

Argomento relativo al 1° punto del verbale del giorno 8/5/2017**Analisi strutturale****Analisi lineare****Comportamento dissipativo**

... [omissis]

Nei casi in cui il fattore di struttura venga determinato sulla scorta di un'analisi pushover al fine di verificare l'effettiva distribuzione della domanda inelastica, ovvero per valutare i rapporti di sovrarresistenza, così come previsto dal §7.3.4.1 NTC, è necessario inserire gli ulteriori dati descrittivi del procedimento utilizzato allo stesso modo di quanto successivamente riportato sull'argomento.

Controllo della capacità dissipativa

La sezione dedicata al Controllo della Capacità Dissipativa rileva ai fini delle assunzioni progettuali circa la determinazione del fattore di struttura q adottato nella progettazione.

Con riferimento alle schermate appositamente dedicate al "Controllo capacità dissipativa" si tiene ad evidenziare che:

- 1) **Selezionando "NO" in entrambi i quesiti** riportati nel riquadro sottostante l'utente dichiarerà di aver inteso procedere alla valutazione dell'azione sismica adottando un fattore di struttura "q" determinato in maniera diretta, ossia sulla base delle indicazioni specifiche della norma tecnica relativamente alla tipologia strutturale e allo schema distributivo delle parti sismo resistenti (§§ 7.4.3 e segg. NTC).

Opera Progettuale - Analisi Strutturale ?

Tipo di analisi strutturale eseguita:

Analisi lineare ▾

Analisi lineare

Criterio di analisi e verifica impiegato nella progettazione:

Analisi lineare con fattore di stru ▾

Capacità dissipativa

Controllo capacità dissipativa

E' stata valutata l'effettiva sovrarresistenza in campo plastico lungo ciascuna delle due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

E' stata verificata l'effettiva distribuzione della domanda inelastica lungo le due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

- 2) **Selezionando "SI" soltanto nel primo dei due quesiti** l'utente dichiarerà di aver inteso procedere alla valutazione dell'azione sismica adottando un fattore di struttura "q" determinato sulla base dei criteri specifici riportati dalla norma tecnica relativamente alla tipologia strutturale (ved. Tabelle specifiche del Cap.7 NTC), ma impiegando i rapporti di sovrarresistenza α_u/α_1 desunti da specifica analisi statica non lineare, in relazione a quanto previsto dal 2° cpv del §7.3.4.1 NTC, 1° punto in elenco.

▼ **Capacità dissipativa**

Controllo capacità dissipativa

E' stata valutata l'effettiva sovrarresistenza in campo plastico lungo ciascuna delle due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

E' stata verificata l'effettiva distribuzione della domanda inelastica lungo le due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

- 3) **Selezionando "SI" soltanto nel secondo dei due quesiti** l'utente dichiarerà di aver inteso procedere alla valutazione dell'azione sismica adottando un fattore di struttura "q" determinato mediante analisi statica non lineare, ai sensi del 2° cpv del §7.3.4.1 NTC, 2° punto in elenco, ma utilizzando un rapporto di sovrarresistenza α_u/α_1 più cautelativo, per come individuato in base dei criteri specifici riportati dalla norma tecnica in relazione al particolare schema distributivo delle parti sismo resistenti della costruzione (ved. §7.4.3 NTC e segg.).

▼ **Capacità dissipativa**

Controllo capacità dissipativa

E' stata valutata l'effettiva sovrarresistenza in campo plastico lungo ciascuna delle due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

E' stata verificata l'effettiva distribuzione della domanda inelastica lungo le due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

- 4) **Selezionando "SI" in entrambi i quesiti** l'utente dichiarerà di aver inteso procedere alla valutazione dell'azione sismica adottando un fattore di struttura "q" determinato mediante analisi statica non lineare, dalla quale emerge anche l'effettivo comportamento sovrarresistente in campo plastico attraverso il rapporto α_u/α_1 , ai sensi del 2° cpv del §7.3.4.1 NTC, 1° e 2° punto in elenco.

▼ **Capacità dissipativa**

Controllo capacità dissipativa

E' stata valutata l'effettiva sovrarresistenza in campo plastico lungo ciascuna delle due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

E' stata verificata l'effettiva distribuzione della domanda inelastica lungo le due direzioni sismiche principali, per ciascun verso, tenuto conto eventualmente della componente sismica verticale? Si No

Fattore di struttura

Per quanto attiene al "Fattore di struttura" il calcolo finalizzato alla determinazione dell'azione sismica orizzontale si esegue applicando pedissequamente i criteri di cui al §7.3.1 NTC.

Il fattore di struttura **q** si calcola con la nota relazione:

$$q = K_R \cdot q_0 \quad , \quad [7.3.1] \text{ NTC}$$

dove è posto:

q il fattore di struttura da adottare per determinare la forma dello spettro inelastico di progetto

K_R il fattore di regolarità in altezza della costruzione

q₀ il fattore di struttura massimo, calcolato secondo i criteri specifici indicati dalle NTC per la tipologia strutturale e lo schema distributivo degli elementi sismoresistenti

Il fattore di struttura massimo **q₀** contiene già in sé le informazioni sulla distribuzione della domanda inelastica e, pertanto, tiene implicitamente conto della sovrarresistenza che deve commisurarsi al limite elastico "convenzionale", sebbene non rilevi sulle ripercussioni che eventuali connotazioni di irregolarità in altezza possono produrre sul comportamento dissipativo effettivo della struttura.

Per quanto sopra indicato l'utente deve fornire adeguate giustificazioni circa le assunzioni fatte in progetto, dichiarando sugli elementi che conducono ad un'adeguata interpretazione del comportamento dissipativo della struttura per ciascuna delle diverse direzioni di applicazione dell'azione sismica.

Il procedimento suddetto è univoco, sia che si stia progettando una nuova struttura, sia per interventi su costruzioni esistenti.

Si precisa che nelle costruzioni esistenti, così come riportato nella Circolare n.617/09 ai punti §C8.7.2.4, per le costruzioni in calcestruzzo o in acciaio e in §C8.7.1.2, per le costruzioni in muratura, il fattore di struttura "q" può rappresentare in larga misura il dato di partenza, mentre il fattore di struttura massimo q_0 ed il rapporto di sovrarresistenza α_u/α_1 possono essere ricavati secondo una procedura a ritroso, dopo aver tenuto conto del fattore di regolarità in altezza K_R . Infatti, come è facile verificare, la norma tecnica ripropone l'argomento in vario modo, a secondo che si stia trattando di un certo tipo di costruzione piuttosto che di un altro, ma il procedimento generale resta sempre quello che risponde univocamente al principio di cui al §7.3.1 NTC.

Così ad esempio se, come avviene in osservanza al disposto della Circolare contenuto in §C8.7.2.4, "Analisi statica lineare con fattore q" o "Analisi dinamica modale con spettro di risposta o con fattore q", il fattore di struttura q è direttamente assunto tra i valori 1.5 e 3.0, i restanti parametri richiesti potranno essere ricavati in base alle seguenti posizioni:

$$q_0 = \frac{q}{K_R} ; \quad \frac{\alpha_u}{\alpha_1} = \begin{cases} \text{da NTC, per tipo di schema strutturale sismoresistente} \\ \text{da analisi statica non-lineare, ai sensi del §7.3.4.1, 1° p.to del 2° cpv} \end{cases}$$

Non nuoce sottolineare che, sempre per le costruzioni esistenti in calcestruzzo, la valutazione del fattore di struttura q può condursi in maniera diretta, alla stessa stregua delle nuove costruzioni, allorché gli interventi previsti ai sensi del §8.4.1 o del §8.4.2 NTC prevedano la sostituzione integrale degli elementi strutturali esistenti con elementi nuovi (cfr. §C8.7.2.4, "Analisi statica lineare con fattore q").

Una considerazione sul rapporto di sovrarresistenza: quando nella valutazione del fattore di struttura massimo q_0 il rapporto α_u/α_1 , basato sulle schematizzazioni strutturali indicate dalle NTC (senza che vi sia l'ausilio dell'analisi statica non lineare), **non compare espressamente o non è richiesto**, così come avviene per le strutture "torsionalmente deformabili" o "a pendolo inverso", è **necessario indicare per esso un valore unitario**.

Da ultimo, al fine di rendere completa la descrizione del comportamento dissipativo della struttura, è necessario che l'utente fornisca le informazioni sulla richiesta di duttilità globale, in osservanza al disposto del §7.3.3.3 NTC. Si tratta dunque di indicare i **fattori di amplificazione degli spostamenti** calcolati mediante analisi lineare, statica o dinamica:

$$d_E = \pm \mu_d \cdot d_{Ee} , \quad [7.3.8] \text{ NTC}$$

dove: d_E è lo spostamento plastico di calcolo della struttura o del particolare elemento strutturale

d_{Ee} è il corrispondente spostamento valutato in analisi elastica lineare

μ_d è il fattore di duttilità, che amplifica gli spostamenti elastici, determinato secondo le [7.3.9] NTC

Infine i campi da riempire in merito al fattore di struttura sono quelli rappresentati qui di seguito, a titolo puramente esemplificativo:

Fattore struttura	
Fattore struttura orizzontale	
Fattore di regolarità in altezza *:	<input type="text" value="0.8"/> K_R
Dissipazione X	← Indicazione direzione sismica
Fattore di struttura massimo determinato ai sensi delle NTC *:	
<input type="text" value="3.04"/>	q_0
Rapporto di sovrarésistenza a_u/a_1 desumibile dalla tipologia strutturale, o eventualmente calcolato con l'ausilio dell'analisi statica non-lineare *:	
<input type="text" value="1.15"/>	α_u/α_1
Fattore di struttura calcolato nella direzione sismica considerata, eventualmente desunto dall'analisi statica non-lineare *:	
<input type="text" value="2.43"/>	q
Fattore di amplificazione degli spostamenti elastici nella direzione sismica considerata *:	
<input type="text" value="2.76"/>	μ_d

Argomento relativo al 2° punto del verbale del giorno 8/5/2017

Sistema strutturale

Definizione della struttura

Definizione della struttura per <Edifici>

Organizzazione strutturale

Definizione dei piani strutturali

Informazioni particolari riguardanti la compilazione dello schema a piani

... [omissis]

Definizione dello schema a livelli

Un livello di piano è quello in cui è verosimile l'individuazione di un piano orizzontale che intercetta o che approssima la posizione verticale di tutti i piani medi degli orizzontamenti presenti nella rappresentazione di una pianta di carpenteria.

Per piano strutturale deve intendersi il piano costituito dalla pianta di carpenteria dell'impalcato considerato, comprensivo di tutti gli elementi strutturali verticali sottostanti. I piani strutturali, in caso di sisma applicato, sono considerati anche piani sismici in quanto soggetti a spostamenti orizzontali.

Fanno eccezione i livelli di fondazione che, non sottendendo elementi strutturali verticali liberi da vincoli esterni, sono considerati fissi al suolo.

E' fondamentale scegliere un sistema di riferimento assoluto per l'edificio (O:X;Y;Z) grazie al quale stabilire la quota Z che staziona in altezza ogni piano strutturale.

Non è possibile definire livelli strutturali la cui differenza di quota risulti inferiore ad 1 m.

Al proposito rilevano gli orizzontamenti estesi per solai sfalsati in quota, dotati di collegamenti orizzontali a baionetta o, comunque, connessi ad elementi strutturali verticali definiti "corti" o "tozzi".

Il motivo di tale esclusione risiede nel fatto che gli elementi verticali tozzi, non esibendo un comportamento per lo più aderente al modello strutturale di trave, per come definito sulla base della teoria c.d. di De Saint Venant, andrebbero trattati con particolare cautela mediante l'impiego di procedure di analisi sofisticate specificamente dedicate a questo genere di problema.

Le informazioni derivanti dal considerare elementi tozzi tra piani sfalsati di uno stesso orizzontamento risulterebbero, del resto, di scarso significato dal momento che, considerata l'elevata rigidità laterale di tali elementi in rapporto a quella calcolabile tra due orizzontamenti consecutivi, la differenza tra i taglianti calcolati alle due estremità della discontinuità planare risulterebbe del tutto trascurabile ai fini della definizione della distribuzione delle forze sismiche lungo l'altezza della costruzione. Tanto più che, dal punto di vista dell'analisi globale, non rileva la differente altezza negli elementi verticali che collegano solai di uno stesso orizzontamento in quanto nel calcolo delle rigidità laterali di piano il centro di rigidità viene attratto verso le zone a rigidità maggiore, il che rimarca l'effetto prodotto dalle disuniformità distributive dei solai.

in conseguenza di ciò è necessario che l'orizzontamento venga geometricamente assimilato ad un piano sismico, posto a quota univoca e verosimilmente rappresentativa, all'occorrenza calcolata anche con l'ausilio di semplici considerazioni di natura statica.

E' richiesto l'inserimento di tanti livelli per quante piante di carpenteria in quota risultano definite in progetto, comprese le fondazioni, escludendo dalla definizione sia i livelli intermedi, costituiti da pianerottoli scala e ballatoi posti a quota intermedia tra un impalcato e l'altro, a condizione che non contribuiscano in forma dominante all'assorbimento delle azioni orizzontali, sia i corpi estrusi in copertura (torrioni e soffitte isolate) la cui superficie in pianta risulti inferiore al 25% della superficie del piano sottostante.

... [omissis]

Argomento relativo al 3° punto del verbale del giorno 8/5/2017

Sistema strutturale

Definizione della struttura

Definizione della struttura per <Edifici>

Organizzazione strutturale

Definizione dei piani strutturali

Informazioni particolari riguardanti la compilazione dello schema a piani

... [omissis]

Il fattore NO esprime il rapporto tra il tagliante sismico di piano derivante dall'analisi ed il tagliante resistente corrispondente. Esso trova riscontro nella prescrizione di cui al §7.2.2, lett. g) del paragrafo "Regolarità" ed è riferito alla classe di duttilità CD 'B'.

Negli edifici intelaiati progettati in CD 'A', in muratura o, comunque, che manifestano un comportamento non dissipativo il sistema non tiene conto del fattore di distribuzione del tagliante "NO", per cui potrà essere discrezionalmente posto pari a zero.

Il segnale PR è richiesto per sottolineare la presenza di orizzontamenti "simicamente attivi", ossia quei piani c.d. "spostabili" che, per effetto delle azioni orizzontali, subiscono spostamenti e rotazioni nel piano orizzontale e che, in conseguenza, contribuiscono alla distribuzione del tagliante lungo l'altezza della costruzione.

Valori di PR pari all'unità contraddistinguono piani simicamente attivi, mentre valori pari a zero lasciano intendere piani bloccati, rigidamente ancorati alle fondazioni (cfr. §7.8.1.8 NTC). Non è tuttavia consentito vincolare piani al di sotto dei quali siano presenti piani simicamente attivi.

Argomento relativo al 5° punto del verbale del giorno 8/5/2017

Si riporta il testo presente nel manuale on-line che risponde già al quesito:

Sistema strutturale

Definizione dei livelli di sicurezza

Metodo agli Stati Limite

Capacità attuale e di progetto

Prestazionalità sismica

Capacità sismica

La capacità sismica, allo stato attuale o di progetto, rappresenta il responso conclusivo sulla valutazione della sicurezza in risposta alla domanda prevista dalle NTC per nuove costruzioni; essa è definita quale accelerazione massima del suolo da cui scaturisce l'azione sismica che conduce ad uno stato di crisi nella costruzione (inservibilità o collasso).

La capacità sismica della costruzione è definita dalla formula:

$$PGA_{CL} \equiv a_{lim} = S \cdot a_{g,lim}$$

avendo indicato con il pedice "lim" il simbolo che contraddistingue il valore limite tollerabile dalla costruzione ad incipiente stato di crisi.

Nella progettazione delle nuove costruzioni, o in interventi di adeguamento di costruzioni esistenti, la capacità sismica dimostrata deve superare, o almeno eguagliare la domanda:

$$PGA_{CL} \geq PGA_{DL}$$

Tale relazione resta valida sia nel caso che i valori di accelerazione siano espressi in termini dimensionali, sia che ci si rapporti a valori adimensionalizzati rispetto all'accelerazione di gravità ($g = 9.81 \text{ m/s}^2$).

Il rapporto tra la PGA_{CL} e la PGA_{DL} esprime il livello di capacità sismica della costruzione, o indicatore di capacità, prima o dopo l'intervento:

$$\alpha_L = \frac{PGA_{CL}}{PGA_{DL}}$$

Quando tale rapporto, nelle costruzioni ex-novo o in adeguamento, risulta **maggiore o uguale all'unità**, si significa il conseguimento dell'obiettivo di sicurezza.

Questo risultato **non vale** per gli interventi configurati come miglioramento o riparazione/intervento locale in quanto, per l'ipotesi stessa di intervento, non è conseguibile il livello di sicurezza minimo richiesto dalle NTC08. Per cui quando la valutazione della sicurezza, per come previsto ai sensi del §8.4.2 NTC, presuppone il conseguimento di un target inferiore alla domanda per nuove costruzioni, il valore attinto dall'indicatore di capacità è sempre inferiore all'unità, ma inferiormente limitato dal livello di domanda stabilito già in fase di definizione dell'azione sismica di progetto.

Un utile riferimento è riportato in §11.1 OPCM n°3274/03, 2° Allegato, cui si rimanda.