

Corsi di aggiornamento

Progettazione strutturale e  
Norme Tecniche per le Costruzioni

Villa Redenta, Spoleto  
novembre 2012 - giugno 2013

Organizzati da Aurelio Gheresi e APICE s.r.l.

Con il patrocinio di:  
Ordine degli ingegneri delle province di  
Parma, Perugia, Rimini, Roma, Terni

Corso di aggiornamento  
Progettazione strutturale e  
Norme Tecniche per le Costruzioni

**Progetto di edifici antisismici in c.a.**

1 - Progettazione strutturale e novità della norma sismica

Spoletto  
17-19 gennaio 2013  
Aurelio Gheresi

# Obiettivi del corso di aggiornamento

- Mostrare con esempi concreti in che modo si procede nella progettazione strutturale
- Capire che cosa cambia veramente con le attuali norme (rispetto a quelle degli anni '90) e cosa invece è solo un aggiustamento formale
- **Esaminare le possibili evoluzioni future (NTC 2013)**
- Riagganciare il "nuovo" modo di procedere con quanto si faceva in passato, mostrando che non ci sono poi tante differenze
- Rassicurare i progettisti strutturali: chi sapeva operare prima è in grado di farlo anche ora

# Perché parlare di progettazione?

- Oggi il calcolo delle strutture è fatto mediante appositi programmi
- Chiunque (apparentemente) è in grado di fornire i dati al programma e quindi di "fare il calcolo"
- Ma "fare il calcolo" è diverso da "progettare"
- Per progettare bene occorre comprendere a fondo il comportamento sismico delle strutture e concepire una struttura in grado di comportarsi nel migliore dei modi
- Oggi più che nel passato una buona progettazione può portare anche a vantaggi economici

# Progettazione e normativa

- Le norme attuali forniscono indicazioni dettagliate da seguire nella progettazione

Ma questo basta?

- I troppi dettagli della normativa rischiano di far perdere il senso globale della progettazione
- La normativa non può essere applicata alla lettera ma deve essere interpretata
- Per svolgere una buona progettazione occorre conoscenza dei problemi ed esperienza

# Progettazione e validazione del progetto

- La normativa espressamente richiede la "validazione del progetto"

"Le norme di cui al cap. 10, disciplinando la redazione dei progetti esecutivi delle strutture, contengono anche criteri guida per il loro esame ed approvazione da parte degli uffici preposti nonché per la loro verifica e validazione"

Circolare 2/2/2009, punto C10

# Validazione del progetto strutturale

- Cosa significa?

Fare la "validazione" di un progetto strutturale vuol dire esprimere un giudizio col quale si afferma la validità (cioè la correttezza) del progetto

Richiede quindi che venga espresso un **giudizio motivato** di accettazione del progetto

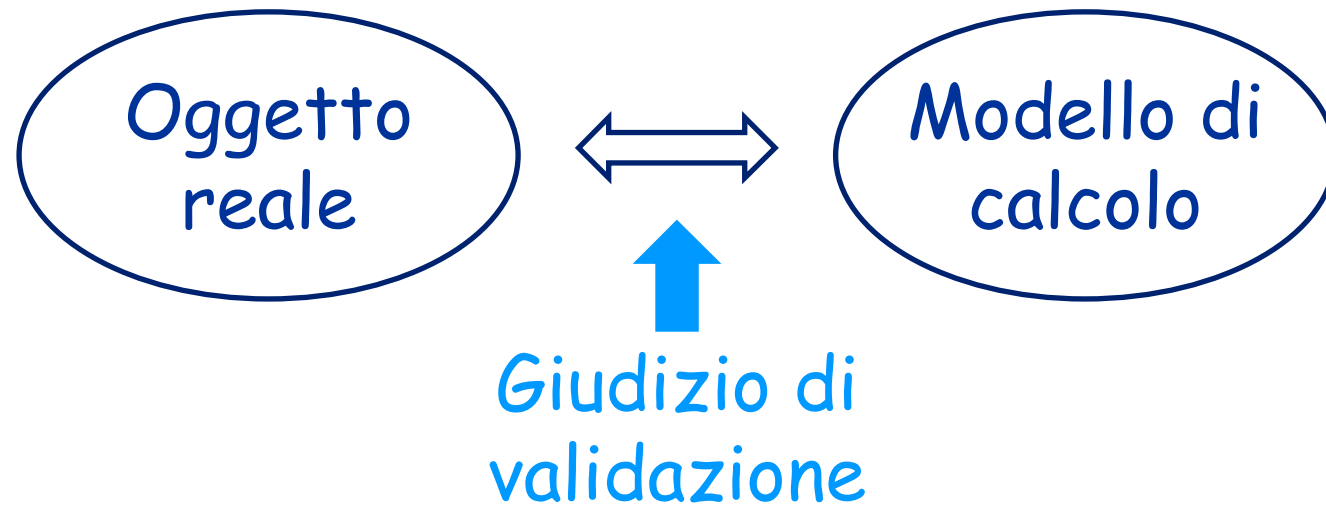
Spetta al progettista il compito di sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli che ne comprovino l'attendibilità. Tale valutazione consisterà nel confronto con i risultati di semplici calcoli, anche di larga massima, eseguiti con metodi tradizionali riferimento a schemi o soluzioni noti e adottati, ad esempio, in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, valuterà la consistenza delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.  
NTC13, punto 10.2.1

# Validazione del progetto strutturale

- Perché è necessaria?
  - Oggi il calcolo delle strutture è fatto mediante appositi programmi
  - Chiunque (apparentemente) è in grado di fornire i dati al programma e quindi di "fare il calcolo"
  - In realtà l'oggetto reale (ad esempio l'edificio) ed il modello di calcolo (la schematizzazione di struttura e carichi, i dati forniti) sono due cose ben diverse
  - Non c'è alcuna garanzia che il modello di calcolo sia veramente correlato all'oggetto reale



# Validazione del progetto strutturale



Validazione:

- Il modello rappresenta bene l'oggetto reale
- I risultati ottenuti sono plausibili

Ma anche:

- I risultati ottenuti mostrano un buon comportamento dell'oggetto reale

# Obiettivi fondamentali

## della validazione e della relativa relazione

- Comprendere il comportamento della struttura
  - controllare che sia corrispondente a quello che si aspetta
  - cercare di migliorarlo per quanto possibile
- Spiegare qual è il comportamento della struttura
  - preparare una relazione semplice e sintetica che spieghi in che modo è arrivato a questa convinzione
- Consentire controlli specifici di dettaglio
  - organizzare il materiale che si fornisce in modo che possa essere effettivamente usato

# Come si esprime il giudizio?

- Il controllo non è un fatto formale
- Esprimere un giudizio richiede il raggiungimento di una convinzione profonda
- Non ha assolutamente senso:
  - che un programma giudichi se stesso (preparando automaticamente una relazione)
  - usare un altro programma per esprimere automaticamente un giudizio di validazione di un progetto

I programmi possono essere utili per mettere in evidenza problemi ("programmi esperti") ma le loro indicazioni possono essere solo strumenti per raggiungere una convinzione

# Norme di riferimento

## indicazioni generali

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)  
D.M. 14/1/08  
Circolare 2/2/09  
Bozza NTC 2013
  - Capitolo 1: Oggetto
  - Capitolo 2: Sicurezza e prestazioni attese
  - Capitolo 3: Azioni sulle costruzioni
- EN 1990: Criteri generali di progettazione strutturale
- EN 1991 (Eurocodice 1): Azioni sulle strutture

# Norme di riferimento cemento armato

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)  
D.M. 14/1/08  
Circolare 2/2/09  
Bozza NTC 2013
  - Capitolo 4, par. 1: Costruzioni di calcestruzzo
  - Capitolo 11: Materiali e prodotti per uso strutturale
- EN 1992 (Eurocodice 2), parte 1-1: Progettazione delle strutture di calcestruzzo. Regole generali e regole per gli edifici

# Norme di riferimento sismica

- Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (NTC08)  
D.M. 14/1/08  
Circolare 2/2/09  
Bozza NTC 2013
  - Capitolo 3, par. 2: Azione sismica
  - Capitolo 7: Progettazione per azioni sismiche
  - Capitolo 10: Redazione dei progetti strutturali esecutivi e delle relazioni di calcolo
- O.P.C.M. 3431, Allegato 2: Edifici
- EN 1998 (Eurocodice 8), parte 1: Regole generali, azione sismica e regole per edifici

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (1)

Ieri: Norme molto carenti,  
non sufficientemente sicure

Oggi: Norme molto più dettagliate  
e precise

Luogo comune

Ieri: Alle norme si affiancavano  
principi di buona progettazione  
che le rendevano più efficaci

Realtà

Oggi: La complessità delle norme può  
portare a errori che annullano  
la loro maggior precisione

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (2)

Ieri: DM 9/1/96 e DM 16/1/96,  
poche decine di pagine

Oggi: centinaia, anzi migliaia di  
pagine

Si, ma ...

### Principi

- obiettivi da raggiungere,  
obbligatori

... occorre  
distinguere

### Regole applicative

- come farlo, consigli  
autorevoli ma non obbligatori



# Principi e regole applicative

Un cambio radicale di mentalità

Ieri: normativa cogente, prescritzionale

- tutte regole da applicare

Oggi: impostazione prestazionale

- è obbligatorio raggiungere gli obiettivi, cioè seguire i principi
- per farlo, si possono seguire regole applicative diverse da quelle indicate nella normativa (ma nella relazione bisogna spiegarlo)

# Principi e regole applicative

## Come distinguerli?

1. Fare riferimento agli Eurocodici  
(lì la distinzione è chiara)
2. Confrontare le diverse versioni delle norme,  
dal 2003 a oggi  
(quello che di volta in volta è cambiato è  
sicuramente una regola applicativa)
3. Fare riferimento a indicazioni autorevoli  
(libri, articoli scientifici)
4. Affidarsi al proprio buon senso

# Principi e regole applicative

La normativa è perfetta?

- Nel testo della normativa ci sono alcuni errori facilmente individuabili (ad esempio riferimenti incrociati chiaramente sbagliati)
- Nel testo della normativa ci sono punti ambigui che potrebbero portare ad interpretazioni sbagliate
- Nel testo della normativa ci sono regole applicative discutibili (e mancano richiami bibliografici per chiarirle)

Ma tutto questo riguarda le regole applicative,  
non i principi generali

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (3)

Ieri: metodo delle tensioni  
ammissibili (TA)

Oggi: metodo degli stati limite  
(SLU)

Apparenza

La verifica SLU è più facile  
di quella TA e fornisce  
risultati non molto diversi

Sostanza

La vera differenza è nel  
diverso peso relativo di  
carichi verticali ed azione  
sismica

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (4)

Ieri: poche condizioni di carico  
 $q \pm F$

Oggi: numero enorme di condizioni di carico

Apparenza

Per una struttura ben concepita l'incremento di sollecitazioni è modesto

Sostanza

L'esame dei risultati dei singoli schemi base fornisce indicazioni utili

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (5)

Ieri: indicazioni quasi nulle sui dettagli costruttivi

Oggi: indicazioni molto gravose

Si, ma ...

### Elementi principali

- essenziali per il sisma
- per questi occorrono accorgimenti particolari

... occorre distinguere

### Elementi secondari

- irrilevanti per il sisma
- non occorrono accorgimenti

# Elementi principali e secondari

Pensiamo a ciò che serve veramente

- Individuare quali elementi sono principali, cioè servono realmente a portare l'azione sismica

Come dimostrare che alcuni elementi sono secondari?

- se necessario, ripetere il calcolo senza questi elementi; confrontare i risultati  
(gli elementi sono secondari se sostanzialmente non cambia niente)
- Applicare con rigore i criteri antisismici (gerarchia delle resistenze, minimi di armature, ecc.) solo agli elementi principali
  - per quelli secondari, applicarli in maniera blanda

# Normativa e progettazione

## Spunti di riflessione (6)

Ieri: calcolo abbastanza semplice,  
alla portata di tutti

Oggi: calcolo troppo complesso,  
impossibile senza un  
programma di calcolo

Slogan dei  
produttori di  
software

Il programma di calcolo è  
essenziale oggi come ieri

In realtà

Il capitolo 10 della norma  
richiede espressamente  
"semplici calcoli, anche di larga  
massima ... adottati, ad esempio, in  
fase di primo proporzionamento"