

# *Vulnerabilità sismica in accordo alle recenti normative italiane*

**Ing. Silvia Collepari**

## **PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO:**

- Ordinanza Pres. Cons. Min, **(OPCM) n.3274** del **20-3-2003** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (Suppl. Ord. G.U. n 105 del 8/5/03) modificata dalle **Ord. 3316** del 2/10/03 e **Ord. 3431** del 3/5/05.
- Norme Tecniche per le Costruzioni **(NTC) DM 14-1-08** (G.U. n.29 del 4e febbraio 2008, suppl. ord. N.30) e relativa **Circolare esplicativa** (G.U. n.47 del 26 -02-09) che nell’appendice A8 ha ripreso i contenuti della OPCM 3274
- Per i **Beni e le attività culturali, Direttiva. Pres. Cons. Min. del 12 ottobre 2007** “Valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni” (G.U. n. 24 del 29.01.2008 suppl. ord. n. 25)

## PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO:

Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) DM 14-1-08 e relativa **Circolare esplicativa**

- Capitolo 3 Azioni sulle costruzioni , §3.2 Azione sismica
- **Allegato A:** Pericolosità sismica
- **Allegato B:** Tabelle che definiscono l'azione sismica nel territorio italiano
- **Capitolo 7** Progettazione per azioni sismiche (strutture nuove)
- **Capitolo 8** Costruzioni esistenti, §8.7 Valutazione e progettazione in presenza di azioni sismiche

## ENTRATA IN VIGORE NTC D.M. 14/01/2008: 1 luglio 2009

Il **21 giugno scorso**, nell'ambito della conversione in legge del D.L. n° 39 Apr. 2009 *“Interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile”*, **è stata riportata al 30 giugno 2009 la fine del periodo transitorio di coesistenza con le precedenti NTC** anziché al 30 giugno 2010 come precedentemente posticipato dall'art. 20 del D.L. n° 248 del 31/12/2007 detto anche Milleproroghe convertito in legge n°14 il 27/2/2009

## PRINCIPALI NORME TECNICHE DI RIFERIMENTO:

Ordinanza Pres. Cons. Min, **(OPCM) n.3274** del **20-3-2003** “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” modificata da **Ord. 3316** del 2/10/03 e **Ord. 3431** del 3/5/05

- Testo ordinanza in **4 articoli**
- **Allegato 1:** Criteri per l'individuazione delle zone sismiche - Individuazione, formazione ed aggiornamento degli elenchi delle medesime zone
- **Allegato 2:** Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici
- **Allegato 3:** Norme tecniche per il progetto sismico dei ponti
- **Allegato 4:** Norme tecniche per il progetto sismico di opere di fondazione e di sostegno dei terreni

**PRINCIPALI ARGOMENTI RELATIVI ALLA VULNERABILITA' SISMICA  
DEGLI EDIFICI CONTENUTI NELLE NTC 2008 E OPCM 3274:**

- 1) Zone di pericolosità sismica**
- 2) Azione sismica e criteri di verifica per gli edifici**
- 3) Progettazione e costruzione degli edifici nuovi soggetti ad azione sismica**
- 4) Verifica della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti**
  - a) priorità di intervento**
  - b) metodi di verifica**

## 1) Zone di pericolosità sismica :

- Allegato 1 OPCM 3274
- § 3.2 NTC --> Allegati A e B

Il territorio nazionale è suddiviso in zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro

**$a_g$  = accelerazione orizzontale massima su suolo orizzontale di categoria A** (terreni rocciosi o molto rigidi) con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

pericolosità	Zona	$a_g$ (m/sec <sup>2</sup> )
+	1	0,35 g
↓	2	0,25 g
	3	0,15 g
	4	0,05 g
-		

Continua →

L'**Allegato A** alle **NTC** rimanda a:

- **Tabelle in Allegato B** : il territorio nazionale è diviso in un reticolo geografico di <10km; ogni punto è caratterizzato da una certa  $a_g$  (→ pericolosità sismica) e da altri parametri che, per 9 periodi di ritorno del sisma, permettono di individuare gli spettri di risposta definiti al § 3.2 dalle NTC

ID	LON	LAT	$T_R=30$			$T_R=50$			$T_R=72$	
			$a_g$	$F_o$	$T_c^+$	$a_g$	$F_o$	$T_c^+$	$a_g$	$F_o$
13111	6.5448	45.134	0.263	2.50	0.18	0.340	2.51	0.21	0.394	2.55
13333	6.5506	45.085	0.264	2.49	0.18	0.341	2.51	0.21	0.395	2.55
13555	6.5564	45.035	0.264	2.50	0.18	0.340	2.51	0.20	0.393	2.55

- Dati aggiornati sul sito **INGV** (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (<http://esse1-gis.mi.ingv.it>)) con reticolo di 5 km

Continua →





## Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

### Evoluzione della classificazione sismica:

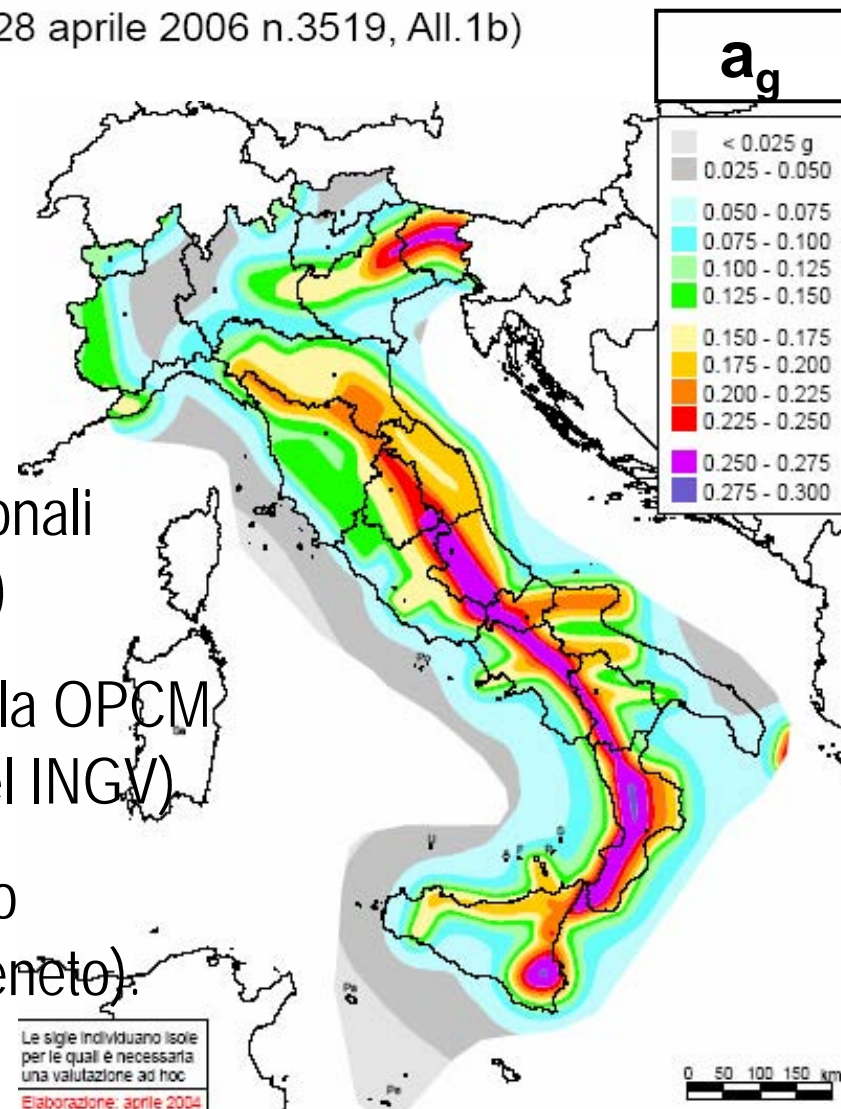
**1984** vecchia mappatura

**2003** OPCM 3274 – Allegato 1 (prevede aggiornamenti almeno ogni 5 anni)

**2004** aggiornamenti con comunicazioni regionali (previsti da art. 2 comma 1 OPCM 3274)

**2006** OPCM 3519 (aggiorna l'Allegato 1 della OPCM 3274 e indica un collegamento al sito del INGV)

**Dal 2007** Approvazioni e integrazioni a livello regionale con **DGR** (es. n°71/2008 in Veneto).

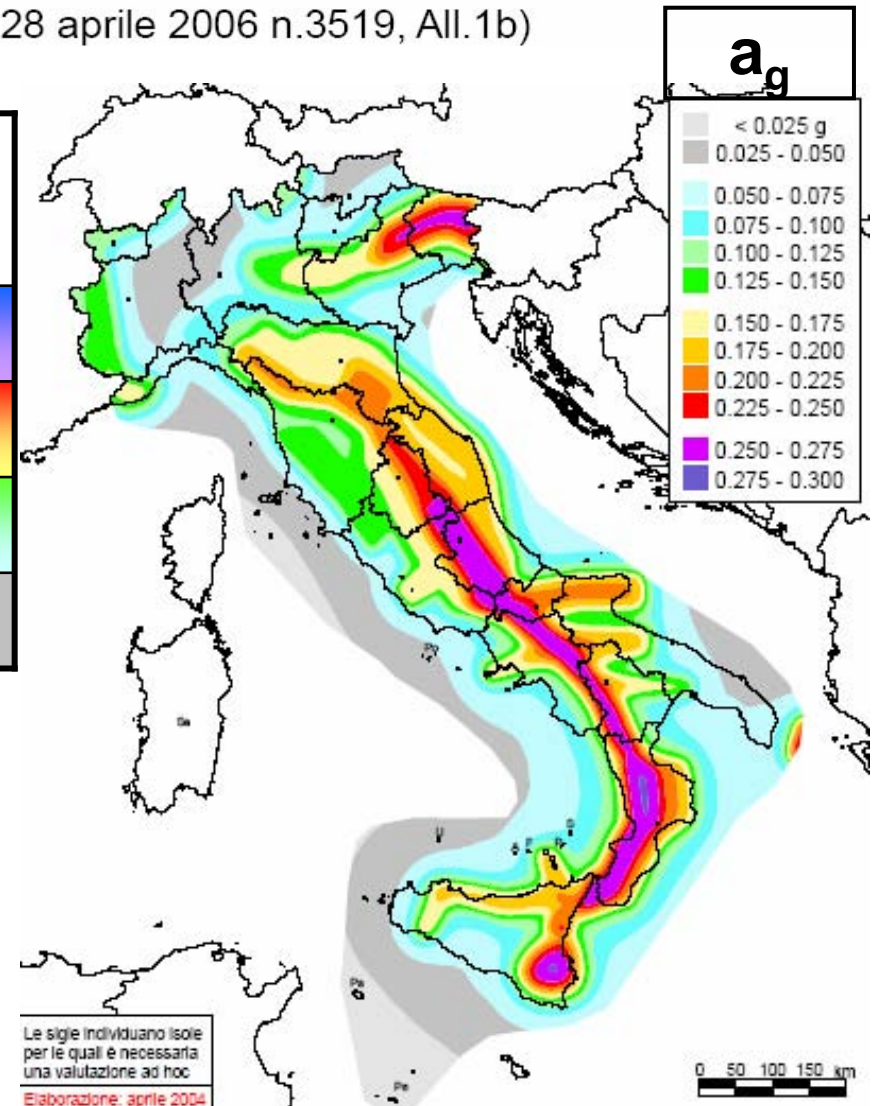




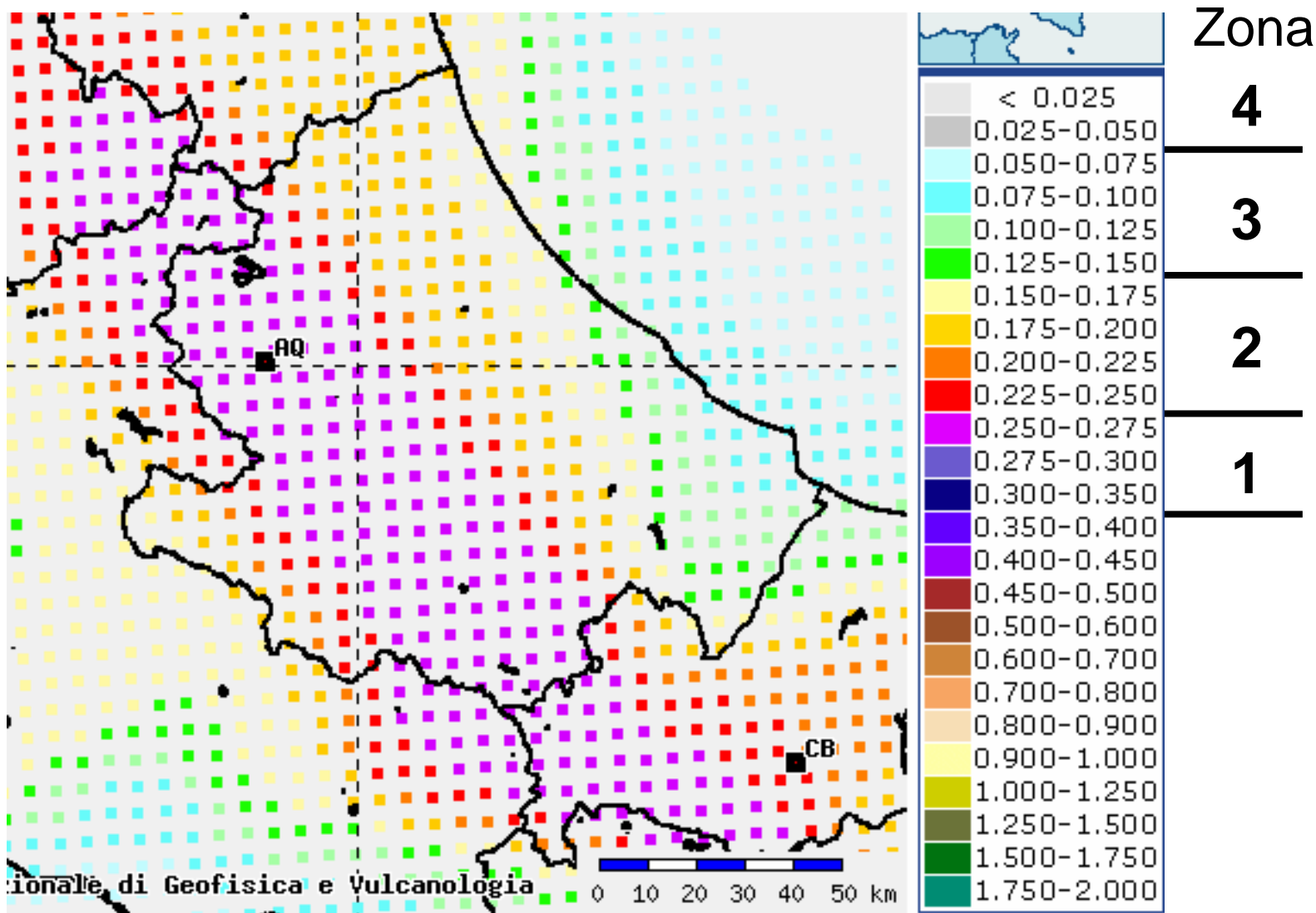
## Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale

(riferimento: Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b)

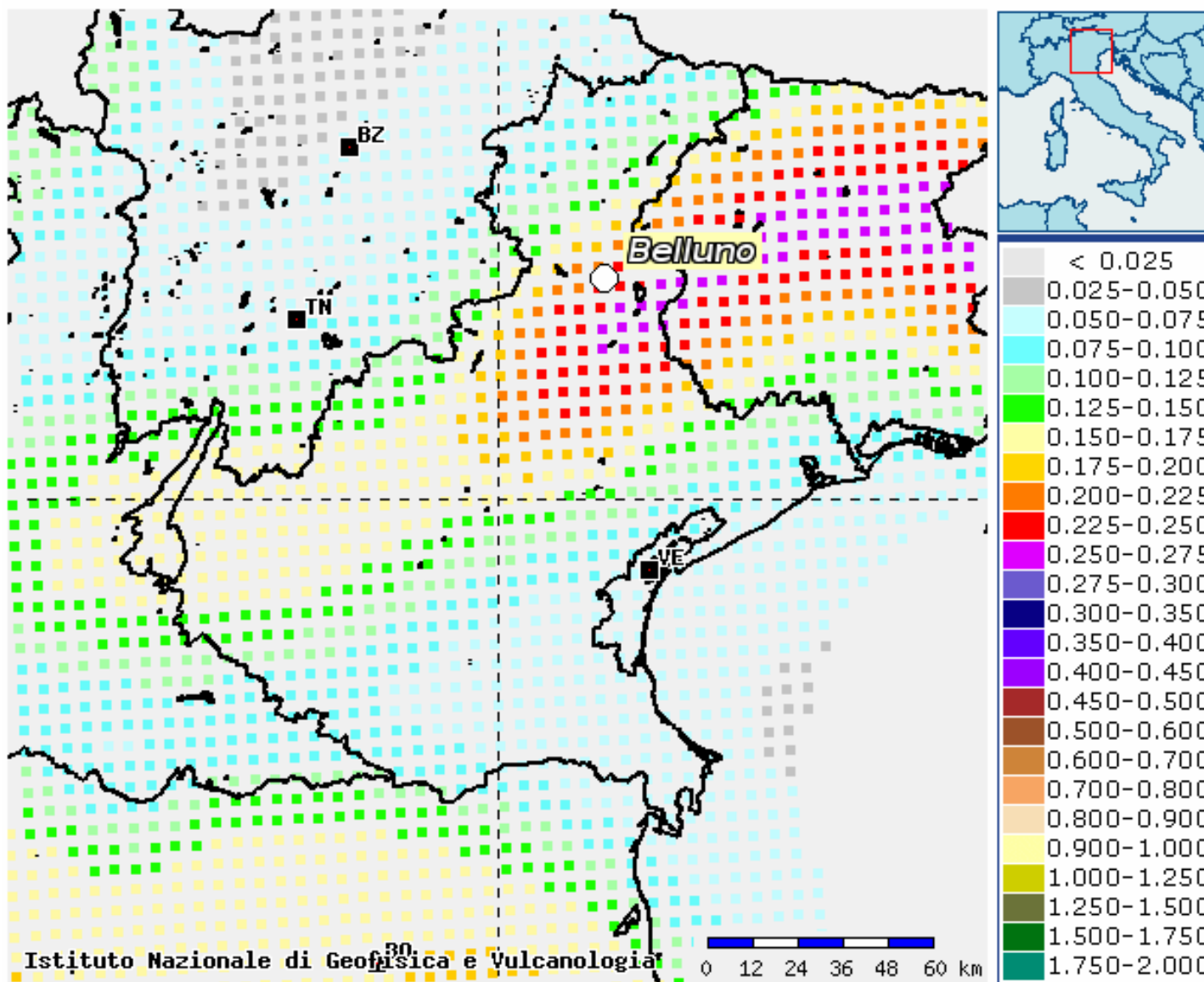
Zona	$a_g$ (m/sec <sup>2</sup> ) $\leq$	N° Comuni
1	0,35 g	725
2	0,25 g	2344
3	0,15 g	1544
4	0,05 g	3488



## Mappa di pericolosità sismica della regione Abruzzo



## Mappa di pericolosità sismica della regione Veneto



## 2) Azione sismica e criteri di verifica per gli edifici (§3.2 NTC; cap. 2 e 3 dell'Allegato 2 all' OPCM 3274):

- Schematizzazione dell'azione sismica;
- Categorie dei suoli di fondazione;
- SLE e SLU da utilizzare nelle verifiche;
- Spettri di risposta e di progetto
- Accelerogrammi

**3) Progettazione, con metodo agli stati limite, degli edifici nuovi soggetti ad azione sismica:**

edifici in c.a., acciaio, misti acciaio/c.a, muratura, legno, con dispositivi di isolamento sismico

- **NTC: cap. 7**

- **Allegato 2 OPCM 3274: cap. da 4 a 9**

## 4) Verifica della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti

edifici in c.a, acciaio, misti o in muratura

**a) Classificazione di edifici ed infrastrutture strategici e priorità d'intervento nelle verifiche sismiche delle strutture esistenti**

**b) Metodi di verifica**

Continua →

## PRINCIPALI ARGOMENTI NTC 2008 E OPCM 3274:

### 4a) Classificazione edifici ed infrastrutture strategici e priorità d'intervento nelle verifiche sismiche delle strutture esistenti

- **NTC:** non dicono nulla

- **Art. 2 OPCM 3274:**

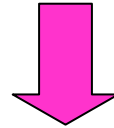
**comma 3** dispone l'obbligo entro 5 anni alle verifiche di edifici e infrastrutture strategiche con priorità per le zone 1 e 2

**comma 4** stabiliva che, entro 6 mesi, il Dipartimento della Protezione Civile doveva individuare suddette strutture strategiche, nonché le indicazioni tecniche, i livelli di adeguatezza, le tempistiche e le priorità delle verifiche da effettuarsi anche in base alle risorse finanziarie disponibili

Continua →



## Art. 2 comma 4 OPCM 3274



- **Decreto 21 /10/2003** della Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione civile **per strutture di competenza statale:**

**Allegato 1** : elenchi edifici e infrastrutture strategiche (A) o importanti (B)

**Allegato 2:** Indicazioni per le verifiche tecniche

- **Specifici DGR** per strutture di **competenza regionale** (es. in Veneto DGR 3645 del 28/11/2003) riprendono i contenuti del DPCM 21/10/03.

## Edifici strategici con competenza statale: quelli utilizzati da

- 1) organismi governativi;
- 2) uffici territoriali di Governo;
- 3) Corpo nazionale dei Vigili del fuoco;
- 4) Forze armate;
- 5) Forze di polizia;
- 6) Corpo forestale dello Stato;
- 7) Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici;
- 8) Registro italiano dighe;
- 9) Istituto nazionale di geofisica e vulcanologia;
- 10) Consiglio nazionale delle ricerche;
- 11) Croce rossa italiana;
- 12) Corpo nazionale soccorso alpino;
- 13) Ente nazionale per le strade e societa' di gestione autostradale;
- 14) Rete ferroviaria italiana;
- 15) Gestore della rete di trasmissione nazionale, proprietari della rete di trasmissione nazionale, delle reti di distribuzione e di impianti rilevanti di produzione di energia elettrica;
- 16) associazioni di volontariato di protezione civile operative in piu' regioni.

## Infrastrutture strategiche con competenza statale

1. Autostrade, strade statali e opere d'arte annesse;
2. Stazioni aeroportuali, eliporti, porti e stazioni marittime previste nei piani di emergenza, nonché impianti classificati come grandi stazioni.
3. Strutture connesse con il funzionamento di **acquedotti** interregionali, la produzione, il trasporto e la distribuzione di **energia elettrica** fino ad impianti di media tensione, la produzione, il trasporto e la distribuzione di **materiali combustibili** (quali oleodotti, gasdotti, ecc.), il funzionamento di **servizi di comunicazione** a diffusione nazionale (radio, telefonia fissa e mobile, televisione).

**Edifici e Infrastrutture strategiche che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.**

### Edifici

1. Edifici pubblici o comunque aperti al pubblico suscettibili di grande affollamento
2. Strutture il cui collasso puo' comportare gravi conseguenze in termini di danni ambientali
3. Musei, biblioteche, chiese

### Opere infrastrutturali.

1. Opere d'arte relative al sistema di grande viabilita' stradale e ferroviaria, il cui collasso puo' determinare gravi conseguenze in termini di perdite di vite umane, ovvero interruzioni prolungate del traffico.
2. Grandi dighe.

**4b)** Metodi di Verifica della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti in c.a, acciaio, misti o in muratura :

- **NTC 14/1/2008 + CIRC esplicativa**

§8.5 Procedure per la valutazione della sicurezza e per la redazione dei progetti

§ 8.7 Valutazione e progettazione di interventi sugli edifici esistenti in presenza di azioni sismiche (ad integrazione del cap. 7 sugli edifici nuovi)

- **Allegato 2 al OPCM 3274: Cap. 11**

## CAP.11 DELL' ALL.2 all' OPCM 3274+3431 – App. C8A.1 CIRC. ESPL VERIFICA DELLA VULNERABILITA' SISMICA IN EDIFICI ESISTENTI

### LIVELLI DI CONOSCENZA

- **LC1: “conoscenza limitata”**
- **LC2: “conoscenza adeguata”**
- **LC3: “conoscenza accurata”**

### FATTORI DI CONFIDENZA:

Sono dei coefficienti di sicurezza che si applicano alle proprietà dei materiali:

minore è il livello di conoscenza e più penalizzate (e ridotte attraverso i fattori di confidenza) sono le resistenze dei materiali ottenute con le prove in sito.

## LIVELLI DI CONOSCENZA e FATTORI DI CONFIDENZA

**Diverse tabelle per edifici in c.a., acciaio o muratura**

**Esempio tabella edifici in c.a. in intervento successivo**

Livello di conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali
LC1	Da disegni di carpenteria originali + rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell' epoca e <i>limitate verifiche in-situ</i>	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate prove in-situ</i>
LC2		Disegni costruttivi incompleti + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>estese verifiche in-situ</i>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>estese verifiche in-situ</i>
LC3		Disegni costruttivi completi + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>esaustive verifiche in-situ</i>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <i>estese verifiche in sito</i> oppure <i>esaustive verifiche in-situ</i>



	Rilievo dei dettagli costruttivi ( <b>armatura</b> )	Prove sui materiali
Verifiche limitate <b>LC1</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>15%</b> degli elementi	<b>1</b> provino di <b>calcestruzzo</b> per <b>300 mq</b> di piano dell'edificio, <b>1</b> campione di <b>armatura</b> per <b>piano</b> dell'edificio
Verifiche estese <b>LC2</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>35%</b> degli elementi	<b>2</b> provino di <b>calcestruzzo</b> per <b>300 mq</b> di piano dell'edificio, <b>2</b> campione di <b>armatura</b> per <b>piano</b> dell'edificio
Verifiche esaustive <b>LC3</b>	La quantità e disposizione dell'armatura è verificata per almeno il <b>50%</b> degli elementi	<b>3</b> provino di <b>calcestruzzo</b> per <b>300 mq</b> di piano dell'edificio, <b>3</b> campione di <b>armatura</b> per <b>piano</b> dell'edificio

Livello di conoscenza	Geometria (carpenterie)	Dettagli strutturali	Proprietà dei materiali	Metodi di analisi	FC
LC1	Da disegni di carpenteria originali + rilievo visivo a campione oppure rilievo ex-novo completo	Progetto simulato in accordo alle norme dell'epoca e <i>limitate verifiche in-situ</i>	Valori usuali per la pratica costruttiva dell'epoca e <i>limitate prove in-situ</i>	<b>Analisi lineare</b> statica o dinamica	1.35
LC2		Disegni costruttivi incompleti + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>estese verifiche in-situ</i>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>estese verifiche in-situ</i>	Tutti	1.20
LC3		Disegni costruttivi completi + <i>limitate verifiche in sito</i> oppure <i>esaustive verifiche in-situ</i>	Originali specifiche di progetto o certificati di prova + <i>estese verifiche in sito</i> oppure <i>esaustive verifiche in-situ</i>	Tutti	1.00

50 % delle prove  
distruttive può essere  
sostituito con il triplo di  
prove non distruttive  
opportunamente tarate

# CONTROLLI ACCETTAZIONE ACCIAIO c.a e c.a.p.



# CAROTAGGI: UNI EN 12504-1



Carotaggio su  
elementi in c.a.



Determinazione  
prof. carbonatazione

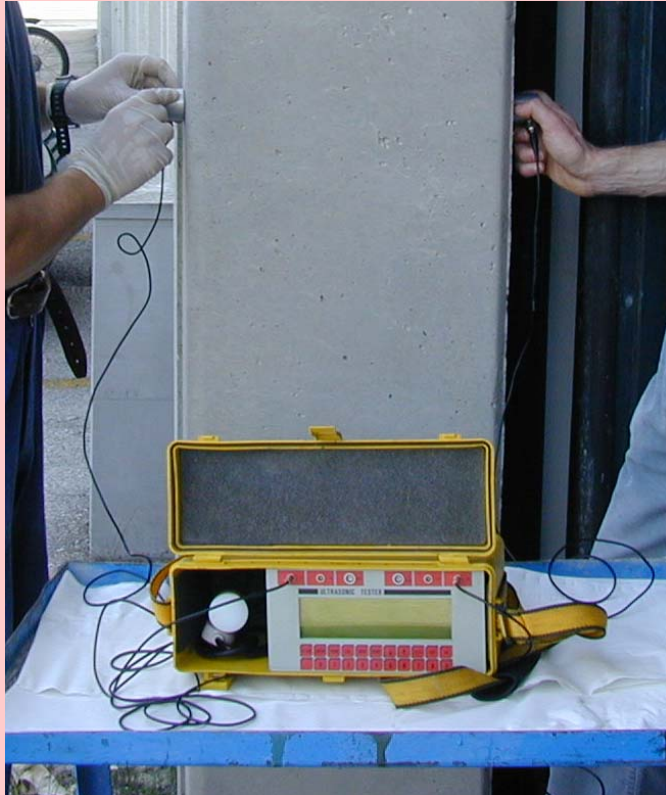


Determinaz.  
 $f_{ck}$ , in situ

# PROVE SU CLS IN OPERA (§11.2.6)

SI POTRA' FAR UTILE RIFERIMENTO A:

PROVE NON DISTRUTTIVE



**Modulo elast. dinamico  
(UNI EN 12504/4)**



**Indice  
sclerometrico  
(UNI EN  
12504/2)**



**Pull-out  
(UNI EN  
10157)**

**4b)** Metodi di Verifica della vulnerabilità sismica degli edifici esistenti in c.a, acciaio, misti o in muratura :

- NTC §8.5 + § 8.7 + CIRC ESPL C8.5-C8.7
- Allegato 2 al OPCM 3274: Cap. 11
- DPCM- Dipart Protez. Civile 21 /10/2003 : nell' Allegato 2 fornisce indicazioni per le verifiche su edifici e infrastrutture strategiche o importanti di competenza statale definite nell'Allegato 1 dello stesso decreto.
- **Vari DGR** (es. in Veneto DGR n° 3645 21/10/03) riprendono il DPCM 21/10/2003 con precisazioni per edifici e infrastrutture strategiche o importanti di competenza regionale

## § 8.7 NTC Valutazione della sicurezza e progetto dell'intervento in presenza di azioni sismiche

Oltre a quanto già previsto per la valutazione della sicurezza e per la progettazione degli interventi in generale, si applica in particolare il §8.7 NTC ad integrazione del §7 NTC relativo alle verifiche sismiche delle costruzioni nuove. Altri utili riferimenti nel **Cap. 11 dell' Allegato 2 dell' OPCM 3274.**

- 8.7.1 verifiche degli edifici in muratura
- 8.7.2 verifiche degli edifici in c.a. o acciaio
- 8.7.3 verifiche degli edifici misti
- 8.7.3 verifiche degli edifici misti



## Valutazione della sicurezza e progetto dell'intervento in presenza di **azioni sismiche**

### §8.7.4 NTC Criteri e tipi d'intervento

- Riparazione di eventuali danni o carenze presenti
- Interventi regolari, uniformi e mirati a eliminare meccanismi resistenti locali e/o fragili
- Miglioramento della capacità deformativa (duttilità) dei singoli elementi
- Riduzione deformabilità orizzontamenti
- Incremento resistenza elementi verticali resistenti
- Miglioramento collegamenti tra elementi non strutturali

## Valutazione della sicurezza e progetto dell'intervento in presenza di **azioni sismiche**

### §8.7.4 NTC Criteri e tipi d'intervento

- Riduzione dell'impegno delle strutture originarie con introduzione di sistemi di isolamento, dissipazione di energia
- Inserimento giunti sismici
- Riduzioni irregolarità di massa, resistenza e rigidezza
- Riduzioni di massa anche mediante demolizione parziale
- Miglioramento del sistema di fondazione
- Altre indicazioni specifiche per strutture in muratura, c.a. o acciaio

## MATERIALI DA UTILIZZARE NEGLI INTERVENTI (§8.6 NTC)

### **Materiali tradizionali** come da cap. 11 NTC

- marcati CE
- soggetti ai controlli di accettazione in cantiere del DL

### **Materiali innovativi** secondo quanto previsto al §. 4.6 NTC:

- Previa autorizzazione del Servizio Tecnico Centrale del Min. LL.PP. sulla base dell'esame di un' adeguata sperimentazione e documentazione.
- Senza autorizzazione se esistono già altre norme o letteratura di comprovata validità come quelle del cap. 12 NTC (ad es. Doc CNR su cls fibrorinforzati)

Questa presentazione sarà disponibile  
sul sito [www. encosrl.it](http://www.encosrl.it) alla sezione

Publicazioni scientifiche

Degrado e durabilità e restauro delle  
strutture in calcestruzzo ,

**Publicazione n° 75**

**GRAZIE PER  
L'ATTENZIONE**