

# COSTRUZIONI IN CEMENTO ARMATO

## 1. PROGETTO E VERIFICA DI SEZIONI IN CLS. ARMATO

Software **ca\_prver.89P**

Considerazioni generali. La progettazione delle strutture in calcestruzzo armato presenta alcune peculiarità rispetto al caso dell'acciaio : innanzi tutto il legame costitutivo del calcestruzzo non è lineare, ma presenta una curvatura accentuata nella zona compressa, mentre in zona tesa presenta risposta tipica dei materiali fragili, con un breve tratto pressoché rettilineo cui segue la rottura improvvisa. Inoltre la collaborazione tra armatura e matrice cementizia modifica ulteriormente il comportamento del materiale, sia introducendo una forte anisotropia, sia fornendo al materiale composito così risultante la capacità di resistere a trazione. La quasi uguaglianza dei coefficienti di espansione termica dei due materiali evita l'instaurarsi di autotensioni dovute a variazioni di temperatura, che provocherebbero in pochi cicli il distacco dell'acciaio dal calcestruzzo con il conseguente collasso dell'elemento strutturale. Nel seguito si supporrà che il lettore abbia già confidenza con le nozioni di base della progettazione in calcestruzzo armato. Il programma esegue verifiche su sezioni in conglomerato cementizio armato.

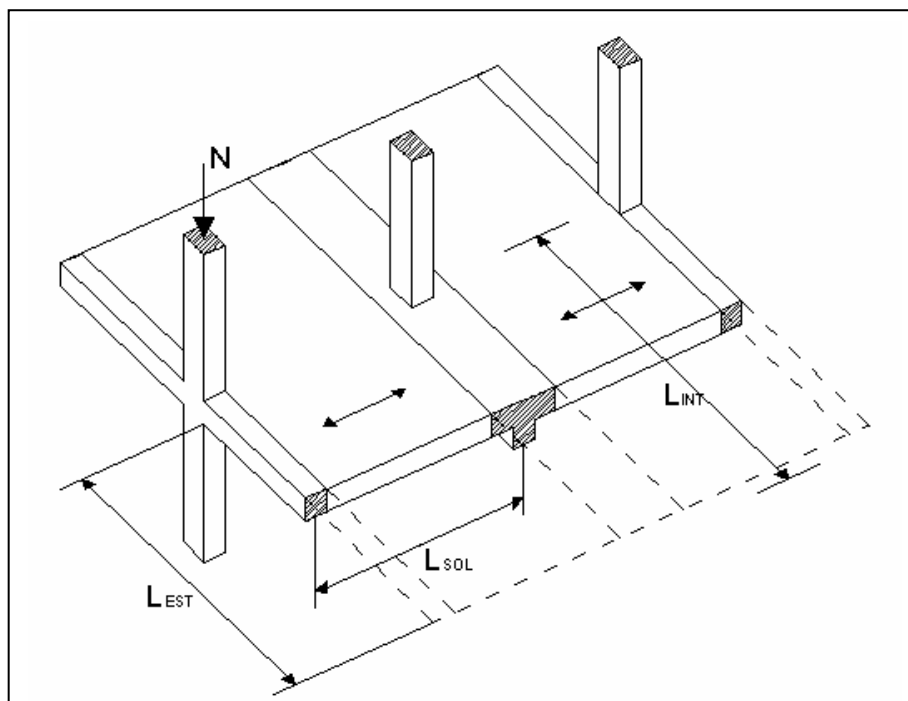
Il programma effettua il progetto di una trave inflessa in c.a., sia a sezione rettangolare che a T, e la verifica a presso-tenso flessione di travi a T, nonché, come caso particolare, di travi a sezione rettangolare. Per quanto riguarda la tensoflessione, il programma considera la trave come se avesse in ogni caso una sezione rettangolare. Per le caratteristiche dei materiali è stata seguita la normativa italiana, D.M. 9/1/96, che ha introdotto il metodo semiprobabilistica degli stati limite.

Una dettagliata guida (sw e hw) all'uso programma è in:  
*Carotti A., "Meccanica delle Strutture e Controllo Attivo Strutturale", Springer Verlag, 2005*

## 2. EDIFICIO MULTIPIANO IN CLS. ARMATO

Software **c\_ca\_tr** :

per una costruzione multipiano a telaio in calcestruzzo armato ("corpo doppio", vedi figura)



il software dimensiona, avendo ricevuto in input in modo interattivo le 'luci travi' e i 'campi di solaio', la trave di bordo con le relative armature, e lo spessore del solaio. Verrà implementata (**A BREVE**) una versione estesa che effettua anche valutazioni di costo.

#### Il software **c\_ca\_pil** (**A BREVE**)

dimensiona il singolo pilastro di un edificio multipiano a telaio in cls armato ("corpo doppio") e ne fornisce l'armatura in acciaio a partire –in modo interattivo- dal carico assiale agente sul pilastro stesso. Effettua infine valutazioni di costo.

#### Il software **c\_ca\_FD** (**A BREVE**)

dimensiona, per la stessa tipologia strutturale già considerata in **c\_ca\_pil** e **c\_ca\_tr**, il plinto quadrato della fondazione diretta quando siano stati dati in input, interattivamente, la portanza del terreno e il carico assiale sul pilastro.

#### il software **ca\_tbpil.89P**

Come già detto, una delle tipologie costruttive più comuni tra gli edifici multipiano in cemento armato è il "corpo doppio" (precedente figura) : 3 file di pilastri dividono lo spazio interno, longitudinalmente, in due parti, all'interno delle quali si ricavano i vani abitabili, che mantengono una certa regolarità imposta dalla struttura stessa. Il blocco rigido scale/ascensore viene posto generalmente al centro o in posizione simmetrica rispetto al centro (se più di uno). La funzione statica di tale blocco è di assorbire piano per piano le forze orizzontali (vento-sisma) e trasferirle alle fondazioni senza che vadano a gravare sul sistema di pilastri, che può così essere dimensionato principalmente per i carichi verticali, costituiti dai carichi permanenti e dai sovraccarichi accidentali .

Ogni colonna di pilastri porterà, naturalmente, carichi sempre maggiori a partire dal piano più alto, fino ad arrivare al piano più basso.

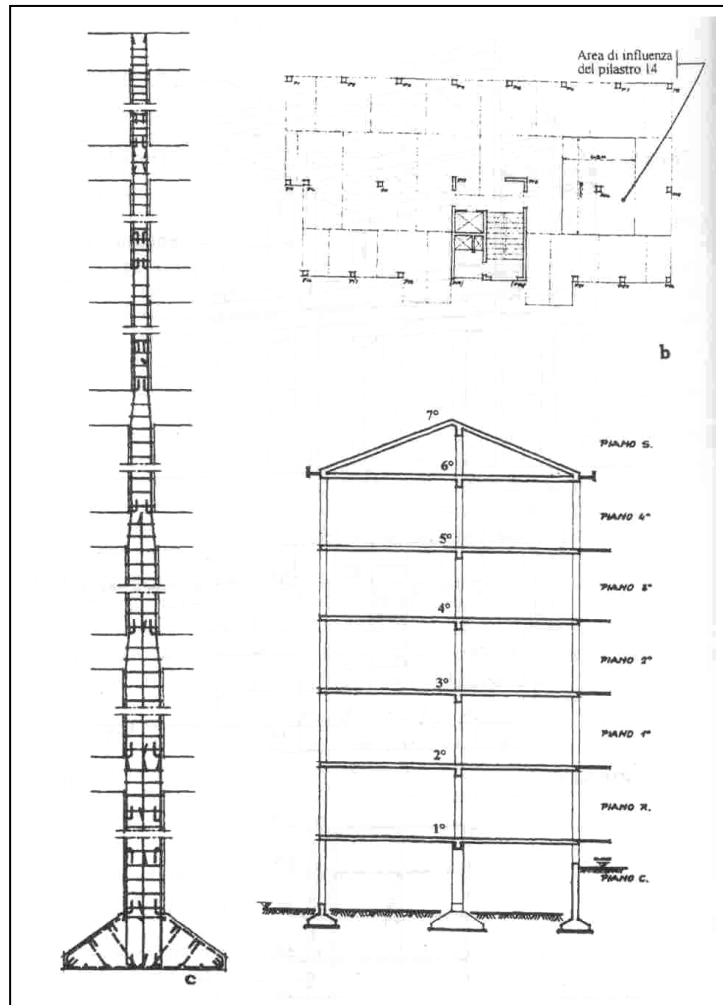
Le dimensioni del singolo pilastro rispecchieranno questo andamento.

Il programma **ca\_tbpil** costruisce la tabella dei carichi su un singolo pilastro rettangolare di un edificio in corpo doppio, ed effettua un predimensionamento della struttura. Nel calcolo delle dimensioni si impone un'area minima di  $900 \text{ cm}^2$  (pilastro quadrato di  $30 \text{ cm} \times 30 \text{ cm}$ ) ed entro limiti ragionevoli si cerca di tenere uno dei due lati pari a  $30 \text{ cm}$ . Se il rapporto tra i due lati supera 2, la dimensione del lato minore viene aumentata di  $5 \text{ cm}$  alla volta fino ad avere una sezione sufficientemente regolare.

Una guida dettagliata all'uso del programma è in:

*Carotti A., "Meccanica delle Strutture e Controllo Attivo Strutturale", Springer Verlag, 2005*

*Carotti A., "Materiali e Strutture 1", Clup 2002*



Il software **c\_ca-fdpali (A BREVE)** riguarda fondazioni indirette su pali :  
 dimensiona i plinti quadrati, e le relative armature, in funzione del carico sul pilastro e della portata dei pali che realizzano la fondazione indiretta.

Bibliografia di riferimento:

*Carotti A., "Materiali & Strutture 1e2", CLUP, 2002 e 2003*

*Carotti A. e Rimoldi P., Prontuario di Ingegneria Edile e Strutturale, UTET, 2000*

### 3. GUSCI E CUPOLE

Guscio sottile:

membrana curva, sufficientemente sottile da sviluppare trascurabili momenti flettenti sulla gran parte della sua superficie, ma sufficientemente "spessa" da non instabilizzarsi sotto piccole azioni di compressione.

(quindi 'regime di guscio': quello di membrana più una modesta resistenza a compressione)

Materiali: metalli, legno, plastiche.

Adattissimo: il cls. armato che si adatta a forme con semplice e doppia curvatura.

Il riferimento bibliografico per l'inquadramento teorico del 'regime di membrana' in gusci assial-simmetrici è:

Carotti A., "Materiali e Strutture 2", CLUP, 2002 (pg. 316-323)

**Il software `c_ca_gc` riunisce i seguenti 4 moduli software :**

il software `c_ca_gc1`:

fornisce, per una cupola emisferica in calcestruzzo (abbr. : cls), in regime di membrana, quando siano dati : spessore, raggio, carico neve, sforzi ammissibili, i massimi sforzi di membrana  $N^+$  e  $N^-$  e confronta gli sforzi relativi  $\sigma_\phi$  e  $\sigma_\theta$  con i valori ammissibili,

il software `c_ca_gc2`:

fornisce le massime azioni di guscio per una cupola in cls, a parabolide iperbolico, in regime di membrana (dati : geometria, peso proprio e carico neve).

Confronta i massimi sforzi (meridiano e circonferenziale) con i corrispondenti valori ammissibili,

il software `c_ca_gc3`:

fornisce la luce massima realizzabile per una cupola emisferica in regime di membrana, in cls, dati spessore e sforzo  $\sigma$  ammissibile,

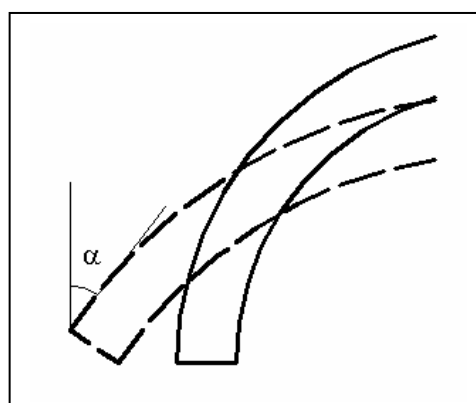
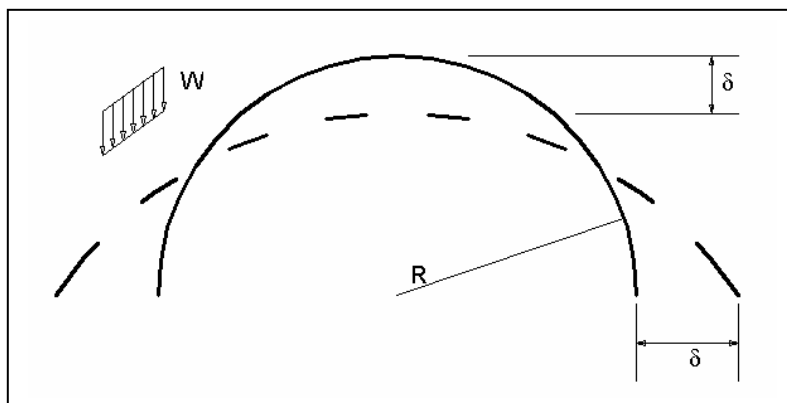
il software `c_ca_gc4`:

per una cupola emisferica in cls, in regime di membrana, quando siano dati spessore, raggio e peso proprio, fornisce la deformazione caratteristica:

abbassamento in chiave (figura),

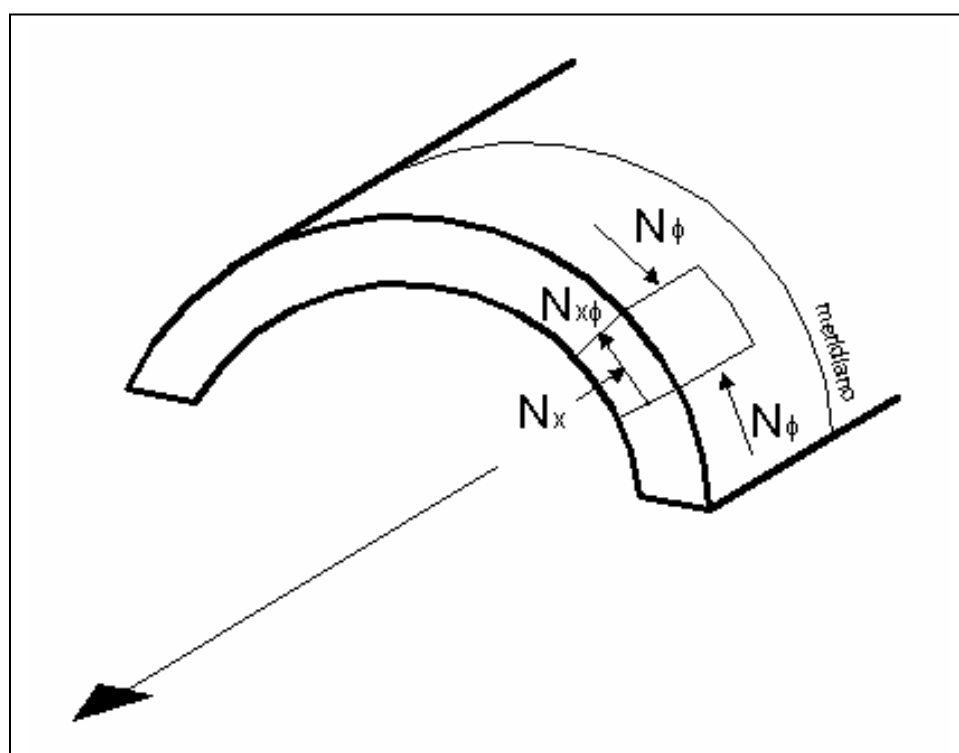
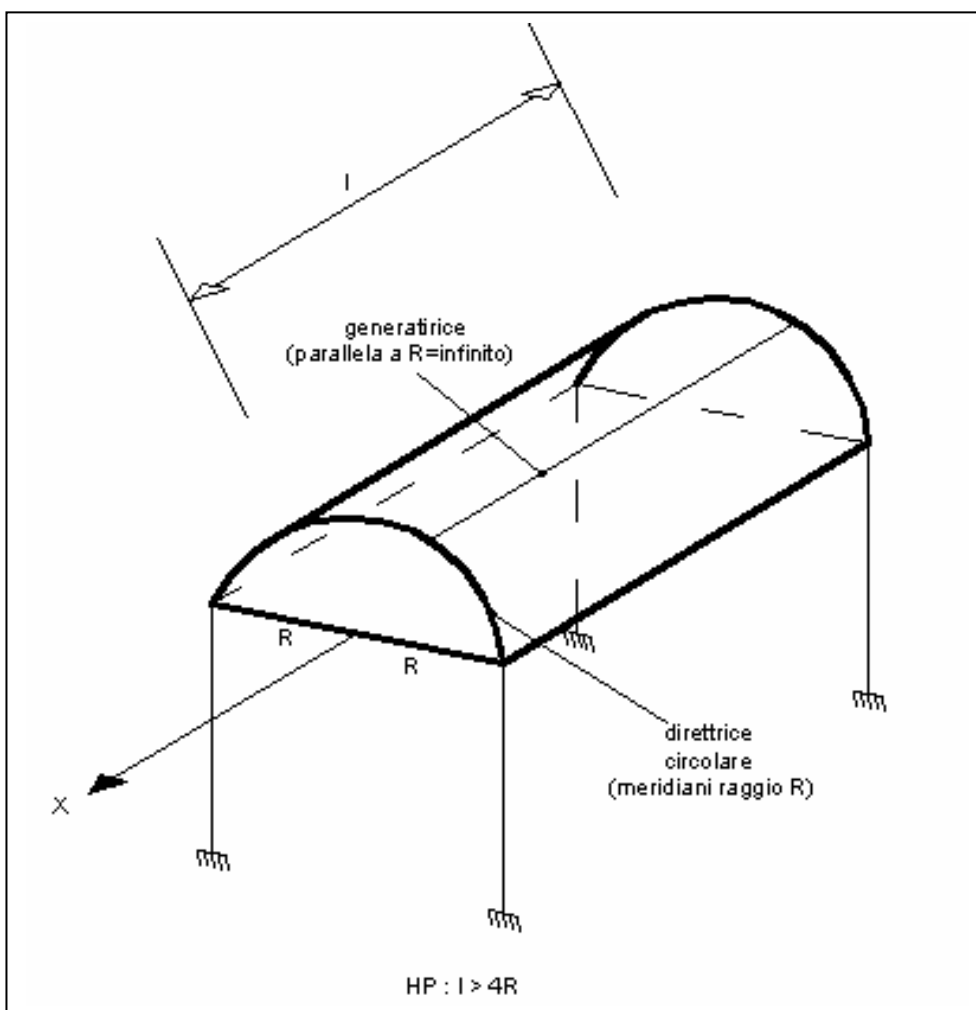
'spanciamento' orizzontale  $\sigma$  alle imposte,

rotazione  $\alpha$  alle imposte.



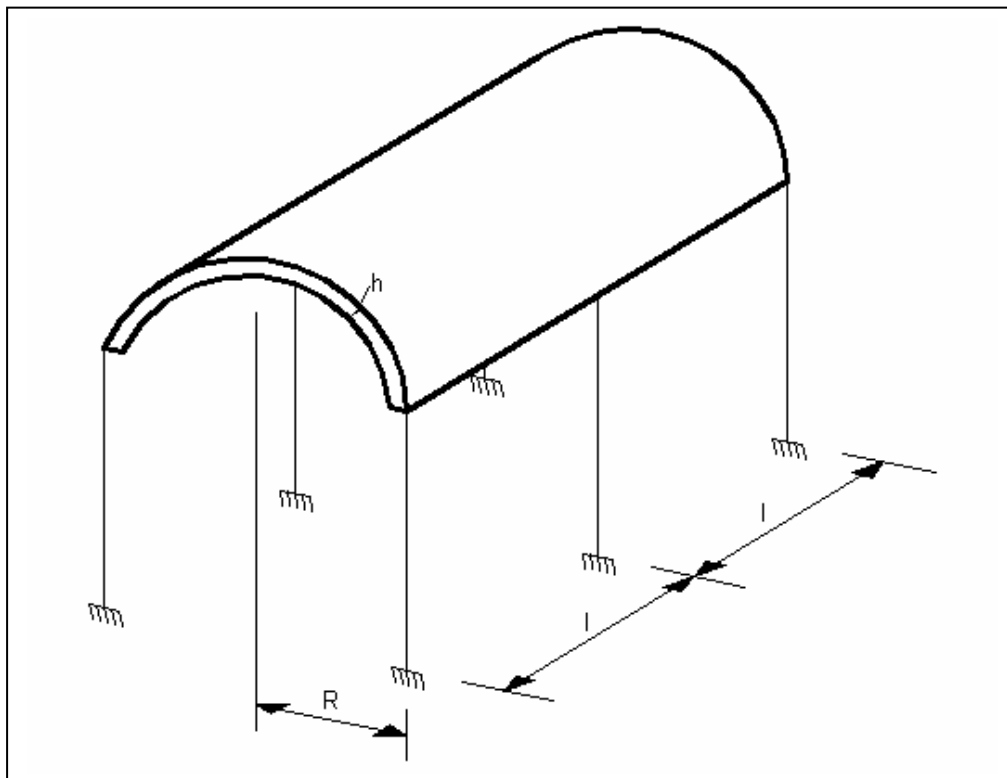
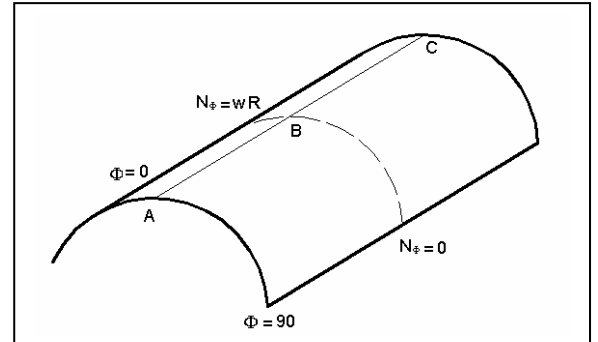
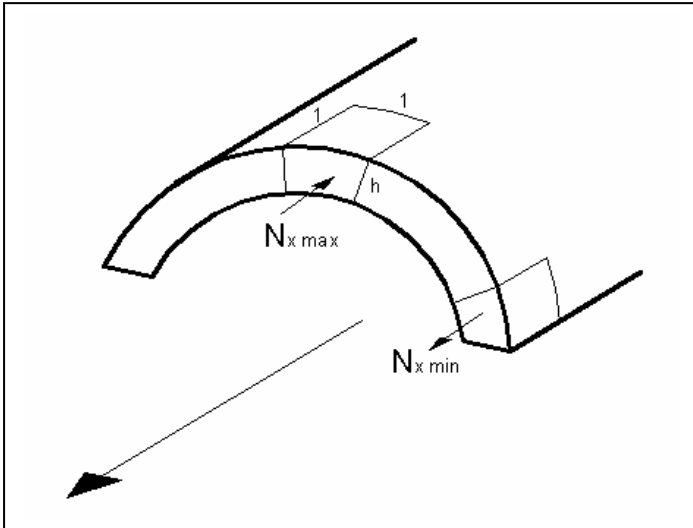
**4. VOLTE SOTTILI**

Riferimento bibliografico per l'inquadramento teorico:  
Carotti A., "Materiali & Strutture 2", CLUP, 2002 da pg 326 a pg 330. Ad esso si rimanda.



Il software **c\_ca\_voltine (A BREVE)** :

per una volta a botte in calcestruzzo, su 3 timpani (infinitamente rigidi verticalmente e flessibili orizzontalmente), fornisce – quando siano dati  $l, R, h$  e  $q_{neve}$ , vedi Figura – le azioni unitarie massime  $N_x, N_{x\phi}, N_\phi$



## **LE COSTRUZIONI IN CONGLOMERATO CEMENTIZIO E IL TESTO UNICO 'NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI' DEL C.S. LL. PP. 30/3/2005.**

Fanno parte delle norme le opere strutturali di:

- conglomerato cementizio armato normale ( cemento armato );
- conglomerato cementizio armato precompresso ( cemento armato precompresso );
- conglomerato cementizio a bassa percentuale di armatura o non armato.

con esclusione di quelle per le quali vige una regolamentazione apposita a carattere particolare.

Sulla base della titolazione convenzionale del conglomerato mediante la resistenza cubica  $R_{ck}$  vengono definite le seguenti classi di resistenza:

Classe di resistenza	$R_{ck}$ (N/mm <sup>2</sup> )
Molto bassa	$5 < R_{ck} \leq 15$
Bassa	$15 < R_{ck} \leq 30$
Media	$30 < R_{ck} \leq 55$
Alta	$55 < R_{ck} \leq 85$

Le verifiche di sicurezza per gli stati limite ultimi, devono essere condotte con riferimento alle seguenti situazioni di progetto:

1. situazione persistente (situazione in cui la struttura verrà a trovarsi nella maggior parte della sua vita utile);
2. situazione transitoria (situazione in cui la struttura verrà a trovarsi in una parte limitata della sua vita utile, ad esempio durante le fasi di costruzione, qualora tale situazione sia significativa);
3. situazione accidentale (situazione in cui la struttura verrà a trovarsi in seguito ad eventi eccezionali in genere caratterizzati da bassa probabilità di occorrenza ma da significativi effetti sulla struttura, ad esempio incendio, urti, scoppi, ecc.).

Le verifiche di cui al punto 1 devono essere condotte per ogni costruzione.

Le verifiche di cui ai punti 2 e 3 vanno condotte qualora necessarie in relazione all'importanza, alla destinazione d'uso e alle caratteristiche della costruzione.

Le verifiche di sicurezza agli stati limite di esercizio specifiche per le strutture di conglomerato devono comprendere:

- verifiche di deformabilità;
- verifiche di vibrazione;
- verifiche di fessurazione;
- verifiche delle tensioni di esercizio;
- verifiche a fatica per quanto riguarda il progressivo degrado delle caratteristiche meccaniche dei materiali.

Le verifiche agli stati ultimi vengono condotte sia nei riguardi degli stati limite di esercizio che ultimi mediante il metodo dei coefficienti parziali di sicurezza sulle azioni e sulle resistenze.

Definite le opportune combinazioni, delle azioni (azioni di calcolo,  $F_d$ ), si valutano le azioni interne (sollecitazioni di calcolo,  $E_d$ ) nei vari elementi strutturali.

Per ogni elemento strutturale sono valutate le resistenze (resistenze di calcolo,  $R_d$ ).

La verifica della sicurezza agli stati limite ultimi si ritiene soddisfatta controllando che, per ogni elemento strutturale e per ciascuna delle combinazioni delle azioni prese in esame, risulti:

$$R_d \geq E_d$$

Per le situazioni costruttive transitorie, come quelle che si hanno durante le fasi della costruzione, dovranno adottarsi tecnologie costruttive e programmi di lavoro che non possano provocare danni permanenti alla struttura o agli elementi strutturali che possano riverberarsi sulla sicurezza dell'opera.

L'entità delle azioni ambientali da prendere in conto saranno determinate dal Progettista in relazione al tempo dell'azione transitoria e della tecnologia esecutiva.

La resistenza di elementi strutturali completi può essere misurata attraverso prove su elementi strutturali campione. Dai risultati delle prove verrà ricavato il valore caratteristico delle resistenze ultime dell'elemento strutturale.

**Sono in preparazione sviluppi didattici e moduli sw sulla presente materia.**