

**CONFINAMENTO DOVUTO ALL'ARMATURA**  
**TRASVERSALE ESISTENTE:**

*Valutazione della duttilità negli elementi strutturali esistenti e visualizzazione del diagramma momento-curvatura.*

Si consideri che in assenza di confinamento si ha una deformazione ultima del calcestruzzo pari a  $\varepsilon_{cu} = 3,5\%$ ; sulla base di questo valore la duttilità degli elementi inflessi o pressoinflessi risulta molto limitata; probabilmente insufficiente per garantire un'adeguata capacità deformativa in campo plastico. Quindi per tenere conto della reale duttilità dell'elemento, si deve considerare l'effetto di confinamento offerto dalle staffe e dalle legature (spille).

A tal proposito, una formula semplificata, per tener conto del confinamento è la seguente:

$$\varepsilon_{ccu} = 0,0035 + 0,1\alpha \cdot \omega_{st}$$

Essendo  $\omega_{st}$  la percentuale volumetrica meccanica delle staffe ed  $\alpha$  il coefficiente di efficienza delle staffe, che a sua volta è il prodotto del coefficiente di efficienza nel piano della sezione  $\alpha_h$  e nel piano verticale  $\alpha_v$ .

La percentuale meccanica e volumetrica di staffe risulta:

$$\omega_{st} = \frac{\text{volume delle staffe} + \text{legature}}{\text{volume del calcestruzzo confinato}} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

In pratica il volume delle staffe può essere valutato come il prodotto dell'area trasversale di una staffa,  $A_{st}$ , moltiplicato per il perimetro complessivo della staffa nella sezione,  $p_{st}$ , legature comprese. Il volume del calcestruzzo confinato, contenuto tra due staffe contigue, è pari all'area del nucleo confinato computato tra gli assi delle staffe, di dimensioni  $b_0$  e  $h_0$ , moltiplicato il passo delle staffe  $s$ ;

$$\omega_{st} = \frac{A_{st} \cdot p_{st}}{b_0 \cdot h_0 \cdot s} \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}}$$

Un'espressione consolidata attraverso cui è possibile valutare il coefficiente di efficienza,  $\alpha$ , è la seguente:

$$\alpha = \alpha_h \cdot \alpha_v$$

Dove:

$$\alpha_h = 1 - \sum_n \frac{b_i^2}{6b_0h_0}$$

$$\alpha_v = \left(1 - \frac{s}{2b_0}\right) \left(1 - \frac{s}{2h_0}\right)$$

Dove  $n$  è il numero totale di barre longitudinali vincolate lateralmente da staffe o legature, e  $b_i$  è la distanza in orizzontale tra due barre vincolate consecutive.

Il coefficiente di efficienza sarebbe unitario se il calcestruzzo fosse confinato, a parità di volume complessivo di acciaio, ossia ipoteticamente da un cilindro a base circolare. Infatti, nel piano trasversale la forma circolare garantirebbe un perfetto confinamento in tutti i punti della sezione trasversale, mentre la continuità verticale del cilindro garantirebbe un perfetto confinamento lungo la verticale.

Nella realtà il confinamento non è completo, in nessuna delle due direzioni. La presenza di staffe rettangolari concentra il confinamento solo negli spigoli, senza distribuirlo uniformemente su tutta la sezione, tale confinamento distribuisce progressivamente meglio se si inseriscono barre verticali ben vincolate mutuamente da legature. Ciò giustifica il tendere di  $\alpha_h$  a 1, all'aumentare di  $n$ .

La presenza delle staffe garantisce confinamento solo nelle sezioni in cui esse sono disposte, e un confinamento meno efficace nelle altre sezioni; si tende al confinamento verticale uniforme e dunque  $\alpha_v = 1$  nel caso che il passo delle staffe  $s$  tenda a 0.

Per tener conto che il calcestruzzo confinato all'interno del nucleo confinato può pervenire a deformazioni maggiori di 3,5‰, si deve considerare che invece il copriferro non confinato collassa e si distacca dalla sezione. Pertanto nella seguente espressione si deve considerare che all'aumentare della sollecitazione si riduce la

sezione e la resistenza e la duttilità, pertanto sono offerte unicamente dal nucleo confinato di calcestruzzo, che ha larghezza  $b_0 < b$ .