



# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DELL'AQUILA FACOLTÀ DI INGEGNERIA

A.A. 2009/2010

## **Analisi viscoelastica e sperimentazione delle strutt. in c.a. e c.a.p. ( I2C ) - Giammatteo Matteo Maurizio -**

(Aggiornato il 28/11/2009)

### **Contenuti del corso (abstract del programma):**

Viscosità e ritiro del calcestruzzo. Rilassamento dell'acciaio. Tensioni e deformazioni nelle sezioni non fessurate. Calcolo degli spostamenti di elementi non fessurati. Analisi delle variazioni nel tempo delle azioni interne in strutture non fessurate. Tensioni e deformazioni nelle sezioni fessurate. Calcolo degli spostamenti di elementi fessurati. Il controllo della fessurazione. Prescrizioni della normativa italiana e dell'Eurocodice 2 per la stima del modulo elastico e dei coefficienti di viscosità, di ritiro e di invecchiamento del calcestruzzo. Resistenza dei materiali: accertamento delle proprietà meccaniche e controlli di accettazione dei calcestruzzi e degli acciai. Controlli non distruttivi: scopi, campi di applicazione; metodologie; determinazione della resistenza del calcestruzzo con metodi non distruttivi; il metodo combinato SONREB; ricognizione della posizione e dello stato di corrosione delle armature. Tecniche di accertamento della qualità del c.a.. Manutenzione e restauro del calcestruzzo. Collaudo statico delle costruzioni.

### **Programma esteso:**

Programma del corso: Analisi viscoelastica Viscosità e ritiro del calcestruzzo, rilassamento dell'acciaio. ? Viscosità del calcestruzzo ? Ritiro del calcestruzzo ? Rilassamento dell'acciaio da precompressione ? Rilassamento ridotto ? Sovrapposizione degli effetti viscosi ? Il coefficiente di invecchiamento ? : definizione ? Rilassamento del calcestruzzo ? Calcolo al passo della funzione di rilassamento del calcestruzzo ? Correzione del modulo elastico con l'invecchiamento ? Funzioni del tempo per il modulo elastico; i coefficienti di viscosità, di ritiro e di invecchiamento del calcestruzzo secondo la Normativa nazionale e l'Eurocodice 2. Tensioni e deformazioni nelle sezioni non fessurate. ? Deformazioni, tensioni e curvature in sezioni composte ed omogenee ? Equazioni fondamentali ? Deformazioni e tensioni prodotte da una variazione di temperatura non lineare ? Variazioni nel tempo di tensioni e deformazioni in una sezione composta ? Sintesi dell'analisi di tensioni e deformazioni variabili nel tempo. Casi particolari di sezioni non fessurate e calcolo degli spostamenti ? Variazioni di sollecitazione in sezioni con armature in un unico strato. ? Effetti della presenza di acciaio ordinario ? Sezioni in c.a. non precomprese: effetti di viscosità e ritiro ? Equazioni approssimate per deformazione assiale e curvatura dovute alla viscosità ? Calcolo degli spostamenti ? Osservazioni sull'effetto della presenza di armatura ordinaria in un elemento precompresso ? Allungamento, rotazioni di estremità e freccia in mezzeria di una trave, in funzione dei valori di deformazione assiale e curvatura in alcune sezioni. Progettazione di strutture in c.a.p. ? Azioni di calcolo ?Materiali ? Calcolo delle tensioni ? Progetto a flessione ? Resistenza flessionale delle travi in c.a.p. ? Progetto a taglio. Tensioni e

deformazioni nelle sezioni fessurate. ? Tensioni e deformazioni istantanee ? Posizione dell'asse neutro in una sezione parzializzata rettangolare o a T ? Grafici e tabelle delle proprietà di sezioni parzializzate omogeneizzate, rettangolari ed a T ? Effetti della viscosità e del ritiro su una sezione di c.a. non precompressa ? Sezioni parzialmente precomprese. Spostamenti di elementi fessurati ? Deformazione dovuta a trazione centrata ? Curvatura dovuta alla flessione ? Curvatura dovuta a momento flettente combinato con una forza assiale ? Riepilogo e modello idealizzato per il calcolo delle deformazioni di elementi fessurati, sottoposti a N e/o M ? Ampiezza e distanza delle lesioni secondo la Normativa nazionale e l'Eurocodice 2. Stima semplificata delle inflessioni ? Coefficienti di curvatura ? ? Stima delle frecce mediante interpolazione tra lo stadio non fessurato e quello fessurato ? Procedimento di interpolazione: il metodo bilineare? ? Procedimento semplificato per il calcolo della curvatura in una sezione soggetta a N e M ? Calcolo delle frecce col metodo bilineare: elementi soggetti a N e M ? Freccia di solette bidirezionali. Controllo della fessurazione ? Fessurazioni dovute a forze e a spostamenti ? Armatura minima occorrente per evitare lo snervamento ? Quantitativo di armatura occorrente per limitare l'ampiezza delle lesioni ? Considerazioni sul controllo delle lesioni. Sperimentazione delle strutture Resistenza dei materiali: accertamento delle proprietà meccaniche e controlli di accettazione dei calcestruzzi, degli acciai da c.a. e da c.a.p. Calcestruzzo leggero strutturale: caratteristiche e proprietà degli aggregati leggeri; proprietà del calcestruzzo leggero strutturale; determinazione della composizione del calcestruzzo e delle proprietà del calcestruzzo fresco; produzione ed uso del calcestruzzo leggero. Controlli non distruttivi: scopi, campi di applicazione, sviluppo storico, confronto con i metodi distruttivi, esiti di un C.N.D.. Metodologie: nucleari, magnetiche, elettriche, liquidi penetranti, laser, termografiche, ultrasoniche, emissione acustica, microonde. Metodi per la valutazione dell'idoneità statica delle strutture: disposizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni (DM 14/01/2008). Indagini conoscitive secondo l'Ordinanza PCM 3274: edifici in cemento armato e in acciaio; proprietà dei materiali; edifici in muratura. Indagini in sito; strutture in cemento armato: indice sclerometrico, prove di estrazione, prove di penetrazione, carotaggio, metodo ultrasonico, il metodo SonReb, metodi radiografici e radioscopici, termografia, metodi chimici, georadar, rilievo delle armature, corrosione delle armature, prelievo di armature; strutture in muratura: endoscopia, martinetti piatti; shove-test, prove meccaniche dirette sulle murature. Collaudo statico delle costruzioni: normative; prove di carico; interpretazione dei risultati; giudizio finale.

### **Testi di riferimento:**

Testi consigliati: DM 14/01/2008 Norme tecniche per le costruzioni, G.U. 04/02/2008, n.29. Istruzioni per l'applicazione delle Norme tecniche per le costruzioni di cui al DM 14/01/2008, bozza aggiornata al 07/03/2008. UNI EN1992-1-1 Eurocodice No.2: Progettazione delle strutture di calcestruzzo ? Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici, Novembre 2005. Ghali A., Favre R.: Concrete Structures: Stresses and Deformations, E & FN Spon, London. Giammatteo M.M., Zulli M.: Progettazione di strutture in c.a.p. Teoria, normative, esempi di calcolo. Norme UNI EN: 10002, 12390, 12504; CNR-UNI 10020; UNI: 9524, 9536, 10157, 10174. RILEM Draft Recommendation: 43-CND Combined non-destructive testing of concrete, Materials and Structures, 1993, 26, 43-49. AIPND, ?Quaderni didattici? (sulle prove non distruttive). Quaranta, ?Il controllo non distruttivo?, Ed. Il Cerilo, Roma. fib Bulletin 17, ?Management, maintenance and strengthening of concrete structures?, technical report. Appunti tratti dalle lezioni del Corso.

### **Modalità d'esame:**

Modalità di esecuzione dell'esame: l'allievo deve sviluppare una tesina con oggetto la progettazione di un componente strutturale in c.a.p.; l'esame consiste nella discussione della tesina ed in una prova orale su

argomenti svolti durante il corso.

### **Risultati d'apprendimento previsti:**

Al termine del corso l'allievo dispone delle conoscenze necessarie per progettare componenti strutturali realizzati con la tecnologia della precompressione (pre- e post-tensione), tenendo conto degli effetti prodotti dallo sviluppo dei fenomeni lenti (viscosità e ritiro del calcestruzzo, rilassamento dell'acciaio preteso). Conosce inoltre le modalità di verifica delle proprietà meccaniche dei principali materiali da costruzione, nonché le tecniche per effettuare la verifica in sito di dette proprietà, in occasione delle procedure di collaudo o di valutazione dell'efficienza strutturale delle strutture.