

Oggetto: Parere in merito al fattore di struttura per strutture a telaio con solette a piastra (Rif. prot. int. n. 181)

### **Il Comitato Tecnico Scientifico**

**Vista** la richiesta dell'Area Geologia Suoli e Sismica della Regione Emilia-Romagna, acquisita al prot. 29/11/2022. avente quesito:

- se per la tipologia strutturale suddetta, ovvero struttura a telaio con solette a piastra, si possano adottare fattori di struttura analoghi alle strutture a telaio di cui alla tab. 7.3.II delle NTC 2018;
- in caso di risposta affermativa quali debbano essere le analisi e le verifiche da effettuare per valutare il fattore di struttura.

**Istituita** la Sottocommissione del CTS, designata nella seduta del 2 dicembre 2022, presieduta dal Prof. Ing. Loris Vincenzi, al fine di approfondire la documentazione presentata per la discussione in Comitato;

**Sentita** la Sottocommissione che illustra l'attività istruttoria condotta;

### **Premesso**

- che gli elementi principali che emergono dall'istruttoria della documentazione trasmessa possono essere così riassunti:

- la fattispecie oggetto di istruttoria da parte della Struttura Tecnica Competente in materia sismica è una palazzina ad uso scolastico di 2 piani a pianta rettangolare delle dimensioni 41m x 19m, con struttura a pilastri in c.a. e solai a soletta piena gettata in opera dello spessore di 28 cm;
- la struttura è stata progettata come "struttura dissipativa a media duttilità (CD "B") del tipo a telaio con più piani e più campate", adottando un fattore di struttura  $q$  pari a 3.45;

- che a seguito dell'esame della documentazione prevenuta, la sottocommissione ha ritenuto utile convocare per la data del 19/12/2022 un incontro con i progettisti incaricati e la committenza durante il quale sono stati evidenziati gli aspetti più rilevanti in merito alle criticità delle scelte progettuali adottate.

### **Tenuto conto**

del parere n. 26 del CTS espresso in data 4 maggio 2011 in merito ad una struttura a telaio, pilastri e travi in c.a. e soletta piena in c.a., nel quale, in merito al chiarimento di alcuni aspetti relativi alla modellazione ed alla progettazione di strutture intelaiate in c.a. con orizzontamenti realizzati mediante solette piene in c.a., si evidenziava l'opportunità di valutare 2 casi limite, ovvero: "la situazione in cui la soletta è sostenuta da travi sufficientemente rigide", ed il caso in cui la "la stessa soletta trasferisce le azioni direttamente alle colonne (solaio a fungo); tali situazioni

*rappresentano due condizioni limite all'interno delle quali sono contenuti i casi intermedi che si ottengono variando la rigidità delle travi e/o le geometrie/armature delle solette” ;*

*che nello stesso parere vengono inoltre evidenziate le problematiche relative “all'utilizzo, nel medesimo (modello della struttura ndr.), di elementi mono-dimensionali (beam) e bidimensionali (plate-shell), anche in considerazione delle problematiche connesse alla rigidità degli elementi bidimensionali nei confronti delle rotazioni rispetto all'asse normale (drilling), in assenza di idonea documentazione di validazione del software e di giudizio motivato di accettabilità dei risultati da parte del progettista;” per le quali il CTS si è espresso con le seguenti considerazioni:*

*“la documentazione di validazione del software ed il giudizio motivato di accettabilità dei risultati da parte del progettista devono essere presenti (Capitolo 10 delle NTC-2008) a prescindere dalle tipologie di elementi finiti utilizzati;*

*si intende che l'articolazione e il livello di approfondimento di tali elaborati debbano essere correlati alla complessità del modello numerico e alle incertezze insite nella modellazione specifica (sensibilità dei risultati ai parametri scelti, alla discretizzazione operata, etc.);*

*le problematiche connesse alla rigidità degli elementi bidimensionali nei confronti delle rotazioni rispetto all'asse normale devono essere evidentemente considerate e, tenuto conto del ruolo che assumono nel modello specifico, eventualmente approfondite”.*

#### **Considerato**

che nel caso specifico risulta configurarsi il caso limite di struttura a pilastri con soletta piena che trasferisce le azioni direttamente alle colonne, non essendo di fatto previsti elementi “trave”, e dunque si rimanda alla seconda parte del contenuto del già citato parere del CTS di seguito evidenziato:

*“b. il fattore di struttura “q” deve essere evidentemente coerente con le effettive capacità dissipative della costruzione. In tal senso, si evidenzia che la tipologia strutturale in esame non è tra quelle elencate al paragrafo 7.4.3.1 delle NTC-2008 e che il paragrafo 7.4.3.2 delle stesse norme prescrive che “Per tipologie strutturali diverse da quelle sopra definite, ove si intenda adottare un valore  $q > 1,5$  il valore adottato deve essere adeguatamente giustificato dal progettista”. Fattore di struttura e dettagli costruttivi devono, quindi, essere coerenti con i meccanismi di collasso (numerosità e localizzazione delle “cerniere plastiche”) ipotizzati;*

*c. la “gerarchia delle resistenze” deve essere attentamente valutata, non solo e non tanto con riferimento alla capacità degli orizzontamenti di trasmettere le azioni agli elementi di controvento, quanto piuttosto in relazione all'eventuale ipotesi di formazione di “zone di plasticizzazione” per flessione (meccanismi duttili) all'interno della soletta”.*

**Considerato** inoltre che:

l'EC2, paragrafo 5.3.3, in merito all'adozione di elementi sismoresistenti a lastre, prevede una progettazione in classe di duttilità bassa, con un coefficiente di struttura pari ad 1,5.

Le Norme Tecniche per le costruzioni non includono questo tipo di struttura tra quelle per cui è possibile definire il fattore di comportamento  $q$  sulla base della tipologia strutturale, si veda la Tab. 7.3.II del Paragrafo 7.3.1. (e il Paragrafo 7.4.3.2. relativamente alle costruzioni in calcestruzzo armato) che “per tipologie strutturali diverse da quelle sopra definite, ove s'intenda adottare un



valore  $q > 1,5$  il valore adottato deve essere adeguatamente giustificato dal progettista mediante l'impiego di analisi non lineari". **Considerato** che la valutazione del comportamento duttile del sistema con plasticizzazione nella soletta implicherebbe analisi non lineari particolarmente complesse (modellazione non lineare di elementi finiti bidimensionali), che raramente possono essere ricondotte a semplificare la stessa soletta con elementi a trave di larghezza equivalente. Infatti, la modellazione della struttura a telaio richiederebbe la definizione di una larghezza equivalente della trave che schematizza il comportamento della soletta, che risulterebbe arbitraria, ed il comportamento strutturale in campo non lineare potrebbe quindi differire significativamente da quello effettivo.

Tutto ciò premesso e considerato, il Comitato Tecnico Scientifico, presieduto dal Prof. Ing. Marco Savoia, all'unanimità dei presenti

#### **è del parere**

che la struttura in esame non possa rientrare tra quelle elencate al paragrafo 7.4.3.1. delle NTC 2018, e pertanto, a seguito di quanto già espresso nelle considerazioni sopra riportate, si ritiene che per la stessa struttura in esame sia da raccomandarsi l'uso di un fattore di struttura  $q=1,5$ . Fatta salva la possibilità di riferirsi a quanto previsto dalle Norme Tecniche per cui *"ove s'intenda adottare un valore  $q > 1,5$  il valore adottato deve essere adeguatamente giustificato dal progettista mediante l'impiego di analisi non lineari"*, si sottolinea la complessità di una analisi non lineare affidabile per questa tipologia strutturale e la necessità di verificare, se adottata, la affidabilità dei risultati ottenuti, ad esempio mediante confronto tra i risultati ottenuti con differenti approcci e metodologie di calcolo.

Il Presidente del Comitato Tecnico Scientifico

(Prof. Ing. Marco Savoia)

