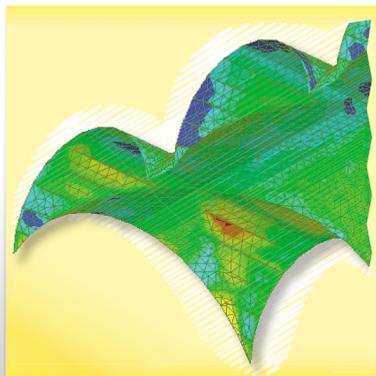


Michele Altilia

CRITERI DI MODELLAZIONE FEM

**PROGETTO E VERIFICA
SECONDO GLI EUROCODICI STRUTTURALI E LE NTC**

- APPROCCIO NORMATIVO ▪ TEORIA F.E.M. E TECNICHE DI MODELLAZIONE ▪ CRITERI DI VERIFICA
- CAPACITY DESIGN ▪ ANALISI STRUTTURALE ▪ INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI



SOFTWARE INCLUSO

FOGLI EXCEL PER DIMENSIONAMENTO, CALCOLO E LA VERIFICA DI NODI BULLONATI O SALDATI,
SECONDO GLI EUROCODICI, BRITISH STANDARDS E LE NTC

Glossario (principali termini tecnico-normativi), **F.A.Q.** (domande e risposte sui principali argomenti),
Test iniziale (verifica della formazione di base), **Test finale** (verifica dei concetti analizzati)



**GRAFILL**

Michele Altilia

CRITERI DI MODELLAZIONE FEM

ISBN 13 978-88-8207-852-2

EAN 9 788882 078522

Manuali, 195

Prima edizione, maggio 2016

Altilia, Michele <1987->

Criteria di modellazione FEM / Michele Altilia. – Palermo : Grafill, 2016.

(Manuali ; 195)

ISBN 978-88-8207-852-2

1. Strutture edilizie – Calcolo – Metodo degli elementi finiti.

624.171 CDD-23

SBN Pal0289516

CIP – Biblioteca centrale della Regione siciliana "Alberto Bombace"

Il volume è **disponibile anche in eBook** (formato *.pdf) compatibile con **PC, Macintosh, Smartphone, Tablet, eReader**.

Per l'acquisto di eBook e software sono previsti pagamenti con c/c postale, bonifico bancario, carta di credito e PayPal.

Per i pagamenti con carta di credito e PayPal è consentito il download immediato del prodotto acquistato.

Per maggiori informazioni inquadra con uno Smartphone o un Tablet il Codice QR sottostante.



I lettori di Codice QR sono disponibili gratuitamente su Play Store, App Store e Market Place.

© **GRAFILL S.r.l.**

Via Principe di Palagonia, 87/91 – 90145 Palermo

Telefono 091/6823069 – Fax 091/6823313

Internet <http://www.grafill.it> – E-Mail grafill@grafill.it

Finito di stampare nel mese di maggio 2016

presso **Andersen S.p.A.** Frazione Piano Rosa – 28010 Boca (NO)

Tutti i diritti di traduzione, di memorizzazione elettronica e di riproduzione sono riservati. Nessuna parte di questa pubblicazione può essere riprodotta in alcuna forma, compresi i microfilm e le copie fotostatiche, né memorizzata tramite alcun mezzo, senza il permesso scritto dell'Editore. Ogni riproduzione non autorizzata sarà perseguita a norma di legge. Nomi e marchi citati sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive case produttrici.

*Dedico il presente volume
A tutti/e i colleghi/e che, non hanno la possibilità
e la fortuna, di avere un lavoro in questo periodo di crisi,
con l'augurio di trovarlo al più presto.*

SOMMARIO

| | | | |
|-----------|--|----|----|
| ➤ | PREMESSA | p. | 1 |
| ➤ | INTRODUZIONE AL VOLUME | " | 3 |
| ➤ | RINGRAZIAMENTI | " | 4 |
| 1. | APPROCCIO NORMATIVO | " | 5 |
| 1.1. | Quadro normativo nel mondo | " | 5 |
| 1.2. | Excursus della normativa sismica in Italia | " | 10 |
| 1.3. | La nuova normativa sismica | " | 16 |
| 1.4. | Cronistoria degli Eurocodici | " | 21 |
| 1.5. | Status e campo di applicazione degli Eurocodici | " | 21 |
| 1.6. | Norme nazionali che implementano gli Eurocodici | " | 22 |
| 1.7. | Collegamento tra gli Eurocodici e le specifiche tecniche armonizzate (EN e ETA) relative ai prodotti..... | " | 22 |
| 2. | ANALISI AGLI ELEMENTI FINITI | " | 23 |
| 2.1. | Introduzione al metodo degli Elementi Finiti | " | 23 |
| 2.1.1. | Il Metodo degli Elementi Finiti..... | " | 23 |
| 2.2. | Il concetto di F.E. (Finite Element)..... | " | 24 |
| 2.3. | Passi del Metodo agli Elementi Finiti..... | " | 28 |
| 3. | CARATTERISTICHE DEGLI ELEMENTI FINITI | " | 36 |
| 3.1. | Modelli monodimensionali (1d) | " | 38 |
| 3.2. | Elemento Biella – Asta – Truss..... | " | 39 |
| 3.3. | Elemento trave (Eulero Bernoulli)..... | " | 41 |
| 3.4. | Elemento Trave (Timoshenko) | " | 45 |
| 3.5. | Modelli bidimensionali (2D) | " | 48 |
| 3.6. | Elemento membrana (Plane)..... | " | 49 |
| 3.7. | Stato piano di tensione (Plane Stress)..... | " | 50 |
| 3.8. | Stato piano di deformazione (Plane Strain) | " | 52 |
| 3.9. | Elemento Shell o guscio (Piastra + Membrana) | " | 54 |
| 3.10. | Elemento Plate (Thin Plate – Piastra Sottile)..... | " | 55 |
| 3.11. | Ipotesi della piastra di Kirchoff | " | 56 |
| 3.12. | Formulazione di rigidezza nell'ipotesi della piastra alla Kirckhoff..... | " | 58 |
| 3.13. | Elemento Plate (Thick Plate – Piastra spessa)..... | " | 60 |

| | | | |
|-----------|---|----|-----|
| 3.14. | Ipotesi della piastra di Mindlin | p. | 61 |
| 3.15. | Formulazione di rigidezza nell'ipotesi della piastra alla Mindlin | " | 63 |
| 4. | STRUTTURA IN CEMENTO ARMATO | " | 67 |
| 4.1. | Individuazione del contesto edilizio | " | 67 |
| 4.2. | Tipologia e classificazione di intervento..... | " | 67 |
| 4.3. | Descrizione della struttura di nuova realizzazione | " | 74 |
| 4.4. | Descrizione dei materiali adottati | " | 75 |
| 4.5. | Analisi dei carichi agenti sulla struttura | " | 81 |
| 4.6. | Approccio alla modellazione F.E.M. strutturale e criteri di analisi | " | 89 |
| 4.6.1. | Elementi in fondazione (platea) | " | 93 |
| 4.6.2. | Elementi in elevazione e Regolarità strutturale (travate, pilastrate)..... | " | 96 |
| 4.6.3. | Elementi di orizzontamento (solai)..... | " | 107 |
| 4.7. | Verifica secondo Eurocodici ed NTC con analisi ed interpretazione dei risultati | " | 111 |
| 4.7.1. | La non linearità geometrica..... | " | 112 |
| 4.7.2. | Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali..... | " | 116 |
| 4.7.3. | Analisi lineare dinamica modale..... | " | 121 |
| 4.7.4. | Criteri generali di progettazione Antisismica e Verifiche Strutturali (GDR) secondo Eurocodici e NTC..... | " | 125 |
| 4.7.5. | Verifica delle travi secondo i criteri del Capacity Design (Eurocodice UNIV 1998-1-3-1998-EN-IT) | " | 128 |
| 4.7.6. | Verifica dei pilastri secondo i criteri di Capacity Design (Eurocodice UNIV 1998-1-3-1998-EN-IT) | " | 135 |
| 4.7.7. | Verifica dei Nodi confinati e non confinati secondo i criteri di Capacity Design (Eurocodice UNIV 1998-1-3-1998-EN-IT) .. | " | 145 |
| 4.7.8. | Verifica dei Setti con funzione strutturale secondo i criteri del Capacity Design (Eurocodice UNIV 1998-1-3-1998-EN-IT). .. | " | 153 |
| 4.7.9. | Verifica della Duttilità secondo quanto richiesto dalle NTC..... | " | 180 |
| 4.7.10. | Verifica della platea di fondazione secondo quanto richiesto dalle (Eurocodice UNIV 1992-1-3-1998-EN-IT Eurocodice UNIV 1992-1-1/2-1993-EN-IT e NTC)..... | " | 181 |
| 4.7.11. | Verifica degli orizzontamenti (solai rigidi) secondo quanto richiesto dalle NTC | " | 208 |
| 4.8. | Esempi di estratti delle tavole esecutive strutturali di progetto | " | 241 |
| 5. | STRUTTURA IN CARPENTERIA METALLICA | " | 249 |
| 5.1. | Premessa | " | 249 |
| 5.2. | Individuazione del contesto edilizio | " | 249 |
| 5.3. | Descrizione della struttura di nuova realizzazione | " | 249 |
| 5.4. | Descrizione dei materiali adottati | " | 251 |
| 5.5. | Analisi dei carichi agenti sulla struttura | " | 265 |

| | | | |
|---------|---|----|-----|
| 5.5.1. | Azione Sismica per elementi strutturali secondari..... | p. | 267 |
| 5.6. | Approccio alla modellazione F.E.M. strutturale e criteri di analisi | " | 273 |
| 5.7. | Le imperfezioni strutturali (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 273 |
| 5.8. | Verifiche degli elementi strutturali in termini di contenimento del danno agli elementi non strutturali | " | 283 |
| 5.9. | Analisi lineare dinamica modale..... | " | 287 |
| 5.10. | Verifica di resistenza degli elementi strutturali secondo (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 291 |
| 5.10.1. | Verifica di resistenza delle colonne – CHS – 168.3 mm x 20 mm (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 292 |
| 5.10.2. | Verifica di resistenza dei gradini doppi – Piatto – 100 mm x 10 mm (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 298 |
| 5.10.3. | Verifica di resistenza travi portanti – Piatto in A – 310 mm x 25 mm, Piatto in B – 200 mm x 25 mm (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 304 |
| 5.10.4. | Verifica di resistenza Cosciali esterni ed interni – Piatto – 300 mm x 20 mm (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 309 |
| 5.11. | Verifica dei collegamenti bullonati e saldati secondo (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT ed NTC)..... | " | 315 |
| 5.11.1. | Verifica del nodo alla base della colonna..... | " | 316 |
| 5.11.2. | Verifica collegamento saldato in luce tra Cosciale Rampa – Trave Portante (NTC – Foglio Excel Promozione Acciaio) | " | 321 |
| 5.11.3. | Verifica collegamento bullonato con squadrette ad L tra Cosciale Rampa – Cosciale Pianerottolo (NTC – Foglio Excel Promozione Acciaio) | " | 323 |
| 5.11.4. | Verifica collegamento bullonato tramite calastrelli tra Piatto Gradino – Piatto Gradino (NTC – Foglio Excel Promozione Acciaio) | " | 326 |
| 5.11.5. | Verifica collegamento bullonato «fin plate» tra Colonna – Trave a mensola (Eurocodice UNIV 1993-1-1-98-1994-EN-IT) | " | 329 |
| 5.12. | Estratti delle tavole esecutive strutturali di progetto e immagini dell’opera realizzata..... | " | 361 |
| ↘ | INSTALLAZIONE DEL SOFTWARE INCLUSO | " | 377 |
| – | Note sul software incluso | " | 377 |
| – | Requisiti hardware e software | " | 379 |
| – | Download del software e richiesta della password di attivazione..... | " | 379 |
| – | Installazione ed attivazione del software..... | " | 379 |
| ↘ | BIBLIOGRAFIA | " | 381 |

PREMESSA

La modellazione delle strutture risulta essere uno dei problemi che molti strutturisti, esperti e non, attribuiscono meno valore ed importanza. Questo lo si fa, o per motivi di tempistica nella presentazione degli elaborati e delle analisi, o in altri casi, errore progettuale, ossia prendere tutto per buono l'output dei solutori, e stampare tutta la relazione, le verifiche e le combinazioni provenienti dai programmi di calcolo strutturale a scatola chiusa come la maggior parte dei software commerciali in circolazione, e depositare il tutto agli organi competenti.

Purtroppo molti professionisti operanti nel mondo delle strutture, diventano schiavi di questi software che proiettano, risultati e colori, credendo di aver effettuato delle analisi corrette poiché i colori ne danno atto. Tali software infatti danno l'impressione di poter riuscire a calcolare ogni tipologia di struttura, qualsiasi sia l'intervento e qualsiasi sia l'analisi richiesta da normativa e per fortuna non è così.

Come dice un mio caro collega ed amico:

«L'output è sempre una conseguenza di un input iniziale, quindi se l'input è errato, o viene affidato in parte a tali software non controllabili, di certo non possiamo auspicarci analisi e calcoli veritieri, reali o pressoché simili alla realtà».

Il libro nasce dalla consapevolezza che chi opera con tali strumenti, debba conoscere a prescindere, le basi della statica delle costruzioni, scienza e teoria delle strutture, ciò che tratta la tecnica delle costruzioni e dinamica delle strutture ed infine ma non per ultimo per minor importanza, il vasto mondo dell'Ingegneria Sismica, tema assai delicato.

Vi sono software FeM avanzati, quali citerò mediante esempi nel presente volume, che danno la possibilità allo strutturista ingegnere di interagire con questi, ossia di modificare parametri, scegliere in modo accurato e corretto l'analisi da svolgere, scegliere i giusti criteri di convergenza, etc.... Tutto ciò permette quindi di avere la possibilità di capire e conoscere la formulazione corretta implementata in essi per lo svolgimento delle verifiche.

È impensabile modellare una struttura, sia essa complessa, sia essa semplice (Mensola incastrata all'estremità), senza avere un'ottima conoscenza e base di preparazione teorica sull'approccio denominato **F.E.M.** (*Finite Element Method*), il metodo degli elementi finiti, che sono la base sulla quale ogni software di calcolo strutturale è basato ed implementato.

INTRODUZIONE AL VOLUME

I primi capitoli del seguente volume trattano una parte che comprende l'ambito e l'approccio Normativo, non solo circoscritto a quello Italiano, quindi con le attuali e vigenti **NTC**, ma anche all'ambito delle normative vigenti nel resto del mondo.

In particolar modo verranno trattati gli **Eurocodici**, norme europee per la progettazione strutturale che si allineano alle norme nazionali vigenti e consentono al professionista l'utilizzo di criteri di calcolo comuni ed adottabili anche all'estero.

Si vuol far riferimento a tali **Eurocodici** per il semplice motivo che purtroppo o per fortuna le **NTC** sono nient'altro che un copia e incolla dei presenti **EC**, e dico purtroppo poiché in molti capitoli delle **NTC** (revisionati in seguito) vi sono moltissimi errori di formulazione, errori di battitura, di distrazione o di inesattezza stessa delle formule; il ciò rende ancor più interpretabile la stessa normativa basata su un approccio semiprobabilistico.

I successivi capitoli vogliono dare un impronta di base teorica, *ma assolutamente non esaustiva, non essendo un esperto di elementi finiti*, dell'approccio **FEM**, delle approssimazioni che vanno eseguite e non, delle difficoltà di utilizzo di tale teoria e di messa in atto con modelli di calcolo strutturali, nonché vi sarà un infarinatura di ogni singolo elemento finito e del suo comportamento.

Il volume si conclude con 2 esempi reali, svolti nella mia attività da libero professionista, nonostante la mia giovane età, un edificio di nuova realizzazione in c.a. in seguito a demolizione e ricostruzione dopo l'evento sismico di maggio 2012 (Emilia Romagna), ed una semplice struttura in carpenteria metallica non strutturale dal punto di vista sismico, cioè la progettazione di una scala.

In ognuno di questi casi sopra elencati, si vuole trasmettere al lettore, una base che può essere anch'essa interpretabile, condividibile o non, di tecniche di modellazione FEM, passaggi dal *modello reale* al *modello fisico*, da quest'ultimo al modello *matematico-strutturale*, fino alla conclusione pratica degli stessi, con verifiche nel rispetto degli **EUROCODICI** e **NTC**.

Inoltre si vuole rappresentare nei due modelli reali, come approcciare alla presentazione di un progetto strutturale, sia in termini di richieste normative con rispettive verifiche, sia di richieste burocratiche.

Spero che tale volume sia di vostro aiuto e gradimento, con l'auspicio di riuscire a realizzare ulteriori volumi su tale ambiti e tali aspetti.

RINGRAZIAMENTI

Il ringraziamento principale va all'Ing. Corrado Faglioni che stimo tantissimo e che mi ha dato la possibilità e l'opportunità di lavorare presso la sua bellissima ed importante società, nonostante questo periodo di crisi. Si ringrazia quindi, tutta la società Enerplan S.r.l., tutti i miei colleghi e tutte le mie colleghe, per avermi concesso la disponibilità di poter usufruire degli strumenti e delle commesse lavorative presenti in questo volume. È sempre bello collaborare con voi, grazie per il vostro contributo.

Si ringraziano in particolar modo, due colleghi che stimo tantissimo:

- l'Ing. Fabio Torrebruno, per la sua competente preparazione nell'ambito strutturale e non, e per la sua smisurata pazienza nel sopportarmi e supportarmi in ogni lavoro strutturale;
- Il Geom. Andrea Rebecchi, ossia, come lo definisco io "l'uomo di cantiere", a lui che ha ogni soluzione nei cantieri e che mi aiuta nelle problematiche di esecuzioni delle opere strutturali.

Si ringrazia la mia famiglia, la mia ragazza che mi è sempre accanto in ogni momento, ed un ringraziamento particolare alla casa editoriale Grafill per la pazienza che ha avuto nel lungo periodo di stesura del presente volume, senza farmi mai pesare la tempistica.

Un grazie a tutti coloro che mi sono accanto, e a tutti coloro che acquisteranno e leggeranno con piacere il presente volume.

L'Autore
Ing. Michele Altilia

APPROCCIO NORMATIVO

1.1. Quadro normativo nel mondo

Questo capitolo che interessa il quadro normativo nel mondo, inteso come quadro normativo in ambito strutturale e quindi nell'Ingegneria Civile, non vuole essere una descrizione rigorosa e specifica di tutte le normative in materia, per ovvi motivi logicamente, ma vuole essere solo uno spunto per i colleghi ingegneri strutturisti.

Tale capitolo introduttivo infatti, vuole essere solo indicativo e rappresentativo delle molteplici normative esistenti nei maggiori paesi nel mondo, in quanto, se si dovesse, in qualche modo progettare una qualsiasi struttura sia essa in c.a., acciaio, legno, etc., in altri paesi al di fuori dell'Italia e quindi non potendo applicare le attuali NTC, possono dare spunto di ricerca per cercare di capire da parte dell'Ingegnere Strutturista che progetterà l'opera, i vari metodi e le varie richieste normative in base alla nazione nella quale si va ad operare.

Vi sono molte nazioni, come l'Italia, che hanno l'arbitrio di poter comunque progettare con gli Eurocodici.

Di seguito verranno elencate le normative suddivise per nazioni, in base a materiali ed elementi. Ciò che viene riportato è tratto da immagini presenti in varie software House e dalla **ReLuis** (*Rete dei Laboratori Universitari di Ingegneria Sismica*).

Strutture in Acciaio



USA

Normativa americana ANSI/AISC 360-05



Svizzera

Normativa svizzera SIA 263:2013



India

Normativa indiana IS 800:2007



Regno Unito

Normativa britannica BS 5950-1:2000



Cina

Normativa cinese GB 50017-2003



Canada

Normativa canadese CSA S16-09



Australia

Normativa australiana AS 4100-1998

 **Messico**

Normativa messicana NTC-RCDF (2004)

 **Russia**

Normativa russa SP 16.13330.2011

 **Sud Africa**

Normativa sudafricana SANS 10162-1:2011

 **Brasile**

Normativa brasiliana ABNT NBR 8800:2008

Strutture in c.a.

 **USA**

Normativa americana ACI 318-11

 **Svizzera**

Normativa svizzera SIA 262:2003

 **China**

Normativa cinese GB 50010-2010

Strutture in legno

 **Svizzera**

Normativa secondo SIA 265:2012

 **USA**

Normativa secondo ANSI/AWC NDS-2012

 **Canada**

Normativa secondo CSA 086-09

Combinazioni di carico

 ASCE 7:2006-1

 CAN/CSA S 16.1-94:1994

 NBCC: 2005

 ACI 318-08:2008

 IS 800:2007

 SIA 260:2003

 SIA 260 + SIA 265:2003

 BS 5950-1:2000

 GB 50009-2001:2002 (in preparazione)

Riassunto tabellare normative

| | |
|---|--|
| Materiali | <ul style="list-style-type: none"> – Acciaio: EN 10025-2-6; EN 10210-1; EN 10219-1; AISC ASTM; CAN/CSA G40; BS EN 1993-1-1 (UK); NF EN 10025-2-6 (per gli edifici); NF EN 10025-2-6 (per altre strutture) – Francia – Calcestruzzo: EN206; NFB18-406; STAS 10107/0-90; ACI318M-08*; CSA A23 – Legno: EN 14081-1 (Resinosi; Latifoglie; Lamellare); EN 14374/14279 (Fogli da impiallacciatura); NP005 |
| Sezioni | <ul style="list-style-type: none"> – Profili Europei – Profili OTUA – Database dei profili di Autodesk Advance Steel – Profili Nord Americani |
| Analisi sismica | <ul style="list-style-type: none"> – PS92 / PS92-2010 – Francia – P100/2006, P100-1/2013 – Romania – RPS2011 – Marocco – EC8 – Con Appendici Nazionali per Francia, Romania e Repubblica Ceca – RPA99 – 2003 (Algeria) – NTC2008 – Italia |
| Azioni climatiche (vento e neve) | <ul style="list-style-type: none"> – NV65-84/2009 – Francia – CR1-1-3/CR1-1-4 (2012) – Romania – EC1 – Con Appendici Nazionali per Francia, Gran Bretagna, Romania, Germania e Repubblica Ceca – NTC2008 – Italia |
| Combinazioni di carico | <ul style="list-style-type: none"> – BAEL 91 – Normativa francese per le combinazioni di carico (strutture in calcestruzzo) – CM66 – Normativa francese per le combinazioni di carico (strutture in acciaio) – CR0-2012 – Normative rumene per le combinazioni di carico – EC0 – Normative europee per le combinazioni di carico con appendici nazionali per Francia, Gran Bretagna, Romania, Germania e Repubblica Ceca – ASCE 2010 – NBCC 2010 – NTC2008 – Italia |
| Progettazione calcestruzzo | <ul style="list-style-type: none"> – BAEL91 – Francia – 10107/0-90 – Romania – EC2 – Con l'appendice nazionale per Francia, Gran Bretagna, Romania, Germania e Repubblica ceca – ACI318-08 – CAN/CSA A23.3-04 – NTC2008 |
| Progettazione acciaio | <ul style="list-style-type: none"> – CM66 Francia – EC3 – Con l'appendice nazionale per Francia, Gran Bretagna, Romania, Germania e Repubblica ceca – ANSI / AISC 360-05 (ASD & LRFD) – CAN/CSA S16-01 – NTC2008 |
| progettazione legno | <ul style="list-style-type: none"> – EC5 Con l'appendice nazionale per Francia, Gran Bretagna, Romania, Germania e Repubblica Ceca |

Si evidenziano, di seguito, le normative che vengono utilizzate in paesi stranieri e al di fuori dell'unione Europea.

Norme internazionali – FEMA (Fonte ReLuis)

| | | |
|---|---|---|
| Fema 273 – Seismic Rehabilitation Guidelines | Cover, Foreward, Preface, Index, 1.Introduction, 2.General Requirements, 3.Modeling and Analysis, 4FOUNDATIONS and Geotechnical Hazards, 5.Steel and Cast Iron, 6.Concrete, 7. Masonry, 8.Wood and Light Metal Framing, 9.Seismic Isolation and Energy Dissipation, 10.Simplified Rehabilitation, 11. Architectural, Mechanical and Electrical Components, appendix B, appendix C, Glossary, Symbols List, List of Figures, List of Tables, Table of Contents, Conversion Tables |  Federal Emergency Management Agency |
| Fema 274 – NEHRP Commentary on the guidelines for the seismic rehabilitation of buildings | Cover, Foreward, Preface, 2.General Requirements, 3.Modeling and Analysis (Systematic Rehabilitation), 4FOUNDATIONS and Geotechnical Hazards (Systematic Rehabilitation), 5.Steel and Cast Iron (Systematic Rehabilitation), 6.Concrete (Systematic Rehabilitation), 7.Masonry (Systematic Rehabilitation), 8.Wood and Light Metal Framing (Systematic Rehabilitation), 9.Seismic Isolation and Energy Dissipation (Systematic Rehabilitation), 10.Simplified Rehabilitation, 11. Architectural, Mechanical, and Electrical Components (Simplified and Systematic Rehabilitation), appendix B, appendix C, Glossary, List of Figures, List of Tables, Conversion Tables | |
| Fema 350 (+ errata corrige) | Recommended seismic design criteria for new steel moment-frame buildings | |
| Fema 351 | Recommended seismic evaluation and upgrade criteria for existing welded steel moment-frame buildings | |
| Fema 352 | Recommended postearthquake evaluation and repair criteria for welded steel moment-frame buildings | |
| Fema 353 (+ errata corrige) | Recommended specifications and quality assurance guidelines for steel moment-frame construction for seismic applications | |
| Fema 354 | A policy guide to steel moment-frame construction | |
| Fema 355 A | State-of-the-Art report on base materials and fracture | |
| Fema 355 B | State-of-the-Art report on welding and inspection | |
| Fema 355 C | State-of-the-Art report on systems performance of steel moment frames subject to earthquake ground shaking | |
| Fema 355 D | State-of-the-Art report on connection performance | |
| Fema 355 E | State-of-the-Art report on past performance of steel moment-frame buildings in earthquakes | |
| Fema 355 F | State-of-the-Art report on performance prediction and evaluation of steel moment-frame structures | |

Di seguito, invece, l'elenco delle Normative, Circolari Applicative, e linee guida presenti ed applicabili in Italia in materia di Ingegneria strutturale.

Normativa italiana vigente (Fonte ReLuis)

| | | |
|---|---|---|
| Norme Tecniche per le Costruzioni (2008) | D.M. 14/01/2008 |  Ministero delle Infrastrutture |
| | Nuove Norme Tecniche | |
| | Allegati e Tabelle | |
| | Circolare n. 617 del 2/02/2009: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14/01/2008, G.U. n. 47 del 26/2/2009 | |
| Strutture in cemento armato, normale e precompresso, e strutture metalliche | Circ. Min. LL. PP. – Presidenza del Cons. Sup. – n. 11951/1974 |  Ministero dei Lavori Pubblici |
| | L. n. 1086/1971 | |
| Costruzioni in zona sismica | L. n. 64/1974 | |

Linee guida (Fonte ReLuis)

| | | |
|--|--|--|
| Consolidamento statico con compositi fibrorinforzati | Progettazione, esecuzione e collaudo di interventi di rinforzo di strutture di c.a., c.a.p. e murarie mediante FRP |  |
| | CNR-DT 200/2004 |  |
| Patrimonio culturale | Linee guida BBCC-DPC |  |

Normativa italiana precedente (Fonte ReLuis)

| | | |
|-----------------------------|--|--|
| Costruzioni in zona sismica | Norme tecniche per le costruzioni (2005) – Parte 1 |  Ordinanze Presidenza del Consiglio dei Ministri |
| | Norme tecniche per le costruzioni (2005) – Parte 2 | |
| | Norme tecniche per le costruzioni (2005) – Parte 3 | |
| | Norme tecniche per le costruzioni (2005) – Parte 4 | |
| | OPCM 3431/2005 | |
| | Allegato 2 | |
| Carichi e sovraccarichi | Allegato 3 |  Ministero delle Infrastrutture |
| | Circ. M.L.L.P. n. 65/1997 | |
| | D.M.LL.PP. del 16/01/1996 | |

[segue]

| | | |
|---|---|---|
| Strutture in cemento armato, normale e precompresso, e strutture metalliche | Circ. M.LL.PP. n.252/96 |  Ministero delle Infrastrutture |
| | D.M.LL.PP. del 09/01/1996 | |
| | Circ. LL.PP. n. 37406/STC/1993 | |
| | D.M.LL.PP. del 14/02/1992 | |
| | Circ.M.LL.PP. n.20049/1980 | |
| | Circ. Min. LL.PP. n. 19777/1979 | |
| | Circ. M.LL.PP. n. 19581/1979 | |
| Edifici in muratura | Circ. LL.PP. n. 30787/1989 |  Ministero delle Infrastrutture |
| | D.M.LL.PP. del 20/11/1987 | |
| Costruzioni in zona sismica | Circ. M.LL.PP. n. 65/1997 | |
| | D.M. LL.PP. del 16/01/1996 | |
| | Circ. LL. PP. n. 895/1981 | |
| | D.M. 40 del 3/03/1975 | |
| Ponti stradali | Circ. LL.PP.-Pres.Cons.Sup. – n. 34233/1991 | |
| | D. Min. LL.PP. 4 maggio 1990 | |
| Strutture prefabbricate | Circ. LL.PP. n. 31104/1989 | |
| | D. Min. LL.PP. 03/12/1987 | |
| Indagini su terreni e fondazioni | Circ. LL.PP. n. 30483/1988 | |

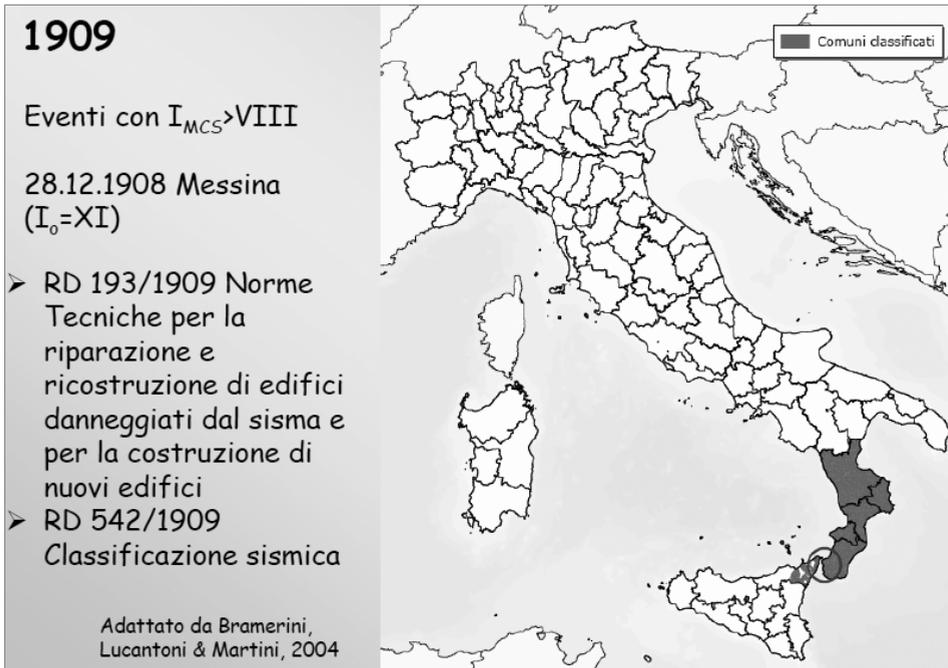
1.2. Excursus della normativa sismica in Italia

Questo capitolo comprende un excursus normativo inerente la sismica nel territorio italiano dal 1909 (terremoto Reggio Calabria – Prima classificazione sismica), fino ai giorni d’oggi. Naturalmente le informazioni contenute in tale capitolo si trovano in letteratura sotto le forme più distinte, e quindi è un collage di informazioni presenti appunto nella letteratura sismica.

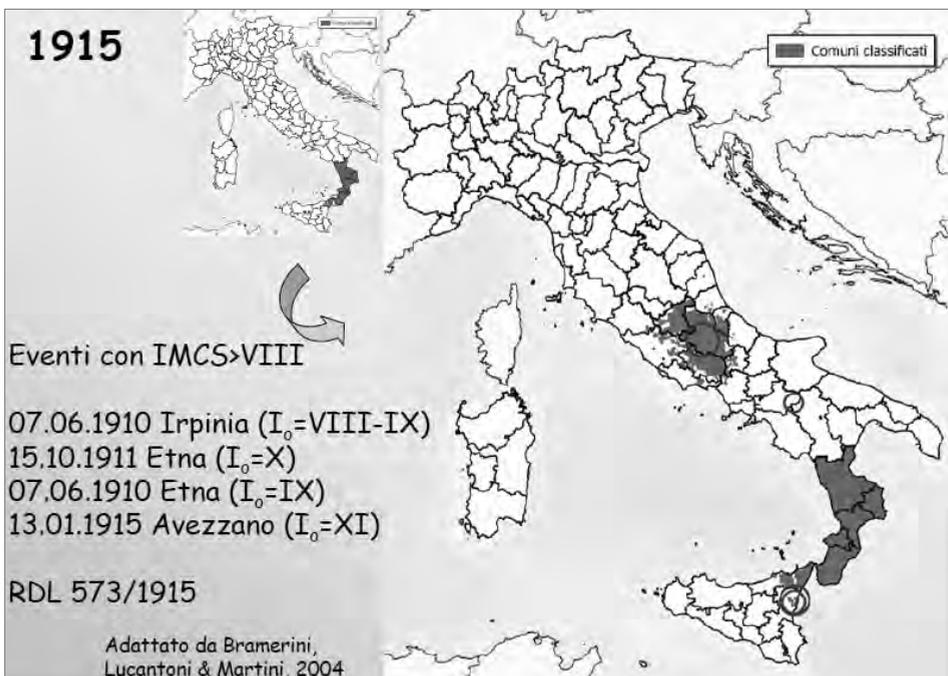
Normativa antisismica prima del 2003

Al fine di cogliere il carattere innovativo della nuova normativa sismica introdotta dall’Ordinanza n. 3274 del 2003 e dalle successive NTC è opportuno effettuare una breve panoramica sull’evoluzione temporale della normativa sismica. L’individuazione delle zone sismiche, in Italia, è avvenuta agli inizi del ‘900 attraverso lo strumento del regio decreto, emanato a seguito dei terremoti distruttivi di Reggio Calabria e Messina del 28 dicembre 1908.

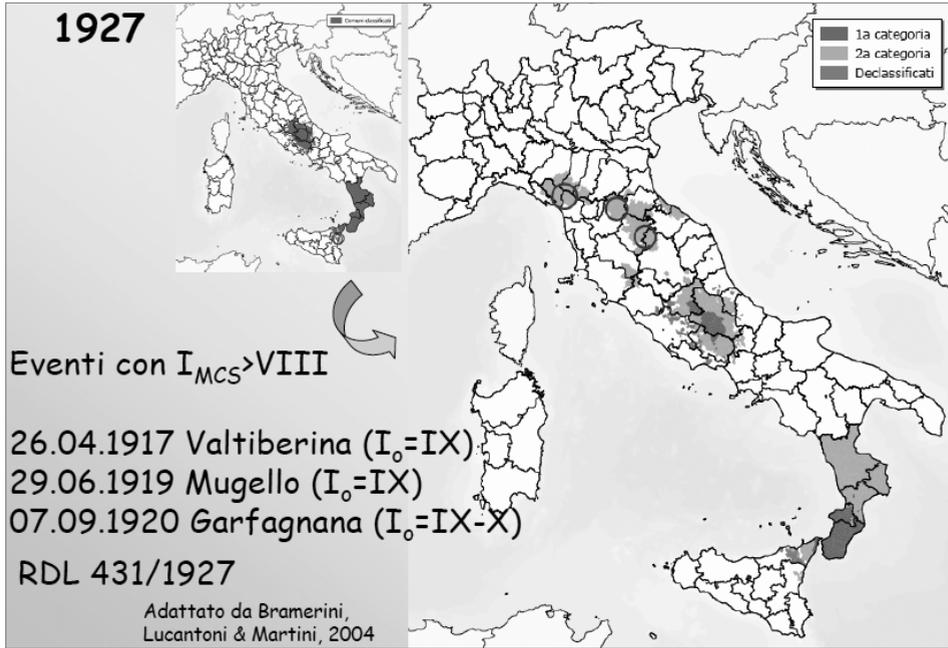
Dal 1927 le località colpite sono state distinte in due categorie, in relazione al loro grado di sismicità ed alla loro costituzione geologica. Pertanto, la mappa sismica in Italia non era altro che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908, mentre tutti i territori colpiti prima di tale data – la maggior parte delle zone sismiche d’Italia – non erano classificati come sismici e, conseguentemente, non vi era alcun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica. La lista originariamente consisteva, quindi, nei comuni della Sicilia e della Calabria gravemente danneggiati dal terremoto del 1908, che veniva modificata dopo ogni evento sismico aggiungendovi semplicemente i nuovi comuni danneggiati.



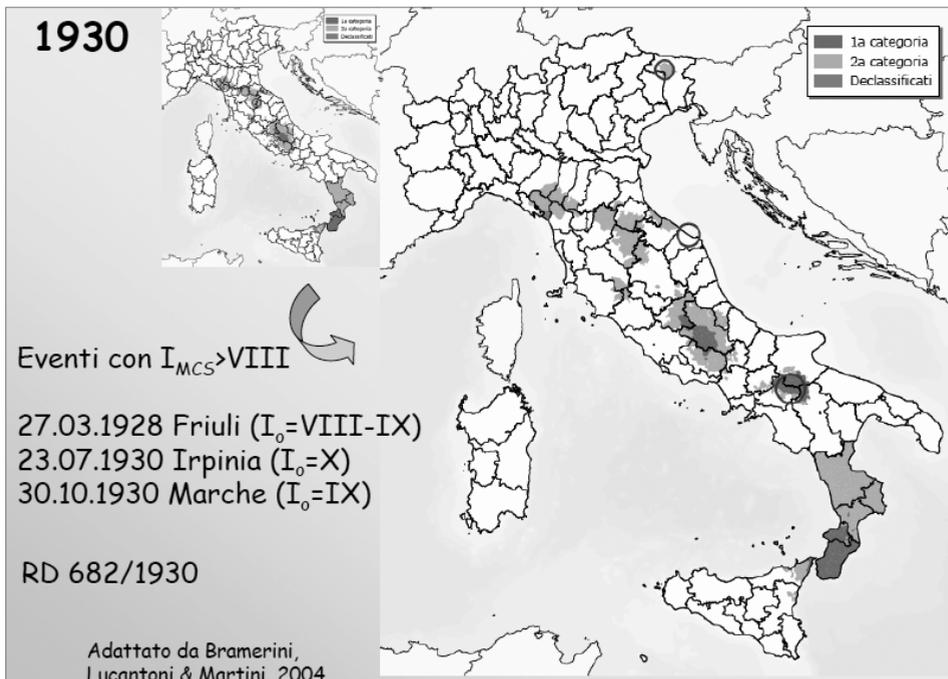
Classificazione sismica in Italia – Regione Calabria 1909



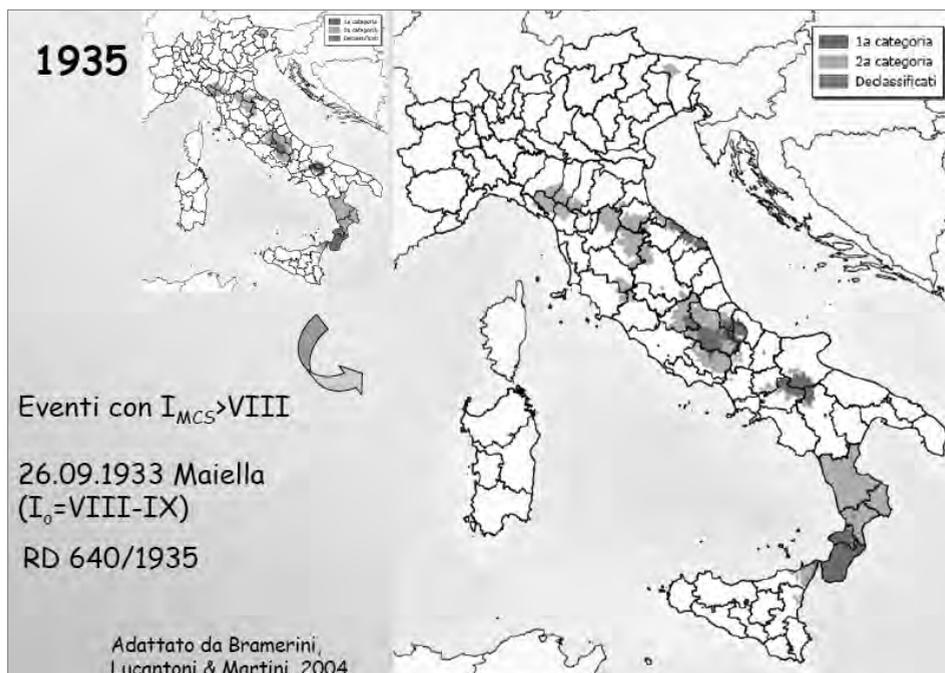
Classificazione sismica in Italia – Regione Abruzzo – Campania 1915



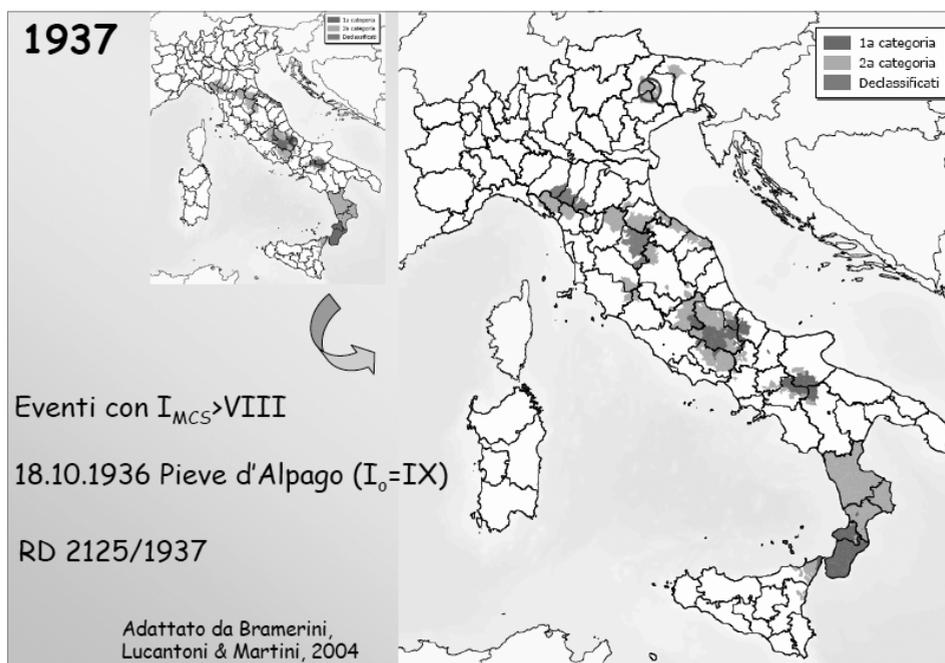
Classificazione sismica in Italia – Regione Lazio – Emilia Romagna 1927



Classificazione sismica in Italia – Regione Puglia – Marche 1930



Classificazione sismica in Italia – Regione Abruzzo – Romagna – Sicilia 1935

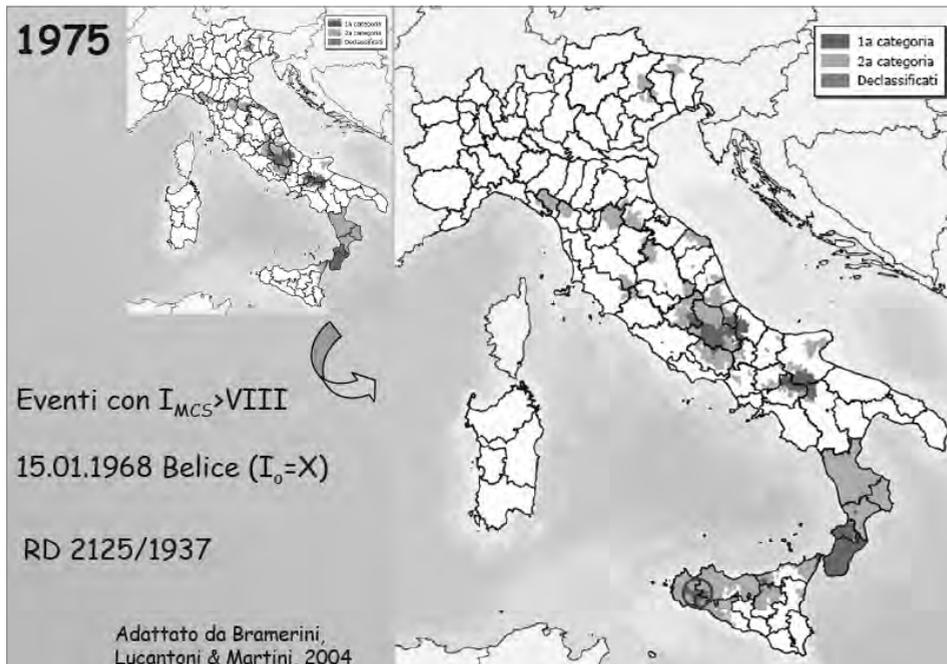


Classificazione sismica in Italia – Regione Veneto – Friuli 1937

La legislazione antisismica vigente è essenzialmente basata sull'apparato normativo costituito dalla **Legge 2 febbraio 1974, n. 64**, recante «*Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche*», che ha integralmente sostituito la legge 25 novembre 1962, n. 1684, nonché della **Legge 5 novembre del 1971, n. 1086**, recante «*Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica*».

Infatti, solamente nel 1974, attraverso la Legge n. 64, è stata approvata una **nuova normativa sismica nazionale** che ha stabilito il quadro di riferimento per le modalità di classificazione sismica del territorio nazionale, oltre che di redazione delle norme tecniche.

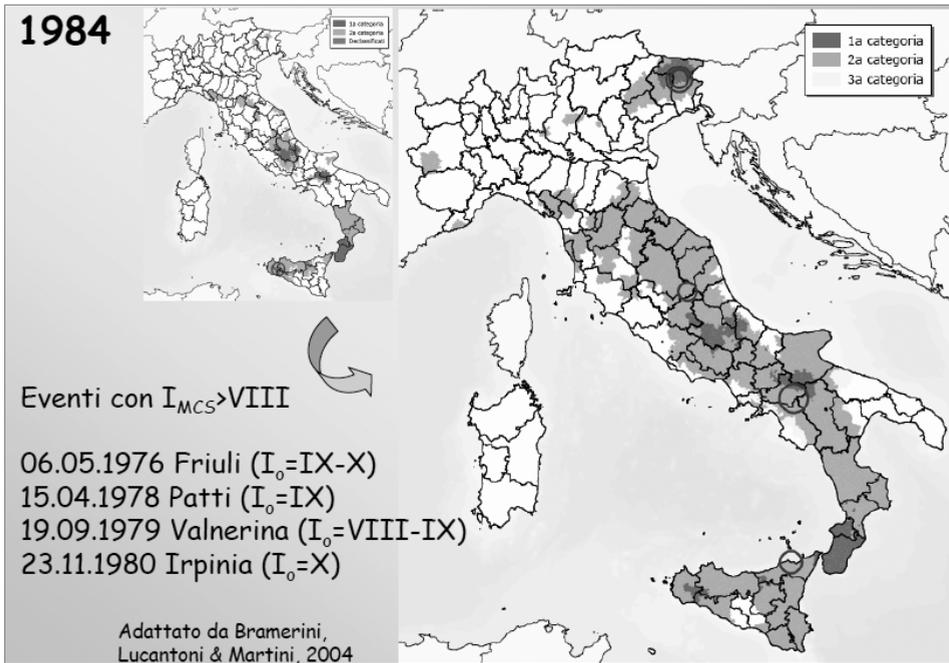
Tale legge ha delegato il Ministro dei lavori pubblici: aggiornamento della classificazione sismica attraverso appositi decreti ministeriali.



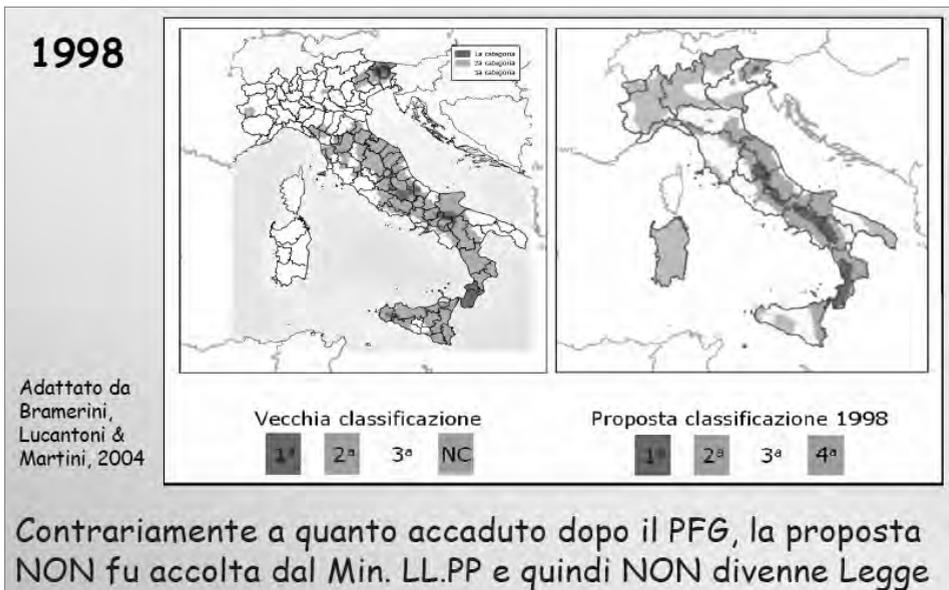
Classificazione sismica in Italia – Regione Sicilia Occidentale 1975

Si ricorda che il carattere distintivo di tale legge è stata la possibilità di aggiornare le norme sismiche ogniqualvolta fosse giustificato dall'evolversi delle conoscenze dei fenomeni sismici, mentre, per la classificazione sismica si è operato, come per il passato, attraverso l'inserimento di nuovi comuni colpiti dai nuovi terremoti.

Successivamente, gli studi di carattere sismologico effettuati all'indomani del terremoto del Friuli Venezia Giulia del 1976 e di quello in Irpinia del 1980, svolti all'interno del Progetto finalizzato «Geodinamica» del CNR, hanno portato ad un notevole aumento delle conoscenze sulla sismicità del territorio nazionale ed hanno consentito la formulazione di una proposta di classificazione sismica presentata dal CNR al Governo, che è stata tradotta in una serie di decreti del Ministero dei lavori pubblici approvati tra il 1980 ed il 1984, che hanno costituito, pertanto, la classificazione sismica italiana fino all'emanazione dell'Ordinanza n. 3274 del 20 marzo 2003.



Classificazione sismica in Italia – Regione Friuli – Sicilia – Puglia Garganica – Toscana 1984



Classificazione sismica in Italia – La quarta zona di classificazione 1998

Si ricorda che la proposta del CNR, per la prima volta in Italia, è stata basata su indagini di tipo probabilistico della sismicità italiana e che la classificazione sismica ha preso in considera-

zione tre categorie sismiche, di cui la terza (la meno pericolosa, introdotta con il D.M. 3 giugno 1981, n. 515), ha compreso solo alcuni comuni della Campania, Puglia e Basilicata, interessati dal terremoto in Irpinia e Basilicata del 1980, ma che non è stata estesa alle altre zone d'Italia con pari livello di pericolosità.

Relativamente, invece, alle norme tecniche, già con il **D.M. 3 marzo 1975**, sono state emanate le prime disposizioni successivamente integrate da una serie di successivi decreti, tra cui si ricordano il D.M. 12 febbraio 1982, a sua volta sostituito dal **D.M. 16 gennaio 1996**.

La competenza per l'**individuazione delle zone sismiche**, la formazione e l'**aggiornamento** degli elenchi delle medesime zone che, fino al 1998 era attribuita al Ministro dei lavori pubblici, è stata trasferita, con il D.Lgs. n. 112 del 1998 – art. 94, comma 2, lettera **alle Regioni**, mentre spetta allo **Stato** quella di definire i relativi **criteri generali** per l'individuazione delle zone sismiche e le **norme tecniche per le costruzioni**. Inoltre, in conseguenza del riordino normativo della materia edilizia, le disposizioni antisismiche previste dalla Legge n. 64 del 1974 sono confluite, con alcune modifiche, nel **D.P.R. 6 giugno 2001, n. 380** «*Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia*».

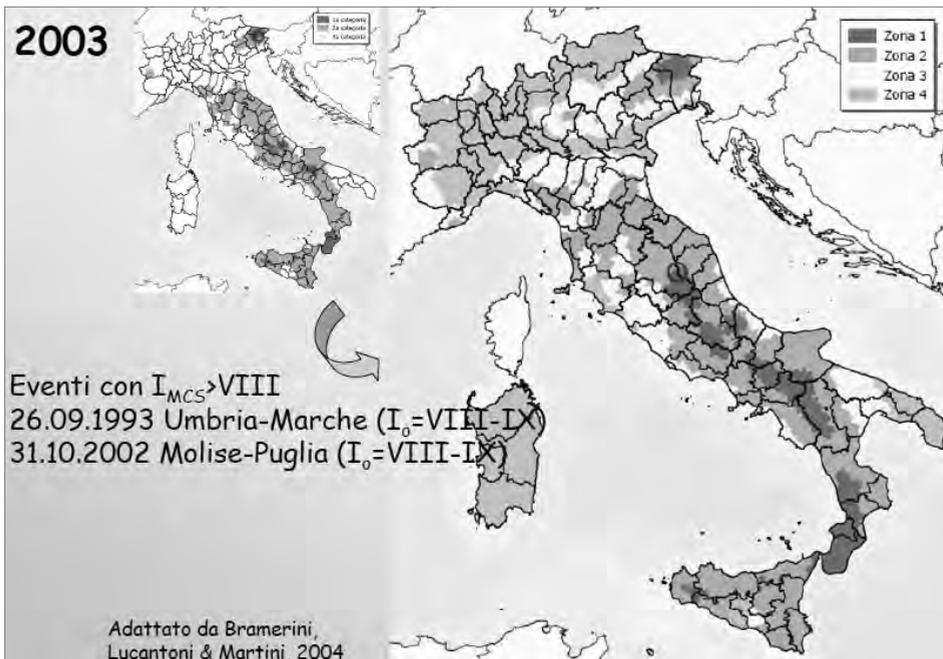
Il D.P.R. n. 380, come modificato ed integrato dal Decreto Legislativo 27 dicembre 2002, n. 301, ha stabilito che tutte le costruzioni di rilievo per la pubblica incolumità, se realizzate in zone sismiche, devono essere conformi, oltre che alle disposizioni tecniche applicabili ad ogni tipo di costruzione edificata su tutto il territorio nazionale, anche a specifiche norme tecniche, la cui emanazione è affidata al Ministro dei lavori pubblici, di concerto con il Ministro dell'interno e sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici, il CNR, nonché la Conferenza unificata (art. 83). Negli articoli successivi sono state poi dettati i criteri generali cui dovranno uniformarsi le norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

1.3. La nuova normativa sismica

Immediatamente dopo il terremoto del 31 ottobre 2002 che ha colpito i territori al confine fra il Molise e la Puglia, la Protezione civile ha adottato l'**Ordinanza del 20 marzo 2003, n. 3274**, al fine di fornire una risposta immediata alla necessità di aggiornamento della classificazione sismica e delle norme antisismiche.

Nelle premesse all'ordinanza, si specifica che essa rappresenta una **prima e transitoria disciplina** della materia, in attesa dell'emanazione delle specifiche norme tecniche previste, dapprima, dall'art. 83 del D.P.R. n. 380 del 2001, e, successivamente, anche dall'art. 5 del D.L. 28 maggio 2004, n. 136.

Alla luce dell'ordinanza n. 3274 e, a differenza di quanto previsto dalla normativa precedente, **tutto il territorio nazionale è stato classificato come sismico e suddiviso in 4 zone**, caratterizzate da pericolosità sismica decrescente; tali zone sono individuate da 4 classi di accelerazione massima del suolo con probabilità di accadimento del 10% in 50 anni. Le prime tre zone della nuova classificazione corrispondono, dal punto di vista degli adempimenti previsti dalla Legge n. 64 del 1974, alle zone di sismicità alta, media e bassa, mentre per la zona 4, di nuova introduzione, viene data facoltà alle regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica. In ogni zona è, infatti, prevista l'applicazione della progettazione sismica con livelli differenziati di severità, salvo, come anzidetto, nella zona 4. Il collegamento tra la classificazione e le norme tecniche risulta, pertanto, molto stretto.



Classificazione sismica in Italia – Regione Molise – Umbria 2003



Classificazione sismica in Italia – Tutta l'Italia sismica 2004

Oltre ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, con l'ordinanza sono state, infatti, approvate le seguenti norme tecniche (contenute negli allegati 2, 3 e 4 dell'ordinanza, di cui fanno parte integrante) che riguardano, per la prima volta, la quasi totalità di tipologie di costruzioni: edifici, ponti ed opere di fondazione e di sostegno dei terreni.

- opere i cui lavori siano già iniziati;
- opere pubbliche già appaltate o i cui progetti siano stati già approvati alla data della presente ordinanza;
- opere di completamento degli interventi di ricostruzione in corso.

Viene altresì previsto, in tutti i restanti casi, la possibilità di continuare ad **applicare le norme tecniche previgenti per non oltre 18 mesi**, termine più volte prorogato da una serie di successive ordinanze, di cui l'ultima – la n. 3467 del 2005 – ne ha differito l'applicabilità **al 23 ottobre 2005**, data di entrata in vigore della nuova disciplina antisismica introdotta dal D.M. 14 settembre 2005.

Va sottolineata, inoltre, la forte sintonia della normativa contenuta nell'ordinanza con il sistema di normative già definito a livello europeo, **Eurocodice 8 (EC8)**. Si ricorda che la differenza sostanziale tra le norme di nuova generazione, quali l'EC8, e quelle tradizionali (ormai non più in vigore in nessun Paese, in particolare europeo) consiste nell'abbandono del *carattere convenzionale e puramente prescrittivo* a favore di una *impostazione prestazionale*, nella quale gli obiettivi della progettazione che la norma si prefigge vengono dichiarati, ed i metodi utilizzati allo scopo (procedure di analisi strutturale e di dimensionamento degli elementi) vengono singolarmente giustificati.

Con l'Ordinanza n. 3274 lo **Stato** ha provveduto a fissare i **criteri generali** per l'individuazione delle zone sismiche, dando mandato alle **regioni**, in armonia con il dettato dell'art. 112 del D.Lgs. n. 112 del 1998, per l'**individuazione delle zone sismiche**.

Alle regioni, compete, quindi, la predisposizione dell'elenco dei comuni classificati rispettivamente in zona 1, 2, 3 e 4. Per procedere a tale identificazione le regioni potranno elaborare in proprio una mappa di pericolosità sismica regionale, oppure utilizzare quella fornita dallo Stato per tutto il territorio nazionale e allegata ai criteri per l'individuazione delle zone sismiche nella veste dell'elenco di tutti i comuni italiani con la loro classificazione sismica

Successivamente il Parlamento, al fine di risolvere le questioni attinenti al riparto di competenze tra il Dipartimento della protezione civile e il Ministero delle infrastrutture e dei trasporti in materia di normativa antisismica, sorte a seguito dell'emanazione dell'Ordinanza n. 3274, ha previsto, nell'**art. 5 del D.L. 28 maggio 2004, n. 136**, l'emanazione – da parte del Consiglio superiore dei lavori pubblici, di concerto con il Dipartimento della protezione civile, di **norme tecniche, anche per la verifica sismica ed idraulica relative alle costruzioni**, nonché la redazione di norme tecniche per la progettazione, la costruzione e l'adeguamento, anche sismico ed idraulico, delle dighe di ritenuta, dei ponti e delle opere di fondazioni. Nel medesimo comma è stato precisato che la redazione di tali norme avvenga secondo un programma di **priorità per gli edifici scolastici e sanitari**.

Si ricorda che l'art. 52 del richiamato T.U. stabilisce che le norme tecniche riguardanti i vari elementi costruttivi delle strutture sia pubbliche che private siano fissate con **decreti del Ministero per le infrastrutture e i trasporti**, sentito il Consiglio superiore dei lavori pubblici che si avvale anche della collaborazione del Consiglio nazionale delle ricerche. Qualora le norme

tecniche riguardino costruzioni in zone sismiche esse devono essere adottate di concerto con il Ministro per l'interno.

Tali norme definiscono i criteri generali tecnico-costruttivi per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento, i carichi e sovraccarichi e loro combinazioni nonché i criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni, le indagini sulla natura dei terreni e delle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione, i criteri generali e le precisazioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di opere speciali, quali ponti, dighe, serbatoi, tubazioni, torri, costruzioni prefabbricate in genere, acquedotti, fognature e, infine, la protezione delle costruzioni dagli incendi.

Pertanto, in attuazione dell'art. 5 del D.L. n. 136 del 2004, è stato emanato il **D.M. 14 settembre 2005** con il quale sono state approvate le **Norme tecniche per le costruzioni**, allo scopo di riunire in un unico testo la disciplina tecnica relativa alla progettazione ed all'esecuzione delle costruzioni e di realizzarne nel contempo l'omogeneizzazione e la razionalizzazione.

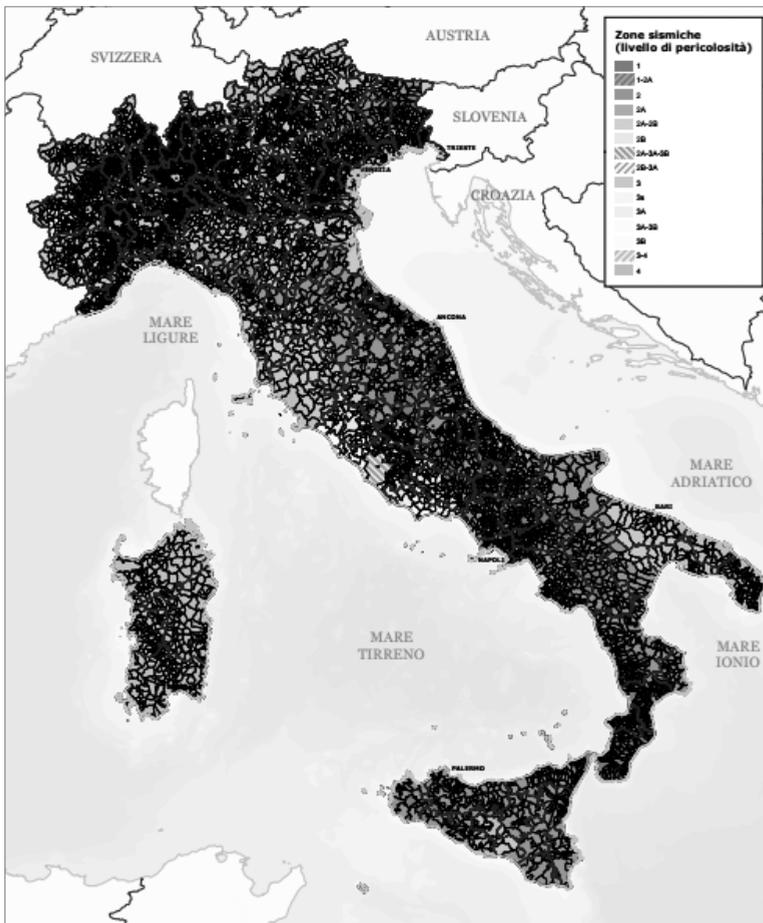
Il testo, composto da un'introduzione e dodici capitoli, rappresenta una **messa a punto completa della complessa normativa in materia di costruzioni**, relativa alla progettazione strutturale degli edifici ed alle principali opere di ingegneria civile, accanto alle caratteristiche dei materiali e dei prodotti utilizzati, e consiste, inoltre, in un ampio aggiornamento del quadro legislativo nazionale in campo strutturale, basato sulle Leggi fondamentali n. 1086 del 1971 e n. 64 del 1974.

Il decreto è **entrato in vigore il 23 ottobre 2005**, successivamente, con l'**art. 14 del D.L. 30 giugno 2005, n. 115**, è stato **previsto un periodo transitorio di diciotto mesi** – fino al **23 aprile 2007** – dall'entrata in vigore, al dichiarato scopo di consentire l'avvio di una fase sperimentale nell'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni, durante il quale **sarà possibile applicare**, in alternativa alle stesse, **la normativa precedente** di cui alla legge n. 1086 del 1971 ed alla Legge n. 64 del 1974 e fatto salvo, comunque, quanto previsto dall'applicazione del DPR 21 aprile 1993, n. 246, recante «*Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione*».

Pertanto, in merito all'**applicabilità dell'ordinanza n. 3274 durante tale regime transitorio**, si ricorda che essa è stata tuttavia **vigente**, in quanto le proroghe hanno riguardato unicamente la sua obbligatorietà, ma non la vigenza, e fino alla sua entrata in vigore il progettista avrebbe quindi potuto scegliere di adeguarvisi o meno. Durante tale periodo transitorio, pertanto, **l'applicazione della disciplina in essa contenuta ha costituito una mera facoltà** che si affianca a quella di applicazione della normativa del D.M. 14 settembre 2005 ed alla normativa di cui alle Leggi n. 1086 del 1971 e n. 64 del 1974.

Da ultimo occorre accennare che l'entrata in vigore, il 23 ottobre 2005, del D.M. 14 settembre 2005, ha determinato la piena operatività della nuova classificazione sismica, comportando la necessità dell'applicazione dell'**art. 104 del T.U. in materia edilizia, n. 380 del 2001**, relativo alle «*Costruzioni in corso in zone sismiche di nuova classificazione*». In base a tale articolo, coloro che in una zona sismica di nuova classificazione avevano iniziato una costruzione prima dell'entrata in vigore del provvedimento di classificazione, erano tenuti a farne denuncia, entro quindici giorni dall'entrata in vigore del provvedimento stesso, al competente ufficio tecnico della regione.

Dal 1 luglio 2009, con un anno di anticipo rispetto a quanto in previsione anche a causa del terremoto che ha colpito l'Abruzzo nell'Aprile 2009, entra in vigore il **decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 14.01.2008, anche conosciuto come NTC2008 (Norme Tecniche delle Costruzioni del 2008)**; tali norme d'altronde erano completamente operative in quanto a Febbraio 2009 è stata pubblicata sulla *Gazzetta Ufficiale* la **Circolare del Ministero delle Infrastrutture n. 617 del 2 febbraio 2009** recante le istruzioni per l'applicazione delle nuove norme. Tali norme, tuttora in vigore, hanno colmato le lacune presenti nel Testo Unico del 2005 e si sono allineate con gli **Eurocodici**. I dodici capitoli che le compongono, confermando la natura prestazionale delle norme già parzialmente anticipata nel T.U. del 2005, hanno comportato una sensibile variazione della filosofia delle verifiche ed hanno introdotto **il concetto di pericolosità sismica locale**: è stata abbandonata la concezione del territorio italiano diviso in zone sismiche ed è stata formulata una completa zonizzazione mediante adozione di un reticolo i cui vertici sono dotati di caratteristiche puntuali di pericolosità sismica.



Mappa della sismicità con livello di pericolosità in Italia (2014)

Fonte: Protezione Civile

1.4. Cronistoria degli Eurocodici

Ne lontano 1975 la Commissione delle Comunità Europee decise di attuare un programma di azioni nel settore delle costruzioni. L'obiettivo del programma era l'eliminazione degli ostacoli tecnici al commercio e l'armonizzazione delle specifiche tecniche.

Nell'ambito di tale programma, la Commissione prese l'iniziativa di stabilire un insieme di regole tecniche rigorose per la progettazione e l'esecuzione delle opere di costruzione che, in una preventiva fase, sarebbe servito come alternativa rispetto ai regolamenti nazionali in vigore negli altri stati Membri.

Per un po' di anni, La Commissione, con l'aiuto di un Comitato Direttivo composto dai rappresentanti dei suddetti stati membri, ha provveduto allo sviluppo del programma degli Eurocodici, che ha portato alla stesura della prima generazione di codici Europei negli anni '80.

Nel 1989 la Commissione e gli Stati Membri della UE e della EFTA decisero, in base ad un precedente accordo tra Commissione e CEN, di trasferire il compito della preparazione e delle pubblicazione degli Eurocodici al CEN, con l'obiettivo di attribuire ad essi nel futuro lo status di Norme Europee (EN). Questa decisione lega di fatto gli Eurocodici alle prescrizioni di tutte le direttive del Consiglio e/o le Decisioni della Commissione relative alle Norme Europee.

Il programma degli Eurocodici Strutturali comprende le seguenti norme, generalmente composte da un certo numero e di parti:

- EN 1990 – Eurocodice 0: *Basic of Structural Design*;
- EN 1991 – Eurocodice 1: *Actions on Structures*;
- EN 1992 – Eurocodice 2: *Design of concrete Structures*;
- EN 1993 – Eurocodice 3: *Design of steel Structures*;
- EN 1994 – Eurocodice 4: *Design of composite steel and concrete Structures*;
- EN 1995 – Eurocodice 5: *Design of timber Structures*;
- EN 1996 – Eurocodice 6: *Design of masonry Structures*;
- EN 1997 – Eurocodice 7: *Geotechnical design*;
- EN 1998 – Eurocodice 8: *Design of structures for Earthquake resistance*;
- EN 1999 – Eurocodice 9: *Design of aluminium Structures*.

Gli Eurocodici riconoscono la responsabilità delle autorità regolamentari in ogni stato membro ed hanno salvaguardato il loro diritto a determinare a livello nazionale valori correlati ad aspetti di sicurezza regolamentari, potendo essi variare da stato a stato

1.5. Status e campo di applicazione degli Eurocodici

La nascita e le specifiche degli Eurocodici, secondo gli Stati Membri della UE e della EFTA, viene giustificata secondo tali scopi e riferimenti:

- come mezzo per verificare la rispondenza degli edifici e delle opere di Ingegneria Civile ai requisiti essenziali della Direttiva del Consiglio 89/106/ECC, in particolare il requisito Essenziale numero 1 ossia la resistenza e la stabilità delle strutture ed inoltre il requisito Essenziale numero 2 ossia la Sicurezza in caso di Incendio delle strutture;
- come una base di redazione dei contratti relativi ai lavori di costruzione ed ai servizi di Ingegneria correlati;
- come un quadro normativo di riferimento per definire le specifiche tecniche armonizzate per i prodotti da costruzione (EN e ETA).

Gli aspetti tecnici che scaturiscono dagli Eurocodici, devono essere presi in adeguata considerazione dai Comitati Tecnici CEN e/o dai gruppi di lavoro EOTA che lavorano sulle norme di prodotto, nell'intento di ottenere una piena compatibilità di queste specifiche tecniche con gli Eurocodici.

Gli Eurocodici forniscono regole comuni nel mondo della progettazione strutturale e la verifica, di uso corrente, nella progettazione delle strutture, nel loro complesso, e di componenti di parti strutturali e non, di tipologia tradizionali ma anche di elementi di innovazione nell'ambito strutturale.

1.6. Norme nazionali che implementano gli Eurocodici

Le Norme Nazionali che implementano gli Eurocodici contengono il testo completo dell'Eurocodice (ivi comprensivo di tutte le appendici), così come pubblicato dal CEN, il quale può essere preceduto da una copertina Nazionale e da una premessa Nazionale, e può essere seguito da un'appendice Nazionale (di informativa).

L'appendice Nazionale può contenere solo informazioni su questi parametri, noti come parametri Determinati a livello Nazionale, che in ogni Eurocodice sono lasciati aperti ad una scelta a livello nazionale, da impiegarsi nella progettazione degli edifici e delle opere di Ingegneria Civile da realizzarsi nella singola nazione ossia:

- valori e/o classi per i quali nell'Eurocodice sono fornite alternative;
- valori da impiegare, per i quali nell'Eurocodice è fornito solo un simbolo;
- dati specifici della singola nazione (geografici, orografici, morfologici climatici, etc.) come per esempio calzante la Mappa delle azioni sulle costruzioni della neve (*Snow structures*) e del vento (*Wind Load Structures*);
- la procedura da impiegare quando nell'Eurocodice ne sono proposte diverse in alternativa.

Inoltre essa può contenere decisioni riguardanti l'applicazione delle appendice informative e riferimenti ad informazioni complementari non contraddittorie che aiutino l'utente ad applicare l'Eurocodice.

1.7. Collegamento tra gli Eurocodici e le specifiche tecniche armonizzate (EN e ETA) relative ai prodotti

Sussiste la necessità di coerenza tra le specifiche tecniche armonizzate per i prodotti da costruzione e le regole tecniche per le opere del CPD. Inoltre tutte le informazioni che accompagnano la marcatura CE dei prodotti da costruzione che fanno riferimento agli Eurocodici devono menzionare chiaramente ed in modo rigoroso quali parametri determinanti a livello nazionale sono stati presi in considerazione e quali sono da prendere in conto.

Ad esempio come applicativi e materiali nel mondo delle costruzioni che hanno codici e normative armonizzate, e quindi non facenti parte delle marcature CE, si vogliono ricordare gli elementi in materiale composito come le fibre in Carbonio, Vetro, Aramide e Basalto, o anche i singoli componenti che costituiscono tali tessuti e le loro applicazioni.

Per quanto riguarda invece le normative nazionali come le ETA o TCE, si ricordano gli ancoraggi chimici in ambiente sismico come ad esempio i prodotti HILTI e le loro applicazioni.