
INDICE

1. GUIDA ALL'USO DELLA NUOVA NORMATIVA TECNICA IN ZONA SISMICA **pag. 5**

Edoardo Cosenza, Giuseppe Maddaloni, , Gennaro Magliulo

1.1 Introduzione	pag. 5
1.2 La definizione dell'input sismico	pag. 6
1.3 Fattore di struttura	pag. 7
1.4 Gerarchia delle resistenze	pag. 10
1.5 Duttilità	pag. 12
Riferimenti bibliografici	pag. 14

2. EDIFICIO A STRUTTURA INTELAIATA IN ZONA SISMICA **pag. 17**

Edoardo Cosenza, Giuseppe Maddaloni, , Gennaro Magliulo

2.1 Introduzione	pag. 17
2.2 Schema architettonico e strutturale	pag. 17
2.3 Azione sismica	pag. 19
2.4 Valutazione dell'azione sismica	pag. 21
2.5 Combinazioni di carico	pag. 23
2.6 Calcolo dei carichi unitari	pag. 24
2.7 Calcolo dei pesi sismici	pag. 27
2.8 Calcolo delle masse sismiche	pag. 28
2.9 Modellazione della struttura	pag. 32
2.10 Risultati dell'analisi lineare dinamica	pag. 33
2.11 Verifica allo stato limite di danno	pag. 36
2.12 Verifica allo stato limite di salvaguardia della vita	pag. 37

3. PROGETTAZIONE STRUTTURALE DI UN EDIFICIO PREFABBRICATO INDUSTRIALE IN ZONA SISMICA pag. 71

Antonella Colombo

3.1 Descrizione della struttura	pag. 71
3.2 Analisi dei carichi in condizioni statiche	pag. 76
3.3 Progettazione e verifica statica dell'edificio	pag. 93
3.4 Identificazione dello spettro di riferimento	pag. 136
3.5 Verifica delle caratteristiche di regolarità strutturale	pag. 140
3.6 Definizione delle masse sismiche	pag. 141
3.7 Scelta della classe di duttilità	pag. 141
3.8 Calcolo del coefficiente di struttura	pag. 141
3.9 Calcolo degli spettri di progetto	pag. 142
3.10 Calcolo delle sollecitazioni sismiche orizzontali e verticali	pag. 143
3.11 Calcolo delle sollecitazioni in combinazione sismica	pag. 163
3.12 Verifiche allo Stato Limite Ultimo	pag. 169
3.13 Verifiche allo Stato Limite di Danno e verifica a martellamento	pag. 176
3.14 Effetti del sisma verticale sugli elementi precompressi	pag. 177
3.15 Progetto e verifica dei collegamenti	pag. 179
3.16 Plinto a pozzetto	pag. 185

4. EDIFICIO A STRUTTURA INTELAIATA IN ZONA NON SISMICA pag. 193

Liberato Ferrara

Premessa	pag. 193
4.1 Descrizione dell'edificio	pag. 194
4.2 Caratteristiche dei materiali	pag. 198
4.3 Analisi dei carichi	pag. 200
4.4 Calcolo dei solai	pag. 209
4.5 Calcolo delle travi	pag. 238
4.6 Calcolo dei pilastri	pag. 284
4.7 Resistenza alle azioni orizzontali	pag. 317
4.8 Esempio di calcolo di un plinto di fondazione	pag. 334

1. GUIDA ALL'USO DELLA NUOVA NORMA TECNICA IN ZONA SISMICA

Edoardo Cosenza, Giuseppe Maddaloni, Gennaro Magliulo

1.1 INTRODUZIONE

In Italia le costruzioni in cemento armato progettate in zona sismica devono seguire le regole del capitolo 7 e dei capitoli 2 e 3 del DM 14.01.08, in aggiunta a quelle dei paragrafi 4.1 e 11.2. In particolare la filosofia progettuale di una struttura in zona sismica contemplata dalla nuova normativa italiana, ampliando quanto previsto dall'Eurocode 8, sceglie convenzionalmente quattro Stati Limite che prevedono verifiche concettualmente molto diverse fra loro (punto 3.2.1).

Le prime due verifiche rientrano nell'ambito degli "Stati Limite Ultimi", considerando eventi sismici con bassa probabilità di accadimento (e quindi elevato periodo di ritorno). In particolare si fa riferimento allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), per l'evento che ha probabilità di accadimento durante la Vita di Riferimento della struttura V_R pari al 10%, ed allo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC) che invece ha probabilità di accadimento durante V_R pari al 5%. Per tali eventi si accetta che la struttura possa sostenere danni di grave entità, anche dal punto di vista strutturale, conservando però la capacità di sopportare i carichi verticali e dunque senza collassare. Nel primo caso alla struttura è anche richiesta una residua capacità di resistere ad azioni orizzontali e cioè, in pratica, la capacità di resistere a repliche sismiche di intensità inferiore. Nel secondo caso invece è richiesto unicamente di sostenere i carichi verticali nella fase post sismica, in pratica senza ulteriori riserve.

La struttura si deve anche verificare per due Stati Limite di Esercizio: lo Stato Limite di Danno (SLD) e lo Stato Limite di Operatività (SLO). In particolare per lo stato Limite di Danno si fa riferimento alla probabilità di superamento del 63%, mentre per lo stato Limite di Operatività alla probabilità dell'81%, durante la Vita di riferimento.

Nel primo caso la struttura, pur subendo limitati danni, deve rimanere agibile dopo l'evento e ciò convenzionalmente si controlla limitando gli spostamenti relativi di piano; in taluni casi, per strutture di particolare rilevanza, può essere richiesta la verifica di resistenza degli elementi, e cioè che nessun elemento sia entrato in fase plastica. Nel secondo caso deve invece rimanere del tutto operativa, anche in termini di impianti ed apparecchiature; ciò si controlla verificando l'entità degli spostamenti o delle accelerazioni che subisce l'apparecchiatura.

Da ciò segue l'intera filosofia normativa:

- In primo luogo, per il sito di edificazione e per la tipologia di costruzione definita, si devono valutare le azioni sismiche relative ai vari Stati Limite da considerare.
- Passando alla fase progettuale si da per scontato che, per gli Stati Limite di Salvaguardia della Vita e di Collasso, la struttura vada largamente in campo plastico e dunque si devono utilizzare metodi che consentano di tenere in conto la capacità della struttura di dissipare energia in campo plastico, introducendo il "fattore di struttura" per ridurre le accelerazioni elastiche e pervenendo allo spettro di progetto.
- Da ciò consegue che per ottenere il previsto fattore di struttura e, dunque, un'adeguata capacità dissipativa si deve intervenire con un complesso di regole sulle caratteristiche dei materiali, sulla geometria degli elementi e sui dettagli costruttivi, più o meno restrittive a

2. EDIFICIO A STRUTTURA INTELAIATA IN ZONA SISMICA

Edoardo Cosenza, Giuseppe Maddaloni, Gennaro Magliulo

2.1 INTRODUZIONE

Nel capitolo che segue si analizza in dettaglio la progettazione di un edificio intelaiato in cemento armato in zona sismica, considerando le prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), di cui al Decreto del Ministero per le Infrastrutture del 14 gennaio 2008. Esse, assieme alla relativa Circolare applicativa (Circ. NTC), sono state assunte quale principale riferimento nello svolgimento del progetto per tutto quanto attiene ai criteri generali di sicurezza ed alle assunzioni fondamentali dell'analisi strutturale, alla definizione delle azioni previste nella vita nominale delle costruzioni, alle caratteristiche dei materiali nonché alle verifiche di sicurezza dell'insieme strutturale ovvero dei singoli elementi di cui esso si compone.

Per ciò che riguarda le specifiche indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni, per quanto non espressamente specificato nei due documenti sopra citati (NTC e Circ. NTC) si è fatto riferimento, circostanziandolo di volta in volta, agli Eurocodici ed alle relative Appendici Nazionali.

2.2 SCHEMA ARCHITETTONICO E STRUTTURALE

Si riporta di seguito lo schema della pianta del piano terra (Fig. 2.1 (sx)), della pianta del piano tipo (Fig. 2.1 (dx)) e di una sezione dell'edificio da progettare (Fig. 2.2 (sx)), nonché una visione prospettica dell'intelaiatura (Fig. 2.2 (dx)).

Nella progettazione bisogna seguire quanto più possibile i seguenti principi di *semplicità strutturale, uniformità e simmetria*.

Conseguentemente, relativamente alla disposizione dei pilastri, l'esperienza suggerisce di orientarli, per quanto possibile, per il 50% in una direzione e per l'altro 50% nella direzione ortogonale ed in maniera tale da centrifugare il più possibile le rigidità laterali.

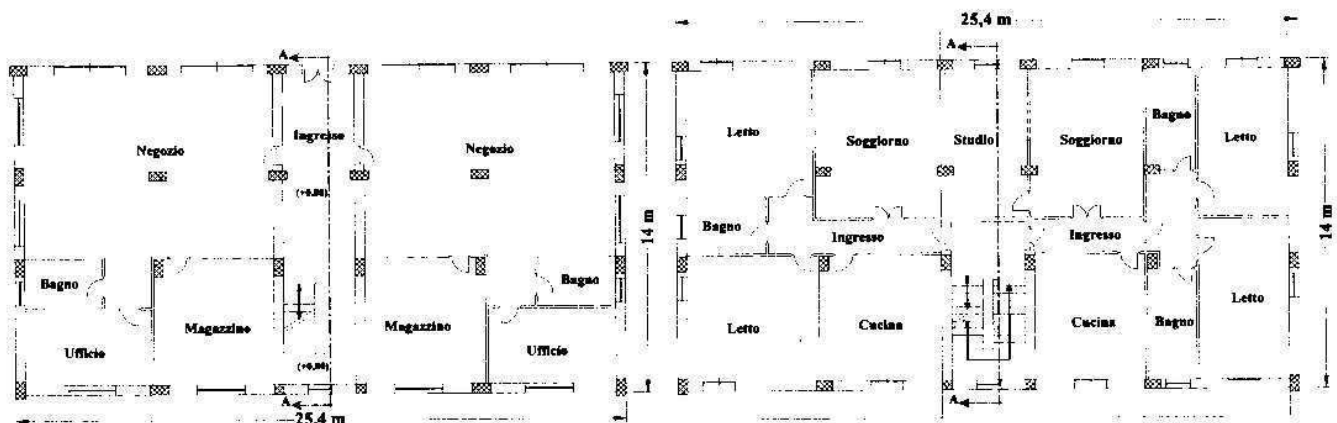


Fig. 2.1 Pianta piano tipo (sx) e primo piano (dx)

3. PROGETTAZIONE STRUTTURALE DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE PREFABBRICATO IN ZONA SISMICA

Antonella Colombo

Premessa

Di seguito si riporta la sequenza delle operazioni necessarie per effettuare la verifica in zona sismica di un edificio industriale prefabbricato; la descrizione dell'esempio di calcolo si articola secondo la seguente successione di punti.

1. Descrizione della struttura;
2. Analisi dei carichi in condizioni statiche;
3. Progettazione e verifica statica dell'edificio;
4. Identificazione dello spettro di riferimento;
5. Verifica delle caratteristiche di regolarità strutturale;
6. Definizione delle masse sismiche;
7. Scelta della classe di duttilità;
8. Calcolo del coefficiente di struttura;
9. Calcolo degli spettri di progetto;
10. Calcolo delle sollecitazioni sismiche orizzontali e verticali;
11. Calcolo delle sollecitazioni in combinazione sismica;
12. Verifiche allo Stato Limite Ultimo;
13. Verifiche allo Stato Limite di Danno e a martellamento.

L'esempio svolto è completato da un capitolo inerente il calcolo delle sollecitazioni dovute al sisma verticale sul tegolo, da un capitolo in cui viene descritto il progetto delle connessioni e da uno relativo al progetto del pozzetto di un plinto di fondazione.

L'applicazione descritta nei capitoli seguenti consiste nel progetto e nella verifica strutturale di un edificio industriale prefabbricato in calcestruzzo armato precompresso e ordinario con il metodo semiprobabilistico agli stati limite, nelle condizioni ultima e di esercizio, con particolare attenzione alle disposizioni necessarie in zona sismica, così come definito nelle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC).

3.1 DESCRIZIONE DELLA STRUTTURA

L'edificio analizzato si pensa ubicato ad una quota di 122 m s.l.m. in zona 1 ai fini del calcolo del carico neve e vento. Si tratta di una costruzione con pianta rettangolare di dimensioni 100,65 m x 42,00 m, con un piano fuori terra, adibita ad uso industriale.

L'edificio è simmetrico rispetto ad entrambe le direzioni principali ed è strutturalmente diviso in due parti da un giunto sismico. Grazie a questa simmetria, solo una metà dell'edificio completo viene analizzata in questo lavoro.

La struttura portante è in cemento armato ordinario (nel seguito indicato nel testo come c.a.) e precompresso (nel seguito indicato nel testo come c.a.p.): l'edificio è sorretto da pilastri a sezione quadrata in c.a. di dimensioni 50 cm x 50 cm, mentre la copertura è costituita da travi ad I in c.a.p. della lunghezza nominale di 10,00 m sulle quali poggiano dei tegoli TT 70 in c.a.p. con lunghezza nominale di 20,80 m. Le scelte sopra menzionate sono effettuate in base a

4. EDIFICIO A STRUTTURA INTELAIATA IN ZONA NON SISMICA

Liberato Ferrara

PREMESSA

In questo capitolo si intende fornire, con riferimento ad un edificio con struttura intelaiata in calcestruzzo armato in zona non sismica, descritto ed illustrato nel successivo paragrafo, un esempio completo di applicazione delle Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC), di cui al Decreto del Ministero per le Infrastrutture del 14 gennaio 2008. Esse, assieme alla relativa Circolare applicativa (Circ. NTC), sono state assunte quale principale riferimento nello svolgimento del progetto per tutto quanto attiene ai criteri generali di sicurezza ed alle assunzioni fondamentali dell'analisi strutturale, alla definizione delle azioni previste nella vita nominale della costruzioni e da utilizzarsi in progetto, alle caratteristiche dei materiali nonché alle verifiche di sicurezza dell'insieme strutturale ovvero dei singoli elementi di cui esso si compone.

Per ciò che riguarda le specifiche indicazioni applicative per l'ottenimento delle prescritte prestazioni e dei livelli di sicurezza attesi sotto le azioni previste, per quanto non espressamente specificato nei due documenti sopra citati (NTC e Circ. NTC) si è fatto riferimento, circostanziandolo di volta in volta, agli Eurocodici ed alle relative Appendici Nazionali. In tal modo viene dimostrato "in situ" come le indicazioni in essi contenute, la cui comprovata validità viene espressamente riconosciuta, possano costituire un sistematico supporto alla applicazione del testo normativo nazionale (§1-NTC).

In particolare si è fatto riferimento ai seguenti Eurocodici:

EN 1990: Eurocodice. Criteri generali di progettazione strutturale.

EN 1991.1-1: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-1: Azioni in generale . Pesì per unità di volume, pesì propri e sovraccarichi per gli edifici.

EN 1991.1-3: Eurocodice 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-3: Azioni in generale. Carichi da neve.

EN 1991.1-4: Eurocode 1. Azioni sulle strutture. Parte 1-4: Azioni in generale. Azioni del vento

EN 1992-1.1: Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Parte 1-1. Regole generali e regole per gli edifici.

EN 1997-1: Eurocodice 7. Progettazione geotecnica. Parte 1. Regole generali.

ed alle relative Appendici Nazionali per i valori dei parametri la cui determinazione è demandata al legislatore nazionale (NDP Nationally Determined Parameters).

4.1 DESCRIZIONE DELL'EDIFICIO

Il presente esempio di calcolo attiene alle strutture dell'edificio multipiano del quale nelle pagine seguenti sono riportate rispettivamente la sezione trasversale [Figura (4.1)-1] e la pianta