

Verifica dei PILASTRI - pressoflessione retta o deviata allo SLU**Normativa di riferimento:**

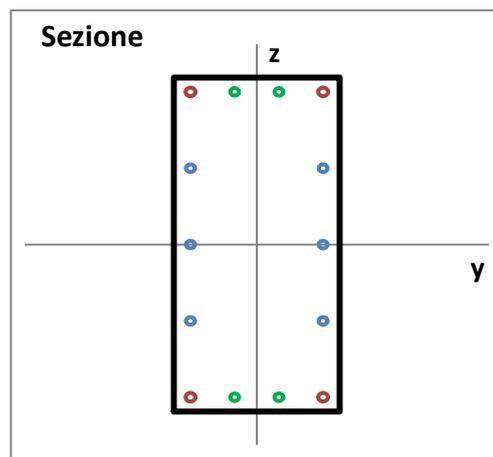
NTC2018 - D.M. 17/01/2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare n.7 del 21/1/2019 - Istruzioni per l'applicazione delle NTC

Dati geometrici

b =	30.00	cm	Base della sezione
h =	70.00	cm	Altezza sezione
d' =	3.00	cm	Copriferro
$A_{s,spig}$ =	1	ϕ 18	Armatura di spigolo
$A_{s,sup}$ =	2	ϕ 16	Armatura superiore
$A_{s,inf}$ =	2	ϕ 16	Armatura inferiore
$A_{s,lat}$ =	3	ϕ 16	Armatura laterale

Considera contributo dell'armatura laterale: si - (consigliato)

**Comportamento strutturale**

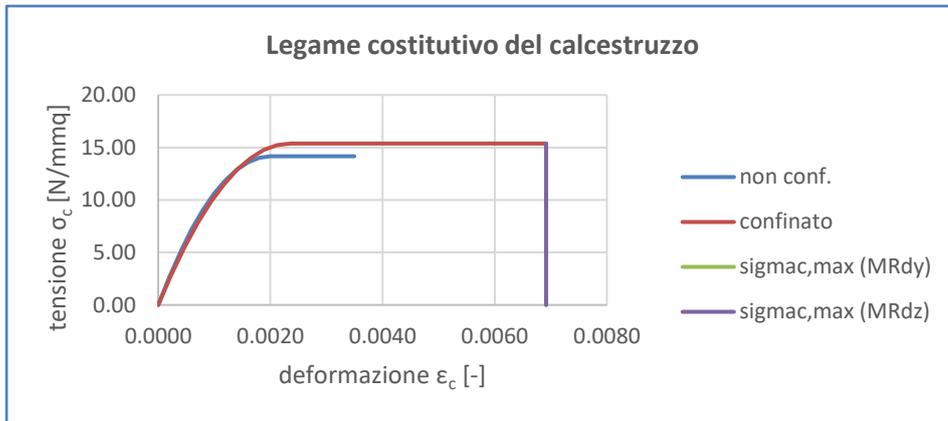
comportamento strutturale: dissipativo - calcolo plastico

Materiali**Calcestruzzo non confinato**

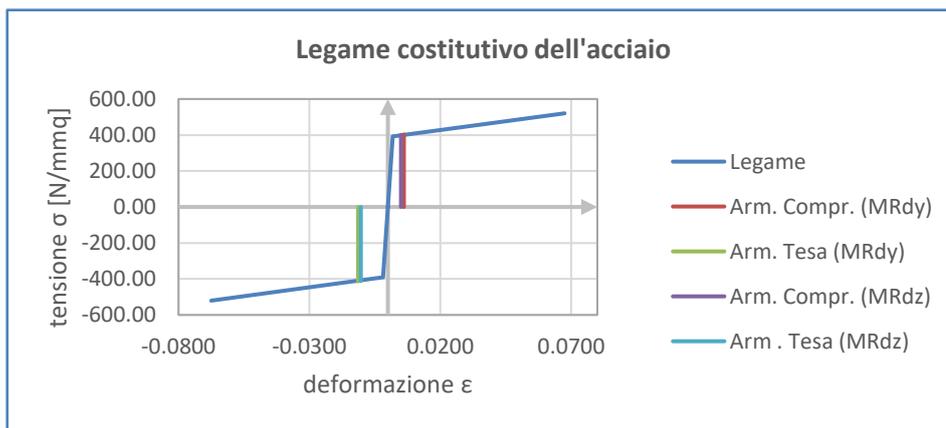
Tipo: C25/30

Legame: *Parabola-rettangolo*

Legame costitutivo del calcestruzzo compresso

 $\epsilon_{c2} = 0.0020$ deformazione associata alla tensione massima $\epsilon_{cu} = 0.0035$ deformazione ultima $f_{cd} = 14.17$ N/mm² Tensione cilindrica di compressione del calcestruzzo**Acciaio**

Classe: B450C

 $E_s = 210'000$ N/mm² modulo elastico dell'acciaioLegame: bilineare finito con incrudimento Modello σ - ϵ per l'acciaio $(A_{gt})_k = 7.50$ % Allungamento al massimo sforzo $k = 1.33$ Rapporto di sovraresistenza $k = (f_t/f_y)_k$ - fra 1.15 e 1.35**Strutture nuove o esistenti:** Nuova costruzione**Coefficienti parziali di sicurezza** $\alpha_{cc} = 0.85$ Coefficiente riduttivo del cls per resistenze di lunga durata $\gamma_c = 1.50$ Coefficiente di sicurezza del cls $\gamma_s = 1.15$ Coefficiente di sicurezza dell'acciaio**Effetto del confinamento generato da staffe chiuse e legature interne**Considera effetto del confinamento: si

$\phi_{st} =$	6.00	mm	diametro delle staffe
$n_{b,x} =$	2		numero di bracci delle staffe in direzione x
$n_{b,y} =$	2		numero di bracci delle staffe in direzione y
$s =$	5.00	cm	passo delle staffe
$b_x =$	24.00	cm	dimensioni del nucleo confinato
$b_y =$	54.00	cm	dimensioni del nucleo confinato
$f_{yk,st} =$	450.00	N/mm ²	Tensione di snervamento caratteristica dell'acciaio delle staffe

Distanza fra barre consecutive contenute da staffe o legature

barra	b_i	barra	b_i
	[cm]		[cm]
1	24.00	11	0.00
2	44.00	12	0.00
3	24.00	13	0.00
4	44.00	14	0.00
5	0.00	15	0.00
6	0.00	16	0.00
7	0.00	17	0.00
8	0.00	18	0.00
9	0.00	19	0.00
10	0.00	20	0.00

Parametri del calcestruzzo confinato

$\epsilon_{c2,c} =$	0.0024		Deformazione di picco del cls confinato
$\epsilon_{cu2,c} =$	0.0069		Deformazione ultima del cls confinato
$f_{cd,c} =$	15.38	N/mm ²	Resistenza di progetto cilindrica del cls confinato

Incrementi percentuali rispetto al calcestruzzo non confinato

$\epsilon_{c2,c} =$	17.8%		Deformazione di picco del cls confinato
$\epsilon_{cu2,c} =$	97.8%		Deformazione ultima del cls confinato
$f_{cd,c} =$	8.5%		Resistenza di progetto cilindrica del cls confinato

Forma del dominio di resistenza

Scelta: Manuale

Sollecitazioni

$N_{Ed} =$	850.00	kN	Sforzo normale agente
$M_{ed,y} =$	60.00	KNm	Momento sollecitante
$M_{ed,z} =$	60.00	KNm	Momento sollecitante

Momento resistente intorno ad y

$M_{Rd,y+} =$	532.90	kNm	Momento resistente positivo intorno a y
$M_{Rd,y-} =$	532.90	kNm	Momento resistente negativo intorno a y
$y_c =$	253.31	mm	Profondità dell'asse neutro dal lembo compresso della sezione
$\sigma_{c,max} =$	15.38	N/mm ²	Tensione di compressione massima nel calcestruzzo
$\epsilon_{c,max} =$	0.0069		Deformazione massima nel calcestruzzo compresso
$\sigma_{s,sup} =$	403.30	N/mm ²	Tensione nell'armatura superiore
$\sigma_{s,inf} =$	-413.69	N/mm ²	Tensione nell'armatura inferiore

$\epsilon_{s,sup} =$	0.0061	Deformazione nell'armatura inferiore
$\epsilon_{s,inf} =$	-0.0114	Deformazione nell'armatura superiore

Momenti resistente intorno a z

$M_{Rd,z+} =$	219.51	kNm	Momento resistente positivo intorno a z
$M_{Rd,z-} =$	219.51	kNm	Momento resistente negativo intorno a z
$y_c =$	108.23	mm	Profondità dell'asse neutro dal lembo compresso della sezione
$\sigma_{c,max} =$	15.38	N/mm ²	Tensione di compressione massima nel calcestruzzo
$\epsilon_{c,max} =$	0.0069		Deformazione massima nel calcestruzzo compresso
$\sigma_{s,sup} =$	401.14	N/mm ²	Tensione nell'armatura superiore
$\sigma_{s,inf} =$	-411.64	N/mm ²	Tensione nell'armatura inferiore
$\epsilon_{s,sup} =$	0.0050		Deformazione nell'armatura inferiore
$\epsilon_{s,inf} =$	-0.0103		Deformazione nell'armatura superiore

Esito delle verifiche

Verifica a pressofless. deviata						SF	Esito
Verifica a pressofless. deviata							
	SF =	0.181	≤	1.00		✔ 0.18	Positivo

Verifica dello sforzo normale - cap. 7 NTC						SF	Esito	
Sforzo normale - CD"A"								
	N _{Ed} =	850	≤	N _{max,CDA} =	1'636	kN	✔ 0.52	Positivo
Sforzo normale - CD"B"								
	N _{Ed} =	850	≤	N _{max,CDB} =	1'934	kN	✔ 0.44	Positivo

Verifica dei dettagli costruttivi - cap. 4 NTC						SF	Esito	
Armatura minima								
	A _s =	3'028	≥	A _{smin,1} =	217	mm ²	✔ 0.07	Positivo
Armatura minima								
	A _s =	3'028	≥	A _{smin,2} =	630	mm ²	✔ 0.21	Positivo
Armatura massima								
	A _s =	3'028	≤	A _{smax} =	8'400	mm ²	✔ 0.36	Positivo
Interfero netto sup.								
	i _{f,sup} =	63	≥	i _{f,min} =	25	mm	✔ 0.40	Positivo
Interfero netto inf.								
	i _{f,inf} =	63	≥	i _{f,min} =	25	mm	✔ 0.40	Positivo
Interfero netto laterale								
	i _{f,lat} =	143	≥	i _{f,min} =	25	mm	✔ 0.17	Positivo

Verifica dei dettagli costruttivi - cap. 7 NTC						SF	Esito	
Armatura minima								
	ρ =	0.014	≥	ρ _{min} =	0.010		✔ 0.69	Positivo
Armatura massima								
	ρ =	0.014	≤	ρ _{max} =	0.040		✔ 0.36	Positivo

Sviluppo dei calcoli**Proprietà dei materiali - calcestruzzo**

$\alpha_{cc} =$	0.85		Coefficiente riduttivo del cls per resistenze di lunga durata
$\gamma_c =$	1.50		Coefficiente di sicurezza del cls (= 1 per costruzioni esistenti)
$f_{ck} =$	25.00	N/mm^2	resistenza caratteristica cilindrica del cls
$f_{cd} =$	14.17	N/mm^2	resistenza di progetto cilindrica del cls
$\epsilon_{c2} =$	0.0024		deformazione associata alla tensione massima
$\epsilon_{cu} =$	0.0069		deformazione ultima nel cls

Proprietà dei materiali - acciaio di armatura

$\gamma_s =$	1.15		Coefficiente di sicurezza dell'acciaio (= 1 per costruzioni esistenti)
$f_{yk} =$	450.00	N/mm^2	tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
$f_{yd} =$	391.30	N/mm^2	tensione di snervamento di progetto dell'acciaio
$\epsilon_{0s} =$	0.0019		deformaz. al limite elastico dell'acciaio

Legame: bilineare finito con incrudimento

$(A_{gt})_k =$	7.50	%	Allungamento al massimo sforzo
$k =$	1.33		Rapporto di sovraresistenza $k = (f_t/f_y)_k$
$\epsilon_{uk} =$	0.0750		Deformazione ultima caratteristica
$\epsilon_{ud} =$	0.0675		Deformazione ultima di progetto
$f_{td}/FC =$	520.43	N/mm^2	Tensione di rottura di progetto

Resistenze ridotte (solo per strutture esistenti)

LC =	Nuova costruzione		
FC =	1.00		Fattore di confidenza
$f_{cd}/FC =$	14.17		Resistenza del calcestruzzo ridotta
$f_{yd}/FC =$	391.30		Resistenza dell'acciaio ridotta

Aree di armatura

$A_{s,sup} =$	402.12	mm^2	Armatura superiore
$A_{s,inf} =$	402.12	mm^2	Armatura inferiore
$A_{s,spig} =$	254.47	mm^2	Armatura di spigolo
$A_{s,lat} =$	603.19	mm^2	Armatura laterale

Calcolo del momento resistente $MR_{d,y}$ intorno ad y

$b =$	300	mm	Base della sezione
$h =$	700	mm	Altezza sezione
$d' =$	30	mm	Copriferro
$y_c =$	253.31	mm	Asse neutro

Deformazioni nell'acciaio d'armatura

$\epsilon'_s =$	0.0061		deformazione dell'armatura compressa
$\epsilon_s =$	-0.0114		deformazione dell'armatura tesa

Calcolo del momento resistente

$\sigma'_s =$	403.30	N/mm ²	tensione nell'armatura compressa
$\sigma_s =$	-413.69	N/mm ²	tensione nell'armatura tesa
$y'_c =$	253.31	mm	Asse neutro per l'equilibrio alla traslazione (compreso fra 0 e h)
$A'_s =$	911.06	mm ²	Armatura compressa
$A_s =$	911.06	mm ²	Armatura tesa
$N'_s =$	3.67E+05	N	Sforzo nell'armatura compressa
$N_s =$	-3.77E+05	N	Sforzo nell'armatura tesa
$N_{s,lat} =$	-1.76E+05	N	Sforzo risultante nell'armatura laterale
$\sigma_c(y_c) =$	3452.83	N/mm	Area sottesa dal diagramma delle tensioni nel cls
$N_c =$	1.04E+06	N	Sforzo nel calcestruzzo compresso
$\Delta N(y_c) =$	-7.68E-09	N	equilibrio alla traslazione
$y'_G =$	113.19	mm	Distanza del punto di applicazione della risultante dal lembo compres
$M_{Rd,y+} =$	532.90	kNm	momento resistente positivo allo SLU
$M_{Rd,y-} =$	532.90	kNm	momento resistente negativo allo SLU

Calcolo del momento resistente MRd,z intorno a z

$y_c =$	108.23	mm	Asse neutro
---------	--------	----	-------------

Deformazioni nell'acciaio d'armatura

$\varepsilon'_s =$	0.0050		deformazione dell'armatura compressa
$\varepsilon_s =$	-0.0103		deformazione dell'armatura tesa

Calcolo del momento resistente

$\sigma'_s =$	401.14	N/mm ²	tensione nell'armatura compressa
$\sigma_s =$	-411.64	N/mm ²	tensione nell'armatura tesa
$y'_c =$	108.23	mm	Asse neutro per l'equilibrio alla traslazione (compreso fra 0 e h)
$A'_s =$	1'112.12	mm ²	Armatura compressa
$A_s =$	1'112.12	mm ²	Armatura tesa
$N'_s =$	4.46E+05	N	Sforzo nell'armatura compressa
$N_s =$	-4.58E+05	N	Sforzo nell'armatura tesa
$N_{s,lat} =$	-1.71E+05	N	Sforzo nell'armatura laterale
$\sigma_c(y_c) =$	1475.30	N/mm	Area sottesa dal diagramma delle tensioni nel cls
$N_c =$	1.03E+06	N	Sforzo nel calcestruzzo compresso
$\Delta N(y_c) =$	-5.18E-04	N	equilibrio alla traslazione
$y'_G =$	48.36	mm	Distanza del punto di applicazione della risultante dal lembo compres
$M_{Rd,z} =$	219.51	kNm	momento resistente positivo allo SLU

Forma del dominio di resistenza

$N_{Rcd} =$	2'975	kN	Resistenza a compressione del solo calcestruzzo
$N_{Ed}/N_{Rcd} =$	0.29		Rapporto fra sforzo normale e resistenza calcestruzzo
$\alpha_{man} =$	1.50		Coefficiente di forma del dominio di resistenza (scelta manuale)
$\alpha_{aut} =$	1.15		Coefficiente di forma del dominio di resistenza (calcolo autom.)
Scelta:	Manuale		Opzione scelta
$\alpha =$	1.50		Coefficiente di forma del dominio di resistenza

Verifica a pressoflessione deviata

$$\left(\frac{M_{E_{yd}}}{M_{R_{yd}}} \right)^{\alpha} + \left(\frac{M_{E_{zd}}}{M_{R_{zd}}} \right)^{\alpha} \leq 1$$

$$\alpha = 1.50$$

$$M_{ed,y}/M_{Rd,y} = 0.11$$

$$M_{ed,z}/M_{Rd,z} = 0.27$$

$$SF = 0.181$$

Dettagli costruttivi - cap. 4 NTC

$A_s =$	3'028	mm ²	Armatura longitudinale totale
$A_c =$	210'000	mm ²	Area di solo calcestruzzo
$A_{smin,1} =$	217	mm ²	Limite minimo = 0.10*NEd/fyd
$A_{smin,2} =$	630	mm ²	Limite minimo = 0.003*Ac
$A_{smax} =$	8'400	mm ²	Limite massimo = 0.04*Ac

Spaziatura netta fra le barre longitudinali EC2 2004 - par.8.2

$\phi_{max} =$	16	mm	Diametro massimo delle barre longitudinali
$k_1 =$	1		Coefficiente di amplificazione EC2 2004 - par.8.2
$k_2 =$	5	mm	Fattore EC2 2004 - par.8.2
$d_g =$	20	mm	Dimensione massima dell'aggregato del cls
$i_{f,1} =$	20	mm	Interferro netto minimo (valore da normativa EC2)
$i_{f,2} =$	16	mm	Interferro netto minimo ($k_1 * \phi_{max}$)
$i_{f,3} =$	25	mm	Interferro netto minimo ($d_g + k_2$)
$i_{f,min} =$	25	mm	Interferro minimo da Normativa
$i_{f,sup} =$	63	mm	Interferro netto superiore
$i_{f,inf} =$	63	mm	Interferro netto inferiore
$i_{f,lat} =$	143	mm	Interferro netto laterale

Dettagli costruttivi - cap. 7 NTC

$\rho =$	0.014	Percentuale geometrica di armatura $\rho = A_s/(b \cdot x_h)$
$\rho_{min} =$	0.010	Limite minimo
$\rho_{max} =$	0.040	Limite massimo