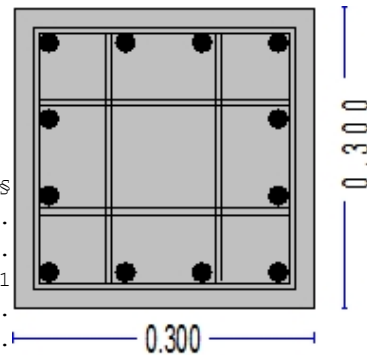


1. COLONNA-03

Colonna isolata (controllo di stabilità)

(EC2 EN1992-1-1:2004, UNI EN1990-1-1:2004,)

Classe del CA : C12/15-S220 (EC2 §3.1.4, Annessi B)
 Classe di esposizione ambientale : XC1 (EC2 §4.4.1)
 Copriferro : $C_{nom}=20$ mm (EC2 §4.4.1)
 $\gamma_c=1.50$, $\gamma_s=1.15$ (EC2 Tabella 2.1)
 $f_{cd}=\alpha_{cc} \cdot f_{ck}/\gamma_c=0.85 \times 12/1.50=6.80$ MPa (EC2 §3.1.1)
 $f_{yd}=f_{yk}/\gamma_s=220/1.15=191$ MPa (EC2 §3.2.1)



1.1. Dimensioni e carichi

Colonna di sezione rettangolare $b=0.300$ m, $h=0.300$ m, lunghezza pilastro $L=3.000$ m

Carichi in alto, assiale $N_{ed}=200.00$ kN (compressione), momenti $M_{edyy}=50.00$ kNm, $M_{edzz}=50.00$ kNm

Carichi in basso, assiale $N_{ed}=100.00$ kN (compressione), momenti $M_{edyy}=50.00$ kNm, $M_{edzz}=50.00$ kNm

Spessore efficace della sezione $d=h-d_1$, $d_1=d_2=C_{nom}+\phi_s+\phi/2=20+8+20/2=38$ mm, $d_x=262$ mm, $d_y=262$ mm

1.2. Progettazione per compressione con limitata eccentricità (ULS)

(EC2 §6.1, §9.2.1)

$N_{ed}=200.00$ kN, $M_{edyy}=50.00$ kNm, $M_{edzz}=50.00$ kNm

Progettazione esatta mediante integrazione numerica

Abaco per flessione deviata e forza assiale
 ottenuta da integrazione numerica usando una
 griglia di x suddivisioni della sezione

$N_{ed}=200.00$ kN (compressione),
 $M_{edyy}=50.00$ kNm, $M_{edzz}=50.00$ kNm

C12/15-S220

$b=300$ mm, $h=300$ mm

$d_y=262$ mm, $d_z=262$ mm, $d_1=d_2=38$ mm

$d_1/h=0.127$, $d_2/b=0.127$

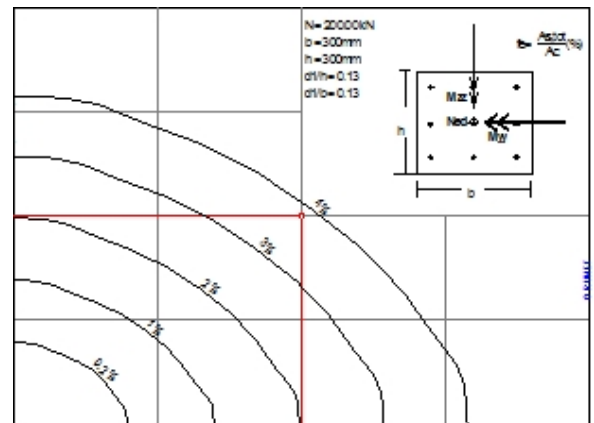
$e_z=M_{edyy}/N_{ed}=50.00/200.00=0.250$ m=250 mm

$e_y=M_{edzz}/N_{ed}=50.00/200.00=0.250$ m=250 mm

$z_{sz}=h/2-d_1=300/2-38=112$ mm, $e_z=250$ mm > $z_{sz}=112$ mm

$z_{sy}=b/2-d_1=300/2-38=112$ mm, $e_y=250$ mm > $z_{sy}=112$ mm

$A_{s,tot}=3600$ mm², $A_{s,tot}/A_c=4.00\%$



$A_{s,tot}=36.00$ cm²

Armatura minima longitudinale, $A_s \geq 0.0020 A_c$, $\phi_s \geq 8$, $A_{s,min}=4\phi 8$ (2.01 cm²)

(EC2 §9.5.2.2)

Armatura massima longitudinale, $A_s \leq 0.04 A_c$, ($A_{s,max}=36.00$ cm²)

(EC2 §9.5.2.3)

Armatura trasversale, staffe con minimo ϕ_s al passo massimo $S_{cl,t}$

(EC2 §9.5.3)

alle altezze della colonna da 0.30 m a $H-0.30$ m: Staffe $\phi_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 300$ mm

alle regioni da 0 a 0.30 m da $H-0.30$ m a H : Staffe $\phi_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 180$ mm

Lunghezza richiesta dell'ancoraggio $L_{bd}=420$ mm = 0.420 m

(EC2 Eq.8.3)

Armatura longitudinale: 12Ø20 (37.68 cm²)

Armatura trasversale: Staffe 5Ø 8/30.0 [h:0.30 m~H-0.30 m], 5Ø 8/18.0 [h:0~0.30 m, H-0.30 m~H]

1.3. Progetto per effetti del secondo ordine

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.3))

Coefficiente di deformazione finale $\phi(\infty, t_0)=2.65$

(EC2 §3.1.4, Annessi B)

Coefficiente di deformazione effettiva $\phi_{ef}=\phi(\infty, t_0) \cdot (M_{Eqp}/M_{Ed})=2.65 \times 0.50=1.33$

(EC2 §5.8.4)

Modulo elasticità del calcestruzzo $E_{cd}=E_{cm}/\gamma_{ce}=1000 \times 26/1.20=21.67$ GPa=21667 MPa

(EC2 Eq.5.20)

Modulo elasticità dell'acciaio $E_s=200$ GPa=200000 MPa

Rapporto di armature $\rho=A_s/(b \cdot d)=3768/(300 \times 300)=0.042$

1.3.1. Criterio di snellezza per elementi isolati

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.3.1)

$$\lambda_{lim} = 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} \quad (\text{Eq. 5.13N})$$

$$\omega = A_s \cdot f_{yd} / (A_c \cdot f_{cd}) = 3768 \times 191 / (300 \times 300 \times 6.80) = 1.18$$

$$n = N_{ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 200000 / (300 \times 300 \times 6.80) = 0.327$$

$$A = 1 / (1 + 0.2 \cdot \phi_{ef}) = 1 / (1 + 0.2 \times 1.33) = 0.79$$

$$B = \sqrt{1 + 2.0 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2.0 \cdot 1.18} = 1.83$$

$$C = 1.70 - r_m = 0.70, \quad (r_m = M_{01} / M_{02} = 1.0)$$

$$\lambda_{lim} = 20 \times 0.79 \times 1.83 \times 0.70 / \sqrt{0.327} = 35.44$$

1.3.2. Snellezza e luce di calcolo, direzione z-z

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.3.2)

Sommità della colonna, rigidità del vincolo $k_1 = \sum(I_c/L_c) / \sum(I_b/L_b) = 0.09$

Base della colonna, rigidità del vincolo $k_2 = \sum(I_c/L_c) / \sum(I_b/L_b) = 0.09$

Elementi rinforzati $\beta = L_0/L = 0.5 \cdot \sqrt{[1+k_1/(0.45+k_1)] [1+k_2/(0.45+k_2)]}$ (Eq. 5.15)

$$k_1 = 0.09, k_2 = 0.09, \beta = L_0/L = 0.58$$

Luce di calcolo $L_0 = \beta \cdot L = 0.58 \times 3.000 = 1.742 \text{ m}$

Rapporto di snellezza $\lambda = L_0/i, i = 0.289 \times 300 \text{ mm}, \lambda = 1742/87 = 20.09$ (Eq. 5.14)

$\lambda = 20.09 \leq \lambda_{lim} = 35.44$, **gli effetti del secondo ordine possono essere ignorati**

1.3.3. Snellezza e luce di calcolo, direzione y-y

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.3.2)

Sommità della colonna, rigidità del vincolo $k_1 = \sum(I_c/L_c) / \sum(I_b/L_b) = 0.09$

Base della colonna, rigidità del vincolo $k_2 = \sum(I_c/L_c) / \sum(I_b/L_b) = 0.09$

Elementi rinforzati $\beta = L_0/L = 0.5 \cdot \sqrt{[1+k_1/(0.45+k_1)] [1+k_2/(0.45+k_2)]}$ (Eq. 5.15)

$$k_1 = 0.09, k_2 = 0.09, \beta = L_0/L = 0.58$$

Luce di calcolo $L_0 = \beta \cdot L = 0.58 \times 3.000 = 1.742 \text{ m}$

Rapporto di snellezza $\lambda = L_0/i, i = 0.289 \times 300 \text{ mm}, \lambda = 1742/87 = 20.09$ (Eq. 5.14)

$\lambda = 20.09 \leq \lambda_{lim} = 35.44$, **gli effetti del secondo ordine possono essere ignorati**

1.3.4. Durezza Nominale

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.7.2)

$$EI = K_c \cdot E_{cd} \cdot I_c + K_s \cdot E_s \cdot I_s \quad (\text{EC2 Eq. 5.21})$$

$$\rho = A_s/A_c = 0.042, E_{cd} = 21667 \text{ MPa}, E_s = 200000 \text{ MPa}$$

$$n = N_{ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 200000 / (300 \times 300 \times 6.80) = 0.327$$

$$K_s = 1, K_c = k_1 \cdot k_2 / (1 + \phi_{ef}), \phi_{ef} = 1.33 \quad (\text{EC2 Eq. 5.22})$$

$$k_1 = \sqrt{f_{ck}/20} \text{ MPa} = \sqrt{12/20} = 0.77 \text{ MPa} \quad (\text{EC2 Eq. 5.23})$$

direzione z-z

$$k_2 = n \cdot \lambda / 170 \leq 0.20, n = 0.327, \lambda = 20.09, k_2 = 0.039 \quad (\text{EC2 Eq. 5.24})$$

$$K_c = 0.775 \times 0.039 / (1 + 1.33) = 0.013$$

$$EI = 0.013 \times 21667 \times 300 \times 300^3 / 12 + 1.0 \times 200000 \times 1884 \times (262/2)^2 = 6.65 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2 = 6654 \text{ kNm}^2$$

direzione y-y

$$k_2 = n \cdot \lambda / 170 \leq 0.20, n = 0.327, \lambda = 20.09, k_2 = 0.039$$

$$K_c = 0.775 \times 0.039 / (1 + 1.33) = 0.013$$

$$EI = 0.013 \times 21667 \times 300 \times 300^3 / 12 + 1.0 \times 200000 \times 1884 \times (262/2)^2 = 6.65 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2 = 6654 \text{ kNm}^2$$

1.3.5. Fattore d'ingrandimento del momento

(EC2 EN1992-1-1:2004, §5.8.7.3)

$$M_{ed} = M_{oed} [1 + \beta / ((N_b/N_{ed}) - 1)], N_b = \pi^2 \cdot EI / L_0^2 \quad (\text{EC2 Eq. 5.28})$$

direzione z-z

$$\beta = \pi^2 / \phi_0, \phi_0 = 12, \beta = 0.82 \quad (\text{EC2 Eq. 5.29})$$

$$N_b = 3.14^2 \times 6654 / 1.742^2 = 21642.94 \text{ kN}$$

$$M_{ed}/M_{oed} = 1 + 0.82 / (21642.94 / 200.00 - 1) = 1.01, \quad \mathbf{Med, yy = 50.38 kNm}$$

direzione y-y

$$\beta = \pi^2 / \phi_0, \phi_0 = 12, \beta = 0.82 \quad (\text{EC2 Eq. 5.29})$$

$$N_b = 3.14^2 \times 6654 / 1.742^2 = 21642.94 \text{ kN}$$

$$M_{ed}/M_{oed} = 1 + 0.82 / (21642.94 / 200.00 - 1) = 1.01, \quad \mathbf{Med, zz = 50.38 kNm}$$

1.4. Progettazione per compressione con limitata eccentricità (ULS)

(EC2 §6.1, §9.2.1)

Ned=200.00kN, Med,yy=50.38kNm, Med,zz=50.38kNmProgettazione esatta mediante integrazione numerica

Abaco per flessione deviata e forza assiale
 ottenuta da integrazione numerica usando una
 griglia di x suddivisioni della sezione

Ned=200.00kN (compressione),

Medyy=50.38kNm, Medzz=50.38kNm

C12/15-S220

b=300mm, h=300mm

dy=262mm, dz=262mm, d1=d2=38mm

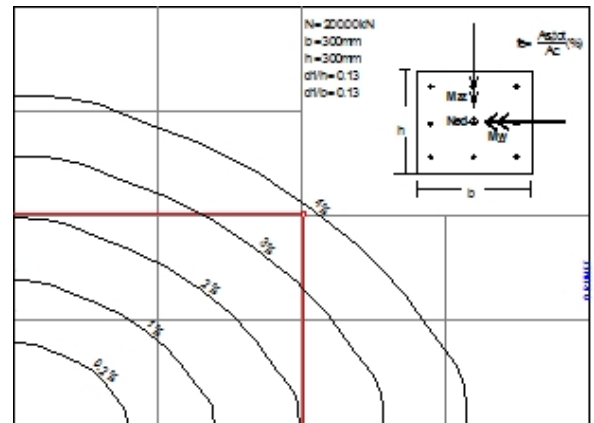
d1/h=0.127, d2/b=0.127

ez=Medyy/Ned= 50.38/200.00=0.252m=252mm

ey=Medzz/Ned= 50.38/200.00=0.252m=252mm

zsz=h/2-d1=300/2-38=112mm, ez=252mm>zsz=112mm

zsy=b/2-d1=300/2-38=112mm, ey=252mm>zsy=112mm

As,tot=3600mm², As,tot/Ac=4.00%**As,tot=36.00cm²**Armatura minima longitudinale, $As \geq 0.0020Ac$, $\phi_s \geq 8$, $As,min=4\phi 8$ (2.01cm²)

(EC2 §9.5.2.2)

Armatura massima longitudinale, $As \leq 0.04Ac$, ($As,max=36.00cm^2$)

(EC2 §9.5.2.3)

Armatura trasversale, staffe con minimo ϕ_s al passo massimo $S_{cl,t}$

(EC2 §9.5.3)

alle altezze della colonna da 0.30m a H-0.30m: Staffe $\phi_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 300mm$ alle regioni da 0 a 0.30m da H-0.30m a H: Staffe $\phi_s \geq 6$, $S_{cl,t} \leq 180mm$ Lunghezza richiesta dell'ancoraggio $L_{bd}=420mm = 0.420m$

(EC2 Eq.8.3)

Armatura longitudinale: 12Ø20 (37.68cm²)**Armatura trasversale: Staffe 5Ø 8/30.0 [h:0.30m~H-0.30m], 5Ø 8/18.0 [h:0~0.30m, H-0.30m~H]****1.5. Distinta barre di armatura**

| Num | tipo | Barre di armatura [mm] | quant | Ø | g/m [kg/m] | lunghe [m] | peso [kg] |
|-----|------|------------------------|-------|----|------------|------------|-----------|
| 1 | ① | 3000 | 12 | 20 | 2.470 | 3.000 | 88.92 |
| 2 | ② | 80 250 250 250 | 13 | 8 | 0.395 | 1.160 | 5.96 |
| 3 | ③ | 80 250 100 250 | 26 | 8 | 0.395 | 0.860 | 8.83 |
| 4 | ④ | 80 100 250 100 | 26 | 8 | 0.395 | 0.860 | 8.83 |

Peso totale [kg]**112.54**