



Relazione illustrativa e scheda sintetica dell'intervento

(L.R. 12 ottobre 2015, n. 33)

Nuova costruzione:

Intervento su costruzione esistente:

Lavori di

.....  
.....  
.....

Proprietà

.....

Comune ..... Provincia .....

Via.....

Committente

.....

Comune ..... Provincia .....

Via.....

Dati propri del cantiere:

Comune ..... Provincia .....

Via.....

Coordinate geografiche (UTM – WGS 84): .....

Zona sismica amministrativa: 1  2  3  4

1. Normativa di riferimento

1.1. Norme applicate:.....

1.2. Metodo di calcolo usato:

Analisi statica lineare (\*)

Analisi dinamica lineare

Analisi statica non lineare (\*\*)

Analisi dinamica non lineare

Altro

.....

Motivazione, con richiami normativi, delle condizioni di applicabilità del metodo utilizzato

.....

.....

## 2. Descrizione dell'opera

Superficie in pianta m<sup>2</sup> tot .....

(di cui P.T.) .....

N° Piani interrati .....

N° Piani fuori terra .....

Volume (Entro T. + Fuori T. = TOT) .....

Luce max solai .....

Luce max sbalzi – aggetti .....

Min quota piano fondale .....

Max altezza piano copertura .....

### 2.1. Destinazione d'uso:

Edificio e/ opera di interesse strategico e/o rilevante  SI  NO

Civile abitazione

Commerciale

Industriale

Terziario

Agricolo

Scolastico

Altro: .....

### 2.2. Sistema costruttivo:

C.A./C.A.P.  In opera  Prefabbricato

Acciaio  Mista C.A./Acciaio

Muratura  Ordinaria  Armata  Mista

Legno  Mista Legno/CA

Altro: .....

Con dispositivi di isolamento sismico o di dissipazione

### 2.3. Tipo di fondazioni:

Isolate su plinti

Travi rovesce

- Graticcio e/o a platea
- Fondazioni su pali
- Jet grouting
- Altro: .....
- Fondazioni collegate:  SI  NO

2.4. Tipo di strutture in elevazione:

- Telaio travi e pilastri
- Strutture a pareti
- Murature portanti
- Costruzione semplice in muratura (\*\*\*)
- Altro:

.....  
 .....

**3. Tipo di intervento sul patrimonio esistente**

- 3.1. L'intervento riguarda un bene di interesse culturale in zone dichiarate a rischio sismico, ai sensi del comma 4 dell'art. 29 del D.lgs 22 gennaio 2004, n. 42 "codice dei beni culturali e del paesaggio" ? SI  NO

3.2. Descrizione degli interventi da eseguirsi:

.....  
 .....

3.3. Tipo di intervento:

- Adeguamento
- Miglioramento
- Intervento locale

3.4. Motivazione del livello di conoscenza raggiunto e dei fattori di confidenza adottati:

.....  
 .....

(vedi Tab. C8A.1.1 del D.M. 14/01/2008)

- LC1
- RILIEVO GEOMETRICO
- VERIFICHE IN SITU LIMITATE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI
- INDAGINI IN SITU LIMITATE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI

- LC2                       RILIEVO GEOMETRICO  
 VERIFICHE IN SITU ESTESE ED ESAUSTIVE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI  
 INDAGINI IN SITU ESTESE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI
- LC3                       RILIEVO GEOMETRICO  
 VERIFICHE IN SITU ESTESE ED ESAUSTIVE SUI DETTAGLI COSTRUTTIVI  
 INDAGINE IN SITU ESAUSTIVE SULLE PROPRIETA' DEI MATERIALI

FATTORE DI CONFIDENZA :     FC = 1,35       FC = 1,20       FC = 1,00

3.5. Individuazione e giustificazione delle unità strutturali indipendenti:

.....  
.....  
.....

3.6. Risultati più significativi emersi dal confronto tra i livelli di sicurezza prima e dopo l'intervento:

Vulnerabilità sismica prima dell'intervento  $f_{a,SLV} = \frac{a_{SLV}}{a_{g,SLV}} = \alpha_u =$  .....

Vulnerabilità sismica dopo l'intervento  $f_{a,SLV} = \frac{a_{SLV}}{a_{g,SLV}} = \alpha_u =$  .....

**4. Terreno di fondazione**

4.1. Parametri geotecnici caratteristici adottati:

Peso dell'unità di volume: .....

Verifiche geotecniche condotte in condizioni drenate:

Angolo di resistenza al taglio: ..... Coesione efficace:.....

Verifiche geotecniche condotte in condizioni non drenate:

Coesione non drenata:.....

4.2. Metodo verifiche geotecniche:

Approccio 1                      COMB. 1                       COMB. 2

Approccio 2                      COMB. 1

4.3. Sintesi delle verifiche di capacità portante più significative:

.....  
.....

4.4. Sintesi delle verifiche di ammissibilità dei cedimenti assoluti e differenziali:

.....  
.....

4.5. Esclusione del fenomeno della liquefazione:      SI                       NO

**5. Analisi dei carichi**

5.1. Carichi permanenti di progetto:



7.8. Rigidezza impalcati di piano: infinitamente rigidi  SI  NO

7.9. Rigidezza impalcati di copertura: infinitamente rigidi  SI  NO

7.10. Fattore di struttura adottato: .....

Riferimento normativo p.to: .....

7.11.  $a_U/a_1$ :.....

$K_w$ :.....

7.12. Elementi strutturali in falso SI  NO

7.13. Azione sismica verticale SI  NO

7.14. Accelerazioni al suolo adottate per gli stati limite considerati:

.....  
.....

7.15. Quota relativa dello zero sismico:.....

## 8. Caratteristiche e proprietà dei materiali:

8.1. Calcestruzzo in opera -FONDAZIONE:

classe di resistenza caratteristica .....

classe di esposizione ambientale .....

classe di consistenza .....

diametro massimo nominale dell'aggregato (mm) .....

8.2. Calcestruzzo in opera -ELEVAZIONE:

classe di resistenza caratteristica .....

classe di esposizione ambientale .....

classe di consistenza .....

diametro massimo nominale dell'aggregato (mm) .....

8.3. Acciaio per c.a. in opera:

tensione caratteristiche di snervamento  $f_{y\ nom}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

tensioni rottura  $f_t\ nom$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

8.4. Calcestruzzo per Prefabbricati:

classe di resistenza caratteristica .....

classe di esposizione ambientale .....

classe di consistenza .....

diametro massimo nominale dell'aggregato (mm) .....

8.5. Acciaio per cemento armato precompresso:

Tensione caratteristica di rottura  $f_{ptk}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Tensione caratteristica allo 0,1 % di deformazione residua  $f_{p(0,1)k}$  (N/mm<sup>2</sup>).....

Tensione caratteristica all'1 % di deformazione totale  $f_{p(1)k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Tensione caratteristiche di snervamento  $f_{pyk}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Allungamento sotto carico massimo  $A_{gt}$  .....

8.6. Strutture metalliche in acciaio e/o altri materiali:

.....

.....

8.7. Opere specialistiche di fondazione:

.....

.....

8.8. Dispositivi antisismici:

.....

.....

8.9. Muratura portante (ordinaria o armata):

resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

resistenza caratteristica a taglio in assenza di azione assiale  $f_{vk0}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

modulo di elasticità normale secante  $E$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

modulo di elasticità tangenziale secante  $G$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

coefficiente parziale di sicurezza sulla resistenza a compressione della muratura  $\gamma_M$  .....

8.10. Legno:

Flessione  $f_{m,k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Trazione parallela  $f_{t,0,k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Trazione perpendicolare  $f_{t,90,k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Compressione parallela  $f_{c,0,k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Compressione perpendicolare  $f_{c,90,k}$  (N/mm<sup>2</sup>).....

Taglio  $f_{v,k}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

  

Modulo elastico parallelo medio  $E_{0,mean}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Modulo elastico parallelo caratteristico  $E_{0,05}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Modulo elastico perpendicolare medio  $E_{90,mean}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

Modulo elastico tangenziale medio  $G_{mean}$  (N/mm<sup>2</sup>) .....

  

Massa volumica caratteristica  $\rho_k$  .....

Massa volumica media  $\rho_{mean}$  .....

  

classe di servizio (1/2/3) .....

coefficiente correttivo  $k_{mod}$  .....

coefficiente parziale di sicurezza  $\gamma_M$  .....

8.11. Altro:

.....  
.....  
.....  
.....

**9. Criteri di verifica:**

9.1. Effettuato il controllo degli spostamenti ai fini del danneggiamento di elementi non strutturali e impianti?

SI  NO  NON NECESSARIA

9.2. Effettuata la verifica degli elementi costruttivi senza funzione strutturale (tamponamenti, tramezzi, ecc.)?

SI  NO  NON NECESSARIA

Tipologia strutturale:

- Edifici con tamponamenti collegati rigidamente alla struttura che interferiscono con la deformabilità della stessa ( $SLD_{dr} < 0,005h - SLO_{dr} < 2/3 0,005h$ )
- Edifici con tamponamenti progettati in modo da non subire danni a seguito di spostamenti di interpiano, per effetto della loro deformabilità intrinseca ovvero dei collegamenti alla struttura ( $SLD_{dr} \leq drp \leq 0,01h - SLO_{dr} \leq drp \leq 2/3 0,01h$ )
- Costruzioni con struttura portante in muratura ordinaria ( $SLD_{dr} < 0,003h - SLO_{dr} < 2/3 0,003h$ )
- Costruzioni con struttura portante in muratura armata ( $SLD_{dr} < 0,004h - SLO_{dr} < 2/3 0,004h$ )

9.3. Effettuata la verifica della distanza tra costruzioni contigue (giunti e martellamenti)?

SI  NO  NON NECESSARIA

9.4. Effettuata la verifica dei collegamenti tra le fondazioni ?

SI  NO  NON NECESSARIA

**10. Principali risultati del calcolo**

Sintesi dei risultati dell'analisi sismica, anche mediante grafici (a seconda del tipo di analisi: taglio alla base, periodi propri, numero modi di vibrare considerati, massa partecipante, punti di controllo considerati per l'analisi push-over, risultati sintetici analisi push-over, spostamenti massimi e richiesti, ecc.).

In particolare nel caso di analisi dinamica lineare:

Percentuale masse coinvolte                      MassaX tot % =.....                      MassaY tot % =.....

N. modi di vibrare considerati .....



Primi due periodi principali T1x =..... massa% =..... T1y =..... massa % =.....  
T2x =..... massa% =..... T2y =..... massa % =.....

Spostamenti massimi SLD DIRx =..... DIRy =.....

Spostamenti massimi SLV DIRx =..... DIRy =.....

**11. Giudizio motivato di accettabilità dei risultati (art 10.2 DM 14.01.2008)**

(illustrazione del confronto dei risultati ottenuti dal software con quelli ottenuti da semplici calcoli, anche di larga massima, eseguiti con metodi tradizionali)

.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....  
.....

Luogo \_\_\_\_\_, data \_\_\_\_\_

IL PROGETTISTA DELLE STRUTTURE

\_\_\_\_\_

IL DIRETTORE DEI LAVORI STRUTTURALI

(Se valida ai sensi dell'art 65 (R) - DPR 380/2001)

\_\_\_\_\_

### **(\*) ANALISI LINEARE STATICA (§7.3.3.2, §7.8.1.5.2 NTC 2008)**

L'analisi statica lineare consiste nell'applicazione di forze statiche equivalenti alle forze di inerzia indotte dall'azione sismica e può essere effettuata per costruzioni che rispettino i requisiti specifici riportati nei paragrafi successivi, a condizione che il periodo del modo di vibrare principale nella direzione in esame ( $T_1$ ) non superi  $2,5 TC$  o  $TD$  e che la costruzione sia regolare in altezza.

Per costruzioni civili o industriali che non superino i 40 m di altezza e la cui massa sia approssimativamente uniformemente distribuita lungo l'altezza,  $T_1$  può essere stimato, in assenza di calcoli più dettagliati, utilizzando la formula seguente:  $T_1 = C_1 \cdot H^{3/4}$  dove:  $H$  è l'altezza della costruzione, in metri, dal piano di fondazione e  $C_1$  vale 0,085 per costruzioni con struttura a telaio in acciaio, 0,075 per costruzioni con struttura a telaio in calcestruzzo armato e 0,050 per costruzioni con qualsiasi altro tipo di struttura.

Per gli edifici in muratura, l'analisi è consentita anche nel caso di costruzioni irregolari in altezza (§7.8.1.5.2), purché nella valutazione delle forze sismiche (§7.3.3.2) si applichi il coefficiente  $\lambda = 1,0$ .

### **(\*\*) ANALISI STATICA NON LINEARE (Pushover) (§7.3.4.1 NTC 2008)**

L'analisi non lineare statica consiste nell'applicare alla struttura i carichi gravitazionali e, per la direzione considerata dell'azione sismica, un sistema di forze orizzontali distribuite, ad ogni livello della costruzione, proporzionalmente alle forze d'inerzia ed aventi risultante (taglio alla base)  $F_b$ .

Tali forze sono scalate in modo da far crescere monotonamente, sia in direzione positiva che negativa e fino al raggiungimento delle condizioni di collasso locale o globale, lo spostamento orizzontale  $dc$  di un punto di controllo coincidente con il centro di massa dell'ultimo livello della costruzione (sono esclusi eventuali torrioni). Il diagramma  $F_b - dc$  rappresenta la curva di capacità della struttura.

Questo tipo di analisi può essere utilizzato soltanto se ricorrono le condizioni di applicabilità nel seguito precisate per le distribuzioni principali (Gruppo 1); in tal caso esso si utilizza per gli scopi e nei casi seguenti:

- valutare i rapporti di sovrarresistenza  $a_u/a_1$  di cui ai §§ 7.4.3.2, 7.4.5.1, 7.5.2.2, 7.6.2.2, 7.7.3, 7.8.1.3 e 7.9.2.1;
- verificare l'effettiva distribuzione della domanda inelastica negli edifici progettati con il fattore di struttura  $q$ ;
- come metodo di progetto per gli edifici di nuova costruzione sostitutivo dei metodi di analisi lineari;
- come metodo per la valutazione della capacità di edifici esistenti.

Si devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

Gruppo 1 - Distribuzioni principali:

- distribuzione proporzionale alle forze statiche di cui al § 7.3.3.2, applicabile solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75% ed a condizione di utilizzare come seconda distribuzione la 2 a);
- distribuzione corrispondente ad una distribuzione di accelerazioni proporzionale alla forma del modo di vibrare, applicabile solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75%;
- distribuzione corrispondente alla distribuzione dei tagli di piano calcolati in un'analisi dinamica lineare, applicabile solo se il periodo fondamentale della struttura è superiore a  $TC$ .

Gruppo 2 - Distribuzioni secondarie:

- a) distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione;
- b) distribuzione adattiva, che cambia al crescere dello spostamento del punto di controllo in funzione della plasticizzazione della struttura.

L'analisi richiede che al sistema strutturale reale venga associato un sistema strutturale equivalente ad un grado di libertà.

Per la muratura, le condizioni del "Gruppo 1" subiscono alcune modifiche:

*Edifici nuovi in muratura (§7.8.1.5.4 NTC 2008)*

L'analisi statica non lineare è applicabile agli edifici in muratura anche nei casi in cui la massa partecipante del primo modo di vibrare sia inferiore al 75% della massa totale ma comunque superiore al 60%.

Il modello geometrico della struttura può essere conforme a quanto indicato nel caso di analisi statica lineare ovvero essere ottenuto utilizzando modelli più sofisticati purché idonei e adeguatamente documentati.

I pannelli murari possono essere caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza equivalente al limite elastico e spostamenti al limite elastico e ultimo definiti per mezzo della risposta flessionale o a taglio di cui ai §§ 7.8.2.2 e 7.8.3.2. Gli elementi lineari in c.a. (cordoli, travi di accoppiamento) possono essere caratterizzati da un comportamento bilineare elastico perfettamente plastico, con resistenza equivalente al limite elastico e spostamenti al limite elastico e ultimo definiti per mezzo della risposta flessionale o a taglio.

*Edifici esistenti in muratura (§8.7.1.4 NTC 2008)*

L'analisi della risposta sismica globale può essere effettuata con uno dei metodi di cui al § 7.3 delle NTC, con le precisazioni e restrizioni indicate al § 7.8.1.5. In particolare, per le costruzioni esistenti è possibile utilizzare l'analisi statica non lineare, assegnando come distribuzioni principale e secondaria, rispettivamente, la prima distribuzione del Gruppo 1 e la prima del Gruppo 2, indipendentemente della percentuale di massa partecipante sul primo modo.

**(\*\*\*) COSTRUZIONI SEMPLICI IN MURATURA**

(NUOVE COSTRUZIONI)

**COSTRUZIONI SEMPLICI (§7.8.1.9 NTC 2008)**

Si definiscono "costruzioni semplici" quelli che rispettano le condizioni di cui al 4.5.6.4 integrate con le caratteristiche descritte nel seguito, oltre a quelle di regolarità in pianta ed in elevazione definite al § 7.2.2 e quelle definite ai successivi § 7.8.3.1, 7.8.5.1, rispettivamente per le costruzioni in muratura ordinaria, e in muratura armata. Per le costruzioni semplici ricadenti in zona 2, 3 e 4 non è obbligatorio effettuare alcuna analisi e verifica di sicurezza.

Le condizioni integrative richieste alle costruzioni semplici sono:

- in ciascuna delle due direzioni siano previsti almeno due sistemi di pareti di lunghezza complessiva, al netto delle aperture, ciascuno non inferiore al 50% della dimensione della costruzione nella medesima direzione. Nel conteggio della lunghezza complessiva possono essere inclusi solamente setti murari che rispettano i requisiti geometrici della Tab. 7.8.II. La distanza tra questi due sistemi di pareti in direzione ortogonale al loro sviluppo longitudinale in pianta sia non inferiore al 75 % della dimensione della costruzione nella medesima direzione (ortogonale alle pareti). Almeno il 75 % dei carichi verticali sia portato da pareti che facciano parte del sistema resistente alle azioni orizzontali;
- in ciascuna delle due direzioni siano presenti pareti resistenti alle azioni orizzontali con interasse non superiore a 7 m, elevabili a 9 m per costruzioni in muratura armata;
- per ciascun piano il rapporto tra area della sezione resistente delle pareti e superficie lorda del piano non sia inferiore ai valori indicati nella tabella 7.8.III, in funzione del numero di piani della costruzione e della sismicità del sito, per ciascuna delle due direzioni ortogonali:

Tabella 7.8.III – Area pareti resistenti in ciascuna direzione ortogonale per costruzioni semplici.

È implicitamente inteso che per le costruzioni semplici il numero di piani non può essere superiore a 3 per le costruzioni in muratura ordinaria e a 4 per costruzioni in muratura armata .

Deve inoltre risultare, per ogni piano:

in cui  $N$  è il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio corrispondente alla somma dei carichi permanenti e variabili (valutati ponendo  $gG = gQ = 1$ ),  $A$  è l'area totale dei muri portanti allo stesso piano e  $f_k$  è la resistenza caratteristica a compressione in direzione verticale della muratura.

Il dimensionamento delle fondazioni può essere effettuato in modo semplificato tenendo conto delle tensioni normali medie e delle sollecitazioni sismiche globali determinate con l'analisi statica lineare.

(COSTRUZIONI ESISTENTI)

EDIFICI SEMPLICI (§8.7.1.7 NTC 2008)

È consentito applicare le norme semplificate di cui al § 7.8.1.9 delle NTC, utilizzando al posto della resistenza caratteristica a compressione  $f_k$  il valore medio  $f_m$ , diviso per il fattore di confidenza.

Oltre alle condizioni ivi prescritte, dopo l'eventuale intervento di adeguamento, è necessario che risulti verificato quanto segue:

- a) le pareti ortogonali siano tra loro ben collegate;
- b) i solai siano ben collegati alle pareti;
- c) tutte le aperture abbiano architravi dotate di resistenza flessionale;
- d) tutti gli elementi spingenti eventualmente presenti siano dotati di accorgimenti atti ad eliminare o equilibrare le spinte orizzontali;
- e) tutti gli elementi, anche non strutturali, ad elevata vulnerabilità siano stati eliminati;
- f) le murature non siano a sacco o a doppio paramento, ed in generale di cattiva qualità e scarsa resistenza (es. muratura in "foratoni", o con spessori chiaramente insufficienti).

COSTRUZIONI DI MURATURA (§4.5 NTC 2008)

Verifiche alle tensioni ammissibili (§4.5.6.4)

Per edifici semplici è consentito eseguire le verifiche, in via semplificativa, con il metodo delle tensioni ammissibili, adottando le azioni previste nelle presenti Norme Tecniche, con resistenza del materiale di cui al § 4.5.6.1, ponendo il coefficiente  $g_M = 4,2$  ed utilizzando il dimensionamento semplificato di seguito riportato con le corrispondenti limitazioni:

- a) le pareti strutturali della costruzione siano continue dalle fondazioni alla sommità;
- b) nessuna altezza interpiano sia superiore a 3,5 ;
- c) il numero di piani non sia superiore a 3 (entro e fuori terra) per costruzioni in muratura ordinaria ed a 4 per costruzioni in muratura armata;
- d) la planimetria dell'edificio sia inscritto in un rettangolo con rapporti fra lato minore e lato maggiore non inferiore a 1/3;
- e) la snellezza della muratura, secondo l'espressione (4.5.1), non sia in nessun caso superiore a 12;
- f) il carico variabile per i solai non sia superiore a 3,00 kN/m<sup>2</sup>.

La verifica si intende soddisfatta se risulta:

in cui  $N$  è il carico verticale totale alla base di ciascun piano dell'edificio corrispondente alla somma dei carichi permanenti e variabili (valutati ponendo  $g_G = g_Q = 1$ ) della combinazione caratteristica e  $A$  è l'area totale dei muri portanti allo stesso piano.

Verifiche alle tensioni ammissibili (§4.5.6.4)

E' implicitamente inteso che debbano essere rispettate le aree minime di pareti resistenti in ciascuna direzione ortogonale specificate nella Tabella 7.8.III delle NTC.