



MODALITA' DI APPLICAZIONE DELL'ART.3 COMMA 10 DELLA LEGGE 122 DI CONVERSIONE DEL D.L. 74/2012

Gruppo di lavoro:

Mauro Dolce e **Gaetano Manfredi** (*coordinatori*), **Luca Martelli**, **Claudio Moroni**,
Vincenzo Petrini, **Raffaele Pignone**, **Walter Salvatore**, **Ivo Vanzi**

Gennaio 2013

MODALITA' DI APPLICAZIONE DELL'ART.3 COMMA 10 DELLA LEGGE 122 DI CONVERSIONE DEL D.L.74/2012

1. Inquadramento del presente documento

La Legge 122/2012, di conversione del D.L. 74/2012, individua, per gli edifici in cui si svolgono attività produttive, obblighi differenziati per quanto concerne la valutazione della sicurezza strutturale. Infatti, a fronte di un generale obbligo di procedere a tale valutazione, e ad eventuali interventi di miglioramento, nel caso in cui questi edifici ricadano nella fattispecie di cui all'art. 3, comma 10, primo capoverso, questo obbligo non sussiste. Gli edifici in parola hanno infatti subito un sisma di elevata intensità, senza che venisse superata la loro capacità sismica, rimanendo in campo elastico.

Anche al fine di facilitare l'applicazione operativa del sopra richiamato comma, il Presidente della Giunta della Regione Emilia Romagna, assunte le funzioni di Commissario Delegato di cui all'art. 1, comma 2, della medesima Legge, ha disposto, con l'ordinanza n. 58 del 17 ottobre 2012, la costituzione di un gruppo di esperti. Gli esperti sono incaricati di mettere a punto "i criteri operativi per l'applicazione dell'art. 3, comma 10, della Legge 1 agosto 2012, n. 122 (omissis) nonché una mappa che, per ciascun punto del territorio dei trentatré comuni della Regione Emilia Romagna elencati nell'allegato 1 consenta di stabilire il superamento, o meno, del 70% dell'accelerazione spettrale elastica così come previsto dal predetto comma 10".

Il presente documento riporta, ai sensi dell'incarico del Commissario Delegato, detti criteri operativi. Al documento è inoltre allegata una cartografia che, sulla base dei criteri operativi sopra richiamati, consente al tecnico incaricato di valutare il superamento, o meno, del 70% dell'accelerazione spettrale elastica, così come previsto dal predetto comma 10.

2. Introduzione

Il presente documento vuole fornire gli elementi informativi atti alla corretta interpretazione e ad una agevole applicazione del dispositivo di norma contenuto nel comma 10 dell'art.3 della Legge 122/2012 di conversione del D.L. 74/2012, che di seguito è riportato integralmente. Le parti che si ritiene opportuno chiarire in questa sede, soprattutto dal punto di vista dell'applicazione, sono sottolineate.

Legge 122/2012, art.3, comma10:

10. Per quanto concerne le imprese di cui al comma 8, nelle aree colpite dagli eventi sismici del maggio 2012 in cui l'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame, così come risulta nelle mappe di scuotimento dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, abbia superato il 70 per cento dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalle norme vigenti per il progetto della costruzione nuova e questa, intesa come insieme di struttura, elementi non strutturali e impianti, non sia uscita dall'ambito del comportamento lineare elastico, l'adempimento di cui al comma 9 si intende soddisfatto. Qualora l'accelerazione spettrale come sopra individuata non abbia superato il 70 per cento dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalla norma vigente ad una costruzione nuova di analoghe caratteristiche, per il profilo di sottosuolo corrispondente, tale costruzione dovrà essere sottoposta a valutazione della sicurezza effettuata conformemente al capitolo 8.3 delle norme tecniche per le costruzioni, di cui al decreto del Ministro delle infrastrutture 14 gennaio 2008, pubblicato nel supplemento ordinario alla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008, entro i termini temporali di cui al comma 9¹ del presente articolo, tenendo conto degli

¹ *La verifica di sicurezza ai sensi delle norme vigenti dovrà essere effettuata entro sei mesi dalla data di entrata in vigore del presente decreto.*

interventi locali effettuati ai sensi del comma 8². Qualora il livello di sicurezza della costruzione risulti inferiore al 60 per cento della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo, dovranno eseguirsi interventi di miglioramento sismico finalizzati al raggiungimento almeno del 60 per cento della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo, secondo le seguenti scadenze temporali:

- a) *entro quattro anni dal termine di cui al comma 9, se la sicurezza sismica risulta essere pari o inferiore al 30 per cento della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo;*
- b) *entro otto anni dal termine di cui al comma 9, se la sicurezza sismica risulta essere superiore al 50 per cento della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo;*
- c) *entro un numero di anni ottenuto per interpolazione lineare tra quattro e otto per valore di livello di sicurezza (Ls) per cento compresi tra il 30 e il 50 per cento, secondo l'equazione:*

$$Ls - 30 \\ 4+ \text{-----} \\ 5$$

Gli aspetti che meritano chiarimenti e strumenti d'ausilio ad una corretta ed omogenea applicazione della norma sono di seguito sintetizzati:

1. accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame,
2. mappe di scuotimento dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia,
3. accelerazione spettrale elastica richiesta dalle norme vigenti per il progetto della costruzione nuova,
4. insieme di struttura, elementi non strutturali e impianti,
5. comportamento lineare elastico,
6. profilo di sottosuolo,
7. valutazione della sicurezza effettuata conformemente al capitolo 8.3 delle norme tecniche per le costruzioni,
8. livello di sicurezza della costruzione.

Prima di entrare nel merito dei singoli aspetti, analizzati in dettaglio nei successivi paragrafi, appare opportuno chiarire la ratio di tale dispositivo normativo.

In termini generali si vuole stabilire se la costruzione in esame abbia subito una scossa probante rispetto alla capacità della stessa di resistere a terremoti di intensità almeno pari a quello subito e comunque maggiore del 70% del terremoto previsto dalla normativa vigente. A tal fine il tecnico all'uopo incaricato dovrà verificare innanzitutto che la costruzione sia rimasta in campo elastico, e dunque non abbia subito danni, ciò garantendo margini di sicurezza sufficientemente ampi e certi rispetto a possibili future scosse di intensità, nel sito della costruzione, pari alla massima intensità risentita durante la sequenza sismica. Gli interventi effettuati ai sensi dell'art.3, comma 7, volti alla risoluzione delle carenze di cui all'art. 3 comma 8, forniscono ulteriore garanzia di adeguata sicurezza della costruzione. Nel contempo il tecnico dovrà altresì verificare che tale intensità sia non inferiore ad un'aliquota significativa, pari al 70%, dell'azione sismica di progetto prevista dalla vigente

² *La certificazione di agibilità sismica di cui al comma 7 e' acquisita per le attività produttive svolte in edifici che presentano una delle carenze strutturali di seguito precisate o eventuali altre carenze prodotte dai danneggiamenti e individuate dal tecnico incaricato:*

- a) *mancanza di collegamenti tra elementi strutturali verticali e elementi strutturali orizzontali e tra questi ultimi;*
- b) *presenza di elementi di tamponatura prefabbricati non adeguatamente ancorati alle strutture principali;*
- c) *presenza di scaffalature non controventate portanti materiali pesanti che possano, nel loro collasso, coinvolgere la struttura principale causandone il danneggiamento e il collasso.*

normativa per la progettazione delle nuove costruzioni (ossia dell'intensità del terremoto di progetto delle norme). Come parametro di intensità il legislatore ha ritenuto far riferimento all'accelerazione spettrale, essendo quello più direttamente correlato al livello di eccitazione dinamica subito dalla costruzione per effetto del terremoto.

3. Chiarimenti sul testo della norma

Nei successivi paragrafi si esaminano singolarmente le parti elencate nel paragrafo precedente, fornendone la corretta interpretazione in termini applicativi.

3.1 Accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame

L'accelerazione spettrale è data dal valore dello spettro di risposta elastico riferito al 5% di smorzamento. Per la sua determinazione occorre valutare il periodo proprio della struttura in esame. Il periodo proprio può essere ricavato attraverso metodi numerici e metodi sperimentali. Ci sono due aspetti importanti di cui occorre tener conto, e per i quali si faranno, ai fini applicativi, alcune necessarie approssimazioni:

- a) il periodo valutato con metodi numerici è soggetto a notevoli incertezze, particolarmente in relazione alla considerazione o meno di elementi non strutturali di tamponatura rigidi e rigidamente connessi alla struttura principale, alla corretta valutazione della rigidità ed efficacia dei collegamenti, nonché alla deformabilità delle fondazioni.
- b) Il periodo valutato con metodi sperimentali (misurazione e relativa elaborazione delle vibrazioni ambientali o forzate della costruzione) fornisce un valore affidabile per oscillazioni di ampiezza micrometrica, valore che potrebbe variare sensibilmente sotto terremoti di intensità media e forte, allorché i collegamenti tra elementi strutturali e non strutturali si indeboliscono o la struttura, includendo anche le fondazioni, subisce plasticizzazioni .

Per questi motivi, appare giustificato far riferimento ad un valore mediato dell'accelerazione spettrale, in relazione alla difficoltà di definizione univoca del periodo di vibrazione. Su questa base sono state determinate le mappe riportate nell'appendice, insieme ai presupposti teorici.

3.2 Mappe di scuotimento dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia

Le mappe di scuotimento dei terremoti della sequenza iniziata il 20 maggio 2012 costituiscono l'elaborato ottenuto secondo metodologie standardizzate a livello internazionale, che in maniera completa e omogenea consentono di stimare l'intensità delle scosse punto per punto sul territorio colpito dal terremoto. Esse sono pubblicate sul sito WEB <http://shakemap.rm.ingv.it>, riferite a diversi parametri che descrivono lo scuotimento del suolo. Il legislatore ha ritenuto far riferimento alle mappe fornite all'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, deputato alla sorveglianza sismica del territorio nazionale (ai sensi del DPR 381/2001), in maniera da garantire l'univocità e l'omogeneità dei risultati su tutto il territorio colpito dalla crisi sismica iniziata il 20 maggio 2012. Le mappe qui di interesse sono quelle relative alle accelerazioni spettrali (*Spectral Response* sul sito citato), definite per tre valori del periodo di vibrazione, pari rispettivamente a 0.3, 1.0 e 3.0 sec., oltre che quelle relative al valore di accelerazione di picco al suolo (*Peak Ground Acceleration* sul sito citato), corrispondente ad un periodo di 0.0 sec.

L'INGV, oltre a pubblicare le mappe, pubblica sul sito WEB, e ne consente il download, anche i parametri numerici riferiti ad una griglia di punti sul territorio sufficientemente fitta, che permettono, attraverso opportune elaborazioni, di valutare l'accelerazione spettrale nel sito in esame. Ulteriori dettagli e spiegazioni possono ritrovarsi su <http://shakemap.rm.ingv.it>.

3.3 Accelerazione spettrale elastica richiesta dalle norme vigenti per il progetto della costruzione nuova

Le norme di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC08) definiscono al cap. 3.2 le azioni sismiche di progetto, per i diversi stati limite da considerare nella progettazione e per le diverse classi d'uso e vita nominale. Anche se non esplicitamente detto nella norma, lo stato limite di riferimento da assumersi alla base delle presenti verifiche è lo Stato limite di salvaguardia della vita, essendo questo lo stato limite di riferimento per la valutazione della sicurezza delle costruzioni esistenti, ai sensi del punto 8.3 delle NTC08.

Ai fini della determinazione dei parametri che definiscono lo spettro dell'azione di progetto, la cui forma è fissata nell'equazioni del punto 3.2.3.2.1 delle NTC08, occorre considerare la vita nominale e la classe d'uso dell'opera, come definite al punto 2.4 delle NTC08. Per gli edifici ospitanti attività produttive, la vita nominale è tipicamente di 50 anni e la classe d'uso è la seconda (II). Si richiama però l'attenzione alle definizioni date al punto 2.4.2 delle NTC08, sia per "le costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli", che ricadono nella classe prima (I), sia per "le costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi" e "industrie con attività pericolose per l'ambiente", che ricadono nella classe (III). Tenuto conto delle probabilità di superamento dello stato limite di interesse (SLV) di cui al punto 3.2.1, per le tre classi d'uso dette si ottengono i seguenti periodi di ritorno dell'azione sismica di riferimento, considerando, come detto, una vita nominale di 50 anni:

Classe d'uso I	Periodo di ritorno = 332 anni
Classe d'uso II	Periodo di ritorno = 475 anni
Classe d'uso III	Periodo di ritorno = 712 anni

3.4 Insieme di struttura, elementi non strutturali e impianti

Si richiede che la costruzione, *intesa come insieme di struttura, elementi non strutturali e impianti, non sia uscita dall'ambito del comportamento lineare elastico*. Tenuto conto che l'obiettivo primario del legislatore è quello di minimizzare il pericolo per l'incolumità delle persone, la considerazione, oltre che della struttura, anche di elementi non strutturali ed impianti va interpretata in tal senso. Pertanto occorrerà prendere in considerazione gli impianti pericolosi, per masse coinvolte o altri rischi indotti conseguenti alla loro rottura, le tamponature pesanti ed altri elementi strutturali (come ad esempio vetrate), che per l'entità della massa e per la loro posizione possono causare danni diretti o indiretti alle persone. Si possono, evidentemente, trascurare quegli elementi non strutturali, come ad esempio tramezzature in cartongesso, controsoffitti leggeri, ovvero quelle parti impiantistiche, la cui rottura non può procurare danni alle persone.

3.5 Comportamento lineare elastico

La stessa disposizione discussa nel paragrafo precedente richiede un chiarimento sulle modalità operative per la valutazione, a posteriori e sulla costruzione colpita dal terremoto, della sua uscita dall'ambito del comportamento elastico lineare.

Evidentemente il principio che il legislatore ha voluto affermare è che le parti fondamentali e/o pericolose, per l'incolumità delle persone, della costruzione abbiano mantenuto invariate le loro capacità resistenti rispetto a futuri terremoti, ossia, in altri termini, che la capacità residua sia sostanzialmente identica a quella originaria, pre-terremoto.

Per quanto sopra chiarito, il mantenimento in campo elastico non può che valutarsi attraverso un'ispezione visiva volta ad escludere che si siano verificati danni agli elementi strutturali, nonché agli elementi non strutturali e agli impianti con le caratteristiche specificate nel precedente paragrafo, incluse le giunzioni tra tali elementi, e ad escludere, altresì, la presenza di spostamenti relativi permanenti. Nella considerazione della struttura occorrerà valutare se possono essersi verificati comportamenti oltre il limite elastico delle fondazioni, che, ad esempio, abbiano determinato deformazioni permanenti.

3.6 Profilo di sottosuolo

Le norme di cui al D.M. 14 gennaio 2008 (Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC08) definiscono al punto 3.2.2, ed in particolare nella tabella 3.2.II, le categorie, ovvero i profili, di sottosuolo come di seguito riportato:

A - *Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

B - *Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $NSPT_{30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).

C - *Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < NSPT_{30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).

D - *Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti*, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $NSPT_{30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).

E - *Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m*, posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

A ciascuna di queste categorie sono associati precisi valori dei parametri che definiscono lo spettro di risposta elastico, così come specificato nel punto 3.2.3.2.1 delle NTC08.

Nello stesso paragrafo 3.2.2 vengono altresì definite le modalità di determinazione dell'appartenenza all'una o all'altra categoria, o la possibilità di appartenenza a due ulteriori categorie, S1 ed S2, per le quali l'attribuzione dei parametri spettrali non è fornita dalla norma, ma richiede "specifiche analisi". Inoltre vengono definite le situazioni in cui possono verificarsi amplificazioni dell'azione sismica provocate da condizioni topografiche particolari, ossia da pendii di notevole inclinazione e da conformazioni di cresta.

Le condizioni tipiche, che coprono la grandissima parte delle situazioni, tipicamente di pianura, che si riscontrano nell'area colpita dai terremoti del 20 maggio e successivi, sono caratterizzate da profili di sottosuolo di tipo C, che sarà la categoria che si assumerà di norma. Tale categoria di suolo è stata anche assunta dall'INGV nella redazione delle mappe di scuotimento prima richiamate (par 2.2). Ciò consente di semplificare il problema e di standardizzare alcune soluzioni, come si vedrà nel capitolo 3, ferma restando la possibilità di eseguire gli approfondimenti richiesti dalle NTC08.

3.7 Valutazione della sicurezza effettuata conformemente al capitolo 8.3 delle norme tecniche per le costruzioni

Le modalità di effettuazione delle verifiche della sicurezza sismica sono contenute nelle NTC08. In particolare il capitolo 8.3 specifica come, di norma, sia consentito effettuare la sola verifica rispetto allo Stato Limite Ultimo (SLU), con riferimento allo Stato Limite di Salvaguardia della Vita (SLV) o, in alternativa, alla condizione di collasso (SLC). Le procedure per la valutazione della sicurezza sono contenute nel cap. 8.5, e nel corrispondente capitolo della Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, Istruzioni per l'applicazione delle «Nuove norme tecniche per le costruzioni» di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. (GU n. 47 del 26-2-2009 - Suppl. Ordinario n.27), del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti. Maggiori informazioni e indicazioni operative, specifiche per le tipologie di edilizia industriale oggetto delle disposizioni dell'art. 3, commi 7-10, della Legge 122/2012, sono contenute nelle "Linee Guida per la verifica, la messa in sicurezza e l'agibilità definitiva delle costruzioni ad uso produttivo" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, cui si rimanda per gli opportuni approfondimenti.

3.8 Livello di sicurezza della costruzione

A seguito dell'effettuazione della verifica di sicurezza della costruzione in esame, o anche a seguito dell'effettuazione dell'intervento di miglioramento sismico, il comma 10 stabilisce come accettabile un livello di sicurezza almeno pari al "60% della sicurezza richiesta ad un edificio nuovo". Pur rinviando alle sopra citate "Linee Guida per la verifica, la messa in sicurezza e l'agibilità definitiva delle costruzioni ad uso produttivo" del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, per ogni opportuno approfondimento, è bene qui chiarire che il 60% va riferito all'intensità dell'azione sismica che la struttura è in grado di sostenere, rispetto all'azione sismica di progetto che si assumerebbe per una costruzione di nuova realizzazione, di uguale vita nominale e classe d'uso, ai sensi delle NTC08. Dunque il parametro di riferimento è l'intensità dell'azione sismica, e non, come potrebbe equivocarsi, la vita nominale o il periodo di ritorno dell'azione sismica. Tale intensità può essere univocamente riferita all'accelerazione di ancoraggio dello spettro di risposta che definisce l'azione sismica sostenibile dalla costruzione in esame.

4. Procedura di valutazione dell'accelerazione spettrale

la procedura per stabilire se sia o meno necessario effettuare la verifica di sicurezza e, eventualmente, un intervento di miglioramento sismico, ai sensi del comma 10 dell'art.3 della L.122/2012, deve seguire il seguente schema:

- I. Valutazione dello stato della costruzione (strutture, impianti, parti non strutturali), tenendo conto di quanto specificato nei precedenti par. 2.4 e 2.5, ossia mediante accurata ispezione visiva delle parti di interesse; qualora si riscontrassero condizioni che fanno ritenere essere stato superato l'ambito di comportamento elastico, occorrerà necessariamente procedere all'effettuazione della verifica di sicurezza, oltre che ai necessari ripristini e agli interventi di miglioramento che risultassero necessari a seguito della verifica di sicurezza. Se invece la

costruzione può ritenersi essere rimasta in campo elastico, si procederà con il successivo passo II.

- II. Determinazione delle coordinate geografiche della costruzione e posizionamento della stessa nella mappa relativa alla classe d'uso della costruzione (v. par. 2.3), in modo da valutare se il punto rappresentativo sia all'interno o all'esterno dell'area campita.
- III. Se il manufatto si trova all'interno della suddetta area il tecnico incaricato deve valutare che le ipotesi adottate nella redazione della mappa siano adeguate a rappresentare la situazione dell'immobile (ad esempio riguardo alla categoria di sottosuolo). Qualora il tecnico ritenga necessario procedere in maniera specifica, può valutare la condizione dell'immobile seguendo la procedura di dettaglio di seguito esposta.
- IV. Se il manufatto si trova al di fuori della suddetta area, è necessario effettuare la valutazione della sicurezza conformemente alle NTC08 (come indicato nel precedente par 2.7) salvo più specifiche valutazioni, da effettuare sempre secondo la procedura di dettaglio di seguito esposta.

Le mappe richiamate nel passo II della procedura sopra descritta sono riportate in appendice, insieme ai criteri e alle modalità con cui sono state determinate.

La procedura di dettaglio, richiamata ai precedenti punti III e IV, prevede i seguenti passaggi:

- 1) Valutazione sperimentale del periodo proprio della struttura, attraverso prove di misurazione delle vibrazioni e relative elaborazioni e, laddove il tecnico ritenga opportuno considerare una diversa categoria di sottosuolo, delle prove sperimentali sui terreni previste dalle NTC08.
- 2) Valutazione su modello numerico del periodo di vibrazione considerando e non considerando la collaborazione degli elementi non strutturali.
- 3) Verifica della coerenza dei periodi sperimentale e numerico, e selezione del periodo che, in relazione alla resistenza e rigidità dei collegamenti sotto azioni sismiche di progetto, meglio rispecchi il comportamento reale della costruzione.
- 4) Verifica delle ordinate spettrali dei terremoti subiti e di norma per decidere se l'edificio vada verificato oppure no.

Appendice

L'art. 3 comma 10 della L. 122/2012 prescrive che "per quanto concerne le imprese di cui al comma 8, nelle aree colpite dagli eventi sismici del maggio 2012 in cui l'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame, così come risulta nelle mappe di scuotimento dell'Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia, abbia superato il 70 per cento dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalle norme vigenti per il progetto della costruzione nuova (omissis) l'adempimento di cui al comma 9 si intende soddisfatto."

In questa appendice si descrive la procedura utilizzata per la determinazione della porzione di territorio in cui è verificata la diseguaglianza:

(accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame) > 70% (accelerazione spettrale elastica per il progetto della costruzione nuova) (1)

Tale porzione di territorio è separatamente individuata in tre mappe allegate a questo documento, relative a edifici di classe I, II o III. Di seguito si dettaglia la procedura per i due termini presenti nella disequaglianza (1).

70 % dell'accelerazione spettrale elastica richiesta dalle norme vigenti per il progetto della costruzione nuova

Le norme vigenti, in questo contesto, sono le Norme Tecniche per le Costruzioni, di cui al D.M. 14 gennaio 2008, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 29 del 4 febbraio 2008 - Suppl. Ordinario n. 30 (di seguito NTC08). Tra i metodi di analisi lineari, il metodo di riferimento è l'analisi modale con spettro di risposta. Lo spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali $S_e(T)$ è, nelle NTC08, univocamente definito dalla categoria di sottosuolo e, con riferimento all'opera, da vita nominale, classe d'uso, smorzamento viscoso convenzionale, coordinate geografiche, stato limite di riferimento. Queste quantità sono state definite come di seguito specificato:

- **categoria di sottosuolo:** si è assunto dovunque categoria C, coerentemente con quanto fatto dall'INGV per le mappe di scuotimento (descritte nel paragrafo successivo). Il modello *shakemaps* assume infatti velocità delle onde di taglio $V_{s,30}$ tali da ricadere nella categoria C. I valori delle $V_{s,30}$ sono riportati nel file *grid.xml* (cfr. paragrafo successivo).
- **vita nominale:** assunta pari a 50 anni (opere ordinarie)
- **classe d'uso, C_U :** sono state considerate tre possibili classi d'uso, ovvero la I (costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli), II (costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti,...), III (costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi, ...). Alle classi d'uso corrisponde rispettivamente il valore di 0.7, 1, 1.5 per C_U .
- **smorzamento viscoso convenzionale:** assunto pari al 5%
- **coordinate geografiche:** assunte pari a quelle del sito ove sorge l'opera
- **stato limite di riferimento:** assunto quello di salvaguardia della vita (SLV).

Ne risultano pertanto 3 diversi spettri di risposta per le 3 diverse classi d'uso. In particolare, per la classe d'uso I, va considerato lo spettro con 332.5 (=0.7*9.5*50) anni di periodo di ritorno (T_r); per la classe d'uso II, $T_r=475$ anni (=1*9.5*50); per la classe d'uso III, lo spettro con $T_r=712.5$ anni (=1.5*9.5*50). I parametri dei tre spettri relativi ai tre periodi di ritorno dell'azione sono stati determinati per interpolazione dei valori dell'allegato B alle NTC08; per l'interpolazione si è seguito quanto indicato nell'allegato A alle NTC08. I tre spettri di risposta, indicati da qui in avanti come $S_e(T, T_r)$, sottintendendo la dipendenza dalle coordinate geografiche del sito, sono stati infine moltiplicati per 0.7, al fine di ottenere il 70% dell'accelerazione spettrale elastica.

Accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame

Il comma 10 prescrive l'utilizzo delle mappe di scuotimento (*shakemaps*) dell'INGV. Le mappe, presenti all'indirizzo internet <http://shakemap.rm.ingv.it>, rappresentano sul territorio, per ciascun evento, i dati numerici riportati in diversi documenti della sezione *download* del sito, ad esempio all'interno del file *grid.xml*. In questo file, per ciascun punto di una griglia rettangolare centrata sull'epicentro dell'evento, sono riportati valori della *pga* (*peak ground acceleration*, ovvero massima accelerazione al suolo) e delle accelerazioni spettrali a 0.3, 1, 3 sec., stimate con il modello *shakemaps*.

I quattro valori (*pga* e 3 accelerazioni spettrali) rappresentano il campionamento, per 4 periodi propri, dello spettro di risposta del particolare evento considerato, sono cioè noti i valori $S_i(T=0.0 \text{ s.})$, $S_i(T=0.3 \text{ s.})$, $S_i(T=1.0 \text{ s.})$, $S_i(T=3.0 \text{ s.})$ dello spettro di risposta all'evento *i*-esimo. Resta a questo punto necessario definire i valori $S_i(T)$ per periodi diversi dai 4 sopra elencati.

Nel seguito si esemplifica il procedimento riferendosi al solo periodo di ritorno $T_r=475$ anni (classe d'uso II). Per le ragioni illustrate nel documento, si è scelto di interpolare i quattro valori con la forma spettrale di normativa $S_e(T, T_r=475 \text{ anni})$. L'interpolazione è stata fatta ai minimi quadrati. La

funzione interpolante così ottenuta è indicata nel seguito con $S_{e_i}^*(T, Tr=475 \text{ anni})$; i pedici e ed i sono inseriti a segnalare la dipendenza dalla funzione interpolante scelta ($S_e(T, Tr=475 \text{ anni})$) e dall'evento i -esimo. Considerando anche i restanti periodi di ritorno, si può scrivere, in forma più generale, $S_{e_i}^*(T, Tr)$.

Questa funzione dipende ovviamente dal sito considerato, definito attraverso le sue coordinate geografiche longitudine (intesa nell'emisfero nord) e latitudine (intesa ad est di Greenwich); se si esplicita questa dipendenza, si ottiene la funzione $S_{e_i}^*(T, Tr, lon, lat)$.

Fissato un sito A , di coordinate geografiche (lon_A, lat_A) , la massima accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame, considerando i diversi eventi i per i quali sono disponibili le *shakemaps*, vale:

$$S_e^*(T, Tr, lon_A, lat_A) = \max_i \{ S_{e_i}^*(T, Tr, lon_A, lat_A) \} \quad (2)$$

Sono stati considerati i 7 maggiori eventi registrati dall'INGV, con magnitudo maggiore di 5.0. Gli eventi sono riportati nella tabella seguente. Si è controllato che, ai fini della determinazione dei massimi di cui all'equazione (2), non fosse necessario considerare ulteriori eventi.

evento	magnitudo	data (aaaa-mm-gg) e ora
8222913232	5.9	2012-05-20 02:03:52 GMT
7223045800	5.8	2012-05-29 07:00:03 GMT
7223048150	5.3	2012-05-29 10:55:57 GMT
8222913230	5.2	2012-05-29 11:00:25 GMT
7222919980	5.1	2012-05-20 13:18:02 GMT
7222913270	5.1	2012-05-20 02:07:31 GMT
7223125200	5.1	2012-06-03 19:20:43 GMT

Al variare del sito di interesse (indicato con A nell'equazione (2)), si ricava infine la funzione $S_e^*(T, Tr, lon, lat)$.

Aree in cui l'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame è maggiore del 70% dell'accelerazione spettrale elastica per il progetto della costruzione nuova

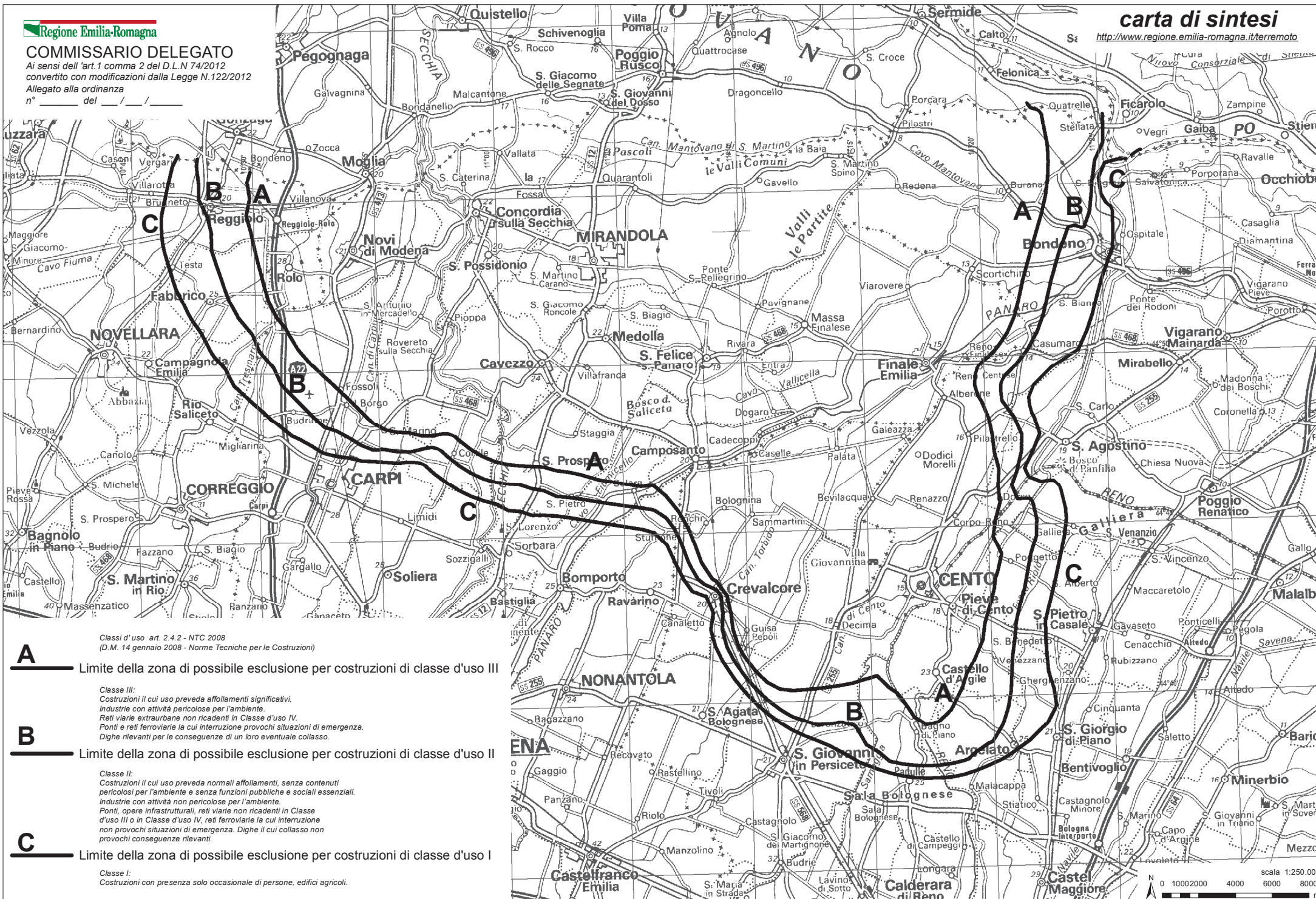
Si dispone, a questo punto, sia dell'accelerazione spettrale elastica per il progetto di una costruzione nuova, indicata come $S_e(T, Tr, lon, lat)$, sia dell'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame, indicata come $S_e^*(T, Tr, lon, lat)$.

Le aree in cui l'accelerazione spettrale subita dalla costruzione in esame è maggiore del 70% dell'accelerazione spettrale elastica per il progetto della costruzione nuova si ricavano, al variare del sito, come unione dei punti (lon, lat) in cui è verificata la disequaglianza:

$$S_e^*(T, Tr, lon, lat) > 70\% S_e(T, Tr, lon, lat) \quad (3)$$

La superficie individuata dalla (3) è qui definita *superficie di possibile esclusione* (SPE) dall'obbligo di valutazione della sicurezza ai sensi delle NTC08; il poligono che delimita la SPE è definito *poligono di possibile esclusione* (PPE).

Giova chiarire che, definita una classe d'uso (ovvero un periodo di ritorno dell'azione T_r , in questo specifico caso), ad essa è associata una singola superficie di possibile esclusione che, per la procedura adottata, è indipendente dal periodo proprio T della costruzione, per i motivi illustrati nel documento al par. 3.1. Alle diverse classi d'uso sono associate diverse superfici di possibile esclusione: è, cioè, definita una superficie di esclusione per ciascuna classe d'uso.



Classi d'uso art. 2.4.2 - NTC 2008
(D.M. 14 gennaio 2008 - Norme Tecniche per le Costruzioni)

A Limite della zona di possibile esclusione per costruzioni di classe d'uso III

Classe III:
Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi.
Industrie con attività pericolose per l'ambiente.
Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV.
Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza.
Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

B Limite della zona di possibile esclusione per costruzioni di classe d'uso II

Classe II:
Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali.
Industrie con attività non pericolose per l'ambiente.
Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

C Limite della zona di possibile esclusione per costruzioni di classe d'uso I

Classe I:
Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.