

# Metodo Curvatura Nominale

Silvestro Giordano

Il metodo della curvatura nominale è un metodo di analisi degli effetti del secondo ordine in presenza di carico assiale. Il procedimento è adatto soprattutto per elementi singoli soggetti a forza normale costante e assegnata lunghezza di libera inflessione.

Il metodo consiste nel valutare il momento del secondo ordine assegnando una curvatura stimata della sezione critica. La verifica di sicurezza è effettuata confrontando il momento totale, somma dei momenti del primo e del secondo ordine, con il momento resistente ultimo.

Il momento totale di progetto è

$$M_{Ed} = M_{0e} + M_a + M_2 \quad (1)$$

dove:

$M_{0e}$  è il momento flettente costante equivalente di estremità.

$M_a$  è il momento dovuto alle imperfezioni geometriche.

$M_2$  è il momento del secondo ordine nominale

In presenza di momenti di primo ordine agenti alle estremità dell'elemento  $M_{01}$ ,  $M_{02}$  diversi fra loro può assumersi:

$$M_{0e} = \max \{ 0,6 M_{02} + 0,4 M_{01} ; 0,4 M_{02} \} \text{ con } (|M_{02}| > |M_{01}|) \quad [(5.32) - EC2-2005]$$

$M_{01}$  ed  $M_{02}$  devono avere lo stesso segno se essi provocano trazione sullo stesso lato, altrimenti segni opposti.

Per il calcolo del momento dovuto alle imperfezioni geometriche può assumersi, come prescritto dal § 4.1.2.1.73 delle NTC-08, un difetto di rettilineità pari a 1/300 dell'altezza, pertanto:

$$M_a = N_{Ed} \cdot L_0 / 300$$

dove:

$N_{Ed}$  = è il valore di progetto della forza assiale;

Il momento nominale di secondo ordine  $M_2$  si può calcolare con l'espressione:

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2 \quad [(5.33) - EC2-2005]$$

dove:

$$e_2 = \frac{1}{r} \frac{L_0^2}{c} \quad (2)$$

in cui:

$1/r$  è la curvatura stimata;

$L_0$  è la lunghezza libera d'inflessione;

$c = \pi^2$  nel caso di sezione trasversale costante;

Nel caso di elementi con sezioni trasversali simmetriche (comprese le armature), la stima della curvatura può condursi attraverso le relazioni seguenti:

$$\frac{1}{r} = K_r K_\phi \frac{1}{r_0} \quad [(5.34) - EC2-2005]$$

dove:

$$\frac{1}{r_0} = \frac{2\varepsilon_{yd}}{0.9d} = \frac{f_{yd}}{0.45 \cdot E_s \cdot d}, \text{ con } d \text{ altezza utile della sezione.}$$

Se non tutte le armature sono concentrate ai lati opposti nella sezione ma parte di esse è distribuita lungo l'altezza della sezione stessa, per  $d$  può assumersi l'espressione  $d = i_s + h/2$ , con  $i_s$  raggio d'inerzia totale delle armature.

$K_r$  è un coefficiente correttivo dipendente dal carico assiale e si può adottare pari a:

$$K_r = \min \left\{ \frac{n_u - n}{n_u - n_{bal}}; 1 \right\} \quad [(5.36) - EC2 - 2005]$$

con :

$n = N_{Ed} / (A_c f_{cd})$  è la forza assiale adimensionale;

$N_{Ed}$  è il valore di progetto della forza assiale;

$n_{bal}$  è il valore di  $n$  corrispondente al massimo valore del momento resistente; si può adottare il valore 0.4865 per le sezioni rettangolari e 0.4825 per le sezioni circolari <sup>1</sup>, ma L'EC2-2006 suggerisce, in via cautelativa 0.4;

---

<sup>1</sup> Aurelio Ghersi. **Il cemento Armato**. Dario Flaccovio Editore (2008), Capitolo 10- § 8.5, pag.296 e 300

$$n_u = 1 + \omega = 1 + A_s f_{yd} / (A_c f_{cd}) ;$$

$A_s$  è l'area totale delle armature;

$A_c$  è l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

$K_\varphi$  è un coefficiente che tiene conto della viscosità e si può adottare pari a:

$$K_\varphi = \max\{1 + \beta \cdot \varphi_{ef}; 1\} \quad [(5.37) - EC2-2005]$$

dove:

$\varphi_{ef}$  è il coefficiente efficace di viscosità;

$$\beta = 0,35 + f_{ck}/200 - \lambda/150;$$

$\lambda$  è la snellezza.

### ***Bibliografia***

- **Eurocodice 2** – UNI EN 1992-1-1; Novembre 2005-Aprile 2006. § 5.8.8
- **Progettazione di strutture in calcestruzzo armato-** AICAP (2008)- §5.2.3 a cura di F.Mola, S.Cattaneo F.Giussani.
- E.Cosenza, G Manfredini, M Pecce. **Strutture in cemento armato** – Hoepli 2008, § 8.6.2
- **Teoria e pratica delle costruzioni in cemento armato** – Volume 1 – CittaStudi edizioni (2007) -§ 11.1.9 a cura di M.Mezzina, F.Porco, A.Vitone, G.Uva