	$M_{Ed,x}$	142,49	435,23	[kNm]
	$M_{Ed,y}$	453,81	140,24	[kNm]
	ρ	0,675	0,649	
Pilastri di bordo trasversale	N_{Ed}	497,59	497,59	[kN]
	$M_{Ed,x}$	137,69	137,69	[kNm]
	$M_{Ed,y}$	485,37	485,37	[kNm]
	ρ	0,721	0,721	
Pilastri centrali	N_{Ed}	883,51	897,08	[kN]
	$M_{Ed,x}$	122,52	109,78	[kNm]
	$M_{Ed,y}$	442,81	407,13	[kNm]
	ρ	0,581	0,531	
Pilastro più sollecitato	N_{Ed}	305,75	307,65	[kN]
	$M_{Ed,x}$	129,04	139,40	[kNm]
	$M_{Ed,y}$	476,62	472,46	[kNm]
	ρ	0,756	0,755	
	$\theta_{x,max}$	0,196	0,196	
	$\theta_{y,max}$	0,278	0,275	

Essendo l'esempio citato realizzato con il fattore di struttura previsto dall'Eurocodice 8, riportiamo un'analogha tabella calcolata con il fattore di struttura raccomandato dall'Ordinanza n. 3274 ($q=3,75$).

		32 combinazioni x 18 pilastri			
			$a_g=0,15 g$	$a_g=0,25 g$	$a_g=0,35 g$
			70 x 70 cm	70 x 70 cm	75 x 75 cm
Pilastri d'angolo	N_{Ed}	[kN]	309,28	311,92	326,75
	$M_{Ed,X}$	[kNm]	429,94	649,39	1016,00
	$M_{Ed,Y}$	[kNm]	127,30	164,67	245,28
	ρ		0,530	0,674	0,835
Pilastri di bordo longitudinale	N_{Ed}	[kN]	522,12	527,19	536,42
	$M_{Ed,X}$	[kNm]	466,96	675,33	999,95
	$M_{Ed,Y}$	[kNm]	100,83	190,11	262,72
	ρ		0,532	0,670	0,790
Pilastri di bordo trasversale	N_{Ed}	[kN]	505,32	515,07	541,40
	$M_{Ed,X}$	[kNm]	113,53	189,24	301,57
	$M_{Ed,Y}$	[kNm]	455,90	675,43	1060,19
	ρ		0,523	0,671	0,841
Pilastri centrali	N_{Ed}	[kN]	894,98	891,38	907,34
	$M_{Ed,X}$	[kNm]	124,44	207,26	1004,05
	$M_{Ed,Y}$	[kNm]	466,37	717,24	364,84
	ρ		0,484	0,658	0,763
Pilastro più sollecitato	N_{Ed}	[kN]	522,12	311,92	541,40
	$M_{Ed,X}$	[kNm]	466,96	649,39	301,57
	$M_{Ed,Y}$	[kNm]	100,83	164,67	1060,19
	ρ		0,532	0,674	0,841
	$\theta_{x,max}$		0,121	0,121	0,093
	$\theta_{y,max}$		0,171	0,172	0,133

Per coprire una più ampia casistica di edifici prefabbricati, dove frequentemente si raggiungono altezze superiori a quella dell'esempio, si citano i calcoli riportati nell'allegato A.

Quali ulteriori esemplificazioni alleghiamo due esempi di edifici, uno monopiano e l'altro multipiano, calcolati secondo l'Ordinanza. In questi casi è evidente come si possano rispettare tutte le verifiche (SLU, SLD e second'ordine) anche in presenza di pilastri in cui la dimensione della sezione è inferiore ad 1/10 dell'altezza del pilastro.

Siamo disponibili a fornire ulteriori esempi su richiesta.

4) La regola al punto 7.4.6.1.2 deve essere applicata unitamente alle prescrizioni sull'armatura minima ed unitamente alla gerarchia delle resistenze. Si ottiene pertanto un eccessivo sovradimensionamento delle armature, del momento resistente al piede del pilastro, del plinto e delle connessioni trave-pilastro.

5) Un soddisfacimento alla lettera di tale prescrizione rinnegherebbe gran parte della tradizione costruttiva nazionale nell'ambito della prefabbricazione. E' ben noto infatti che decine di milioni di metri quadrati di edifici prefabbricati sono stati prodotti negli ultimi 50 anni su tutto il territorio nazionale e che buona parte di essi ha subito eventi sismici dimostrando sul campo un buon comportamento strutturale, pur avendo pilastri con dimensioni anche sensibilmente inferiori ad 1/10 dell'altezza.

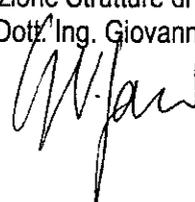
D'altro canto tale regola metterebbe fuori mercato gran parte della prefabbricazione in calcestruzzo (con riferimento alla classica tipologia di edifici con orizzontamenti incernierati ai pilastri e pilastri incastrati alla base) perché comporta, come già evidenziato, un eccessivo sovradimensionamento delle armature, delle connessioni e delle fondazioni.

Riteniamo che, il rispetto della limitazione $\theta < 0,3$ (tenendo conto nei calcoli degli effetti del secondo ordine, così come prescritto dalla normativa) e la verifica degli stati limite (ultimi e di danno), consentano di conseguire la desiderata sicurezza delle strutture.

In conclusione si chiede che dalla prescrizione di cui al punto 7.4.6.1.2 vengano escluse le strutture, monopiano e pluripiano, a orizzontamenti incernierati ai pilastri e pilastri incastrati alla base

Cordiali saluti

Il Presidente della
Sezione Strutture di Assobeton
Dott. Ing. Giovanni Viganò



AII/3