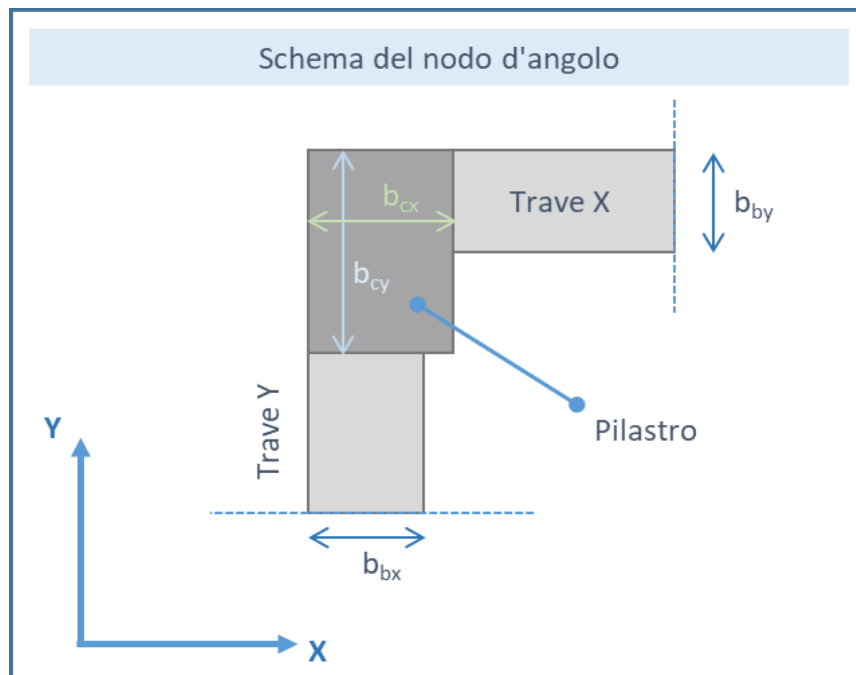


Nodo d'angolo - Verifica di resistenza del nodo trave-pilastro

**Pilastrò**

$b_{cx} =$	30.00	cm	Dimensione del pilastrò in direzione x
$b_{cy} =$	70.00	cm	Dimensione del pilastrò in direzione y
$d' =$	3.00	cm	Copriferro (distanza fra bordo sezione e baricentro tondini)
$\rho_{st,pil.sup} =$	14.00	cm	Passo delle staffe del pil. sup. nella zona adiacente al nodo
$\rho_{st,pil.inf} =$	14.00	cm	Passo delle staffe del pil. inf. nella zona adiacente al nodo

Sforzo normale nel pilastrò

$N_{pil.sup} =$	50.00	kN	Sforzo normale nel pilastrò al di sopra del nodo
$N_{pil.inf} =$	50.00	kN	Sforzo normale nel pilastrò al di sotto del nodo

Taglio nel pilastrò

$V_{c,x} =$	100.00	kN	Forza di taglio in dir. X nel pilastrò al di sopra del nodo
$V_{c,y} =$	95.00	kN	Forza di taglio in dir. Y nel pilastrò al di sopra del nodo

Trave in direzione X

$b_{by} =$	30.00	cm	Base della sezione
$h_{by} =$	60.00	cm	Altezza della sezione
$d' =$	3.00	cm	Copriferro (distanza fra bordo sezione e baricentro tondini)
$e_y =$	0.00	cm	Eccentricità fra asse della trave e asse del pilastrò

Armatura della trave

$A_{s1,x} =$	602.00	mm ²	Armatura superiore della trave
$A_{s2,x} =$	602.00	mm ²	Armatura inferiore della trave

Trave in direzione Y

$b_{bx} =$	60.00	cm	Base della sezione
$h_{bx} =$	24.00	cm	Altezza della sezione
$d' =$	3.00	cm	Copriferro (distanza fra bordo sezione e baricentro tondini)
$e_x =$	0.00	cm	Eccentricità fra asse della trave e asse del pilastrò

Armatura della trave

Relazione di calcolo**Verifica di resistenza
del nodo trave-pilastro**

$A_{s1,y} =$	549.00	mm ²	Armatura superiore della trave
$A_{s2,y} =$	439.00	mm ²	Armatura inferiore della trave

Calcestruzzo

$f_{ck} =$	25.00	N/mm ²	Resistenza caratteristica a compressione del calcestruzzo
$\alpha_{cc} =$	0.85		Coefficiente riduttivo per resistenze di lunga durata
$\gamma_c =$	1.50		Coefficiente parziale di sicurezza

Acciaio

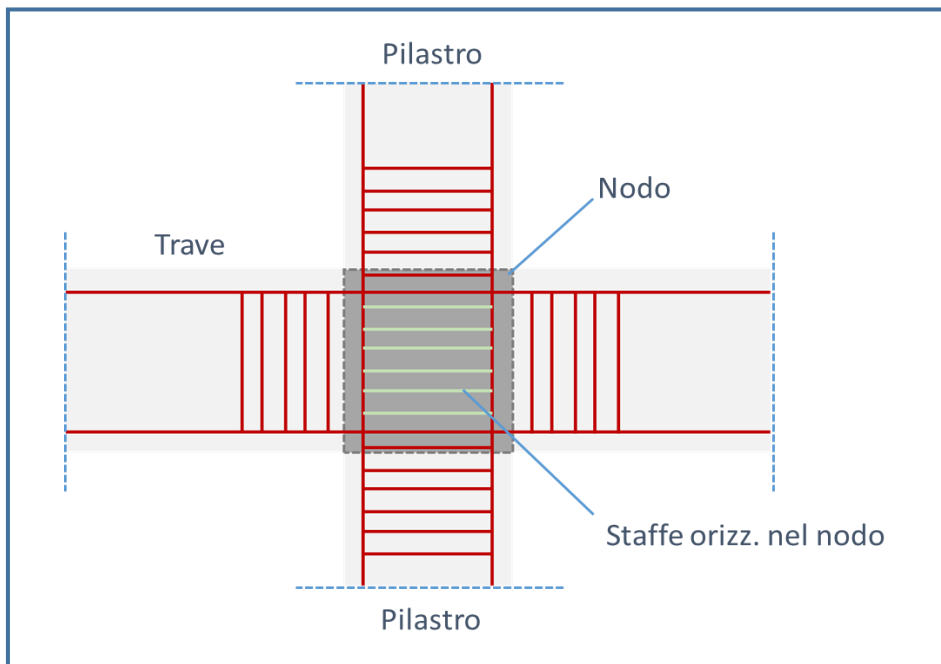
$f_{yk} =$	450.00	N/mm ²	Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
$\gamma_s =$	1.15		Coefficiente parziale di sicurezza dell'acciaio

Comportamento strutturale e duttilità

Comp. dissipativo	Comportamento strutturale	
Duttilità: CD"A" - classe di duttilità alta	Classe di duttilità della struttura	
$\gamma_{Rd} =$	1.20	Fattore di sovraresistenza

Staffe orizzontali di confinamento nel nodo

$\phi_{st,conf} =$	8	mm	Diametro delle staffe di confinamento
$p_{st} =$	4.00	cm	Passo delle staffe di confinamento
$n_{b,x} =$	2		Numero di bracci delle staffe - direz.X
$n_{b,y} =$	2		Numero di bracci delle staffe - direz. Y

**Tipologia di nodo - controllo condizioni geometriche**

Tipologia di nodo	non interamente confinato
-------------------	---------------------------

Necessità della verifica di resistenza dei nodi

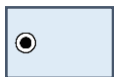
Secondo NTC2018	necessaria
Secondo Circolare 2019	necessaria

Verifica del nodo a taglio-compressione						Ed/Rd	Esito	
Direzione X								
	$V_{jbd,x} =$	182.68	\leq	$V_{j,Rdx} =$	647.98	kN	✔ 0.28	Positivo
Direzione Y								
	$V_{jbd,y} =$	162.79	\leq	$V_{j,Rdy} =$	2303.91	kN	✔ 0.07	Positivo

Verifica per taglio-trazione

Nodo fessurato

Capacità del nodo in trazione affidata alle staffe orizzontali
formule [7.4.11] e [7.4.12] NTC2018



Nodo non fessurato

Le tensioni nel nodo non superano la resistenza a trazione del cls
formula [7.4.10] NTC2018

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo fessurato						Ed/Rd	Esito	
Direzione X								
	$R_{d,st,x} =$	550.73	$>$	$E_{d,st,int,x} =$	251.19	kN	-	-
Direzione Y								
	$R_{d,st,y} =$	550.73	$>$	$E_{d,st,int,y} =$	183.18	kN	-	-

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo non fessurato						Ed/Rd	Esito	
Direzione X - formula [7.4.10]								
	Term.1,x	2.27	$>$	Term.2,x	-0.24	kN	✔ -0.11	Positivo
Direzione Y - formula [7.4.10]								
	Term.1,y	1.70	$>$	Term.2,y	-1.62	kN	✔ -0.95	Positivo

Passo massimo delle staffe nel nodo						Ed/Rd	Esito	
Passo max delle staffe nel nodo								
	$p_{st} =$	4.00	\leq	$p_{st,max1} =$	14.00	cm	✔ 0.29	Positivo
Passo max delle staffe nel nodo								
	$p_{st} =$	4.00	\leq	$p_{st,max2} =$	15.00	cm	✔ 0.27	Positivo

Eccentricità max fra asse della trave e asse del pilastro						Ed/Rd	Esito	
Trave in direzione X								
	$e_y =$	0.00	\leq	$1/4 \cdot b_{cy} =$	17.50	cm	✔ 0.00	Positivo
Trave in direzione Y								
	$e_x =$	0.00	\leq	$1/4 \cdot b_{cx} =$	7.50	cm	✔ 0.00	Positivo
dettagli costruttivi:		non è necessaria armatura aggiuntiva per la trasmissione degli sforzi						

Verifica dell'interfero delle staffe del nodo						Ed/Rd	Esito
---	--	--	--	--	--	-------	-------

Interferro delle staffe nel nodo								
	$i_f =$	32.00	\geq	$i_{f,min} =$	25.00	mm	✔ 0.78	Positivo

Proprietà dei materiali

Resistenza del calcestruzzo

$f_{ctm} =$	2.56	N/mm ²	Resistenza media a trazione del calcestruzzo
$f_{ctk} =$	1.80	N/mm ²	Resistenza caratteristica a trazione del calcestruzzo
$f_{cd} =$	14.17	N/mm ²	Resistenza di progetto a compressione del calcestruzzo
$f_{ctd} =$	1.71	N/mm ²	Resistenza di progetto a trazione del calcestruzzo

Resistenza dell'acciaio

$f_{yd} =$	391.30	N/mm ²	Tensione di snervamento di progetto dell'acciaio
------------	--------	-------------------	--

Larghezza effettiva del nodo

Larghezza effettiva del nodo - direzione X

$b_{jx,a} =$	60.00	cm	
$b_{jx,b} =$	65.00	cm	
$b_{jx} =$	60.00	cm	Larghezza effettiva del nodo indirezione x

Larghezza effettiva del nodo - direzione Y

$b_{jy,a} =$	70.00	cm	
$b_{jy,b} =$	45.00	cm	
$b_{jy} =$	45.00	cm	Larghezza effettiva del nodo indirezione y

Domanda a taglio

Domanda a taglio in direzione orizzontale X

$V_{jbd,est,X} =$	182.68	kN	Domanda a taglio per nodi esterni
-------------------	--------	----	-----------------------------------

Domanda a taglio in direzione orizzontale Y

$V_{jbd,est,Y} =$	162.79	kN	Domanda a taglio per nodi esterni
-------------------	--------	----	-----------------------------------

Capacità a taglio

Capacità a taglio compressione - direzione X

nodo:	esterno		Tipologia di nodo
$\alpha_{j,x} =$	0.48		Coeff. Correttivo: 0.6 per nodo interno, 0.48 per nodo esterno
$\eta_x =$	0.43		Coefficiente correttivo
$b_{jy} =$	45.00	cm	Larghezza effettiva del nodo
$h_{j,c,x} =$	24.00	cm	Distanza fra le giaciture più esterne delle armature del pilastro
$A_c =$	2100.0	cm ²	Area di calcestruzzo del pilastro
$v_{d,sup} =$	0.017		Sforzo normale normalizzato
$V_{j,Rdx} =$	647.98	kN	Resistenza a taglio-compressione

Capacità a taglio compressione - direzione Y

nodo:	esterno		Tipologia di nodo
-------	---------	--	-------------------

Relazione di calcolo

Verifica di resistenza
del nodo trave-pilastro

$\alpha_{j,y} =$	0.48		Coeff. Correttivo: 0.6 per nodo interno, 0.48 per nodo esterno
$\eta_y =$	0.43		Coefficiente correttivo
$b_{jx} =$	60.00	cm	Larghezza effettiva del nodo
$h_{j,c,y} =$	64.00	cm	Distanza fra le giaciture più esterne delle armature del pilastro
$A_c =$	2100.0	cm ²	Area di calcestruzzo del pilastro
$v_{d,sup} =$	0.017		Sforzo normale normalizzato
$V_{j,Rdy} =$	2303.91	kN	Resistenza a taglio-compressione

Verifica del nodo a taglio-compressione						Ed/Rd	Esito	
Direzione X								
	$V_{jbd,x} =$	182.68	\leq	$V_{j,Rdx} =$	647.98	kN	✔ 0.28	Positivo
Direzione Y								
	$V_{jbd,y} =$	162.79	\leq	$V_{j,Rdy} =$	2303.91	kN	✔ 0.07	Positivo

Staffe orizzontali di confinamento nel nodo - nodo non fessurato

$A_{1\phi} =$	50.27	mm ²	Area della sezione della staffe
$n_{st} =$	14		Numero di staffe orizzontali nel nodo
$A_{sh,x} =$	1407.43	mm ²	Area totale della sezione delle staffe - dir. X
$A_{sh,y} =$	1407.43	mm ²	Area totale della sezione delle staffe - dir. Y

Confinamento delle staffe - direzione X

$f_{ywd} =$	391.30	N/mm ²	Resistenza di progetto a trazione delle staffe
$h_{jw,x} =$	54.00	cm	Distanza fra le giaciture di armature sup. e inf. della trave

Term.1,x 2.27 N/mm² Termine a sinistra della disuguaglianza [7.4.10]

Term.2.1 2.86 (N/mm²)² Componente del Term.2

Term.2.2 1.95 N/mm² Componente del Term.2

Term.2.3 1.47 N/mm² Componente del Term.2

Term.2,x -0.24 N/mm² Termine a destra della disuguaglianza [7.4.10]

Confinamento delle staffe - direzione Y

$f_{ywd} =$	391.30	N/mm ²	Resistenza di progetto a trazione delle staffe
$h_{jw,y} =$	54.00	cm	Distanza fra le giaciture di armature sup. e inf. della trave

Term.1,y 1.70 N/mm² Termine a sinistra della disuguaglianza [7.4.10]

Term.2.1 0.18 (N/mm²)² Componente del Term.2

Term.2.2 1.95 N/mm² Componente del Term.2

Term.2.3 0.09 N/mm² Componente del Term.2

Term.2,y -1.62 N/mm² Termine a destra della disuguaglianza [7.4.10]

Scelta: 2 Scelta della tipologia di verifica (nodo fessurato o non fessurato)

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo non fessurato						Ed/Rd	Esito
Direzione X - formula [7.4.10]							

	Term.1,x	2.27	>	Term.2,x	-0.24	kN	✔ -0.11	Positivo
Direzione Y - formula [7.4.10]								
	Term.1,y	1.70	>	Term.2,y	-1.62	kN	✔ -0.95	Positivo

Verifica a trazione staffe - nodo fessurato

Verifica a trazione delle staffe orizzontali - direzione X

(alternativa alla precedente verifica)

 $R_{d,st,x} = 550.73$ kN Resistenza a trazione delle staffe di confinamento orizzontali $E_{d,st,est,x} = 251.19$ kN Azione di progetto per nodi esterni

Verifica a trazione delle staffe orizzontali - direzione Y

(alternativa alla precedente verifica)

 $R_{d,st,y} = 550.73$ kN Resistenza a trazione delle staffe di confinamento orizzontali $E_{d,st,est,y} = 183.18$ kN Azione di progetto per nodi esterni

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo fessurato						Ed/Rd	Esito
Direzione X							
	$R_{d,st,x} =$	550.73	>	$E_{d,st,int,x} =$	251.19	kN	-
Direzione Y							
	$R_{d,st,y} =$	550.73	>	$E_{d,st,int,y} =$	183.18	kN	-

Controllo sul passo delle staffe

 $p_{st,pil,max} = 14.00$ cm passo delle staffe massimo nel pilastro $p_{st,max1} = 14.00$ cm passo delle staffe max nel nodo $p_{st,max2} = 15.00$ cm passo delle staffe max nel nodo

Passo massimo delle staffe nel nodo						Ed/Rd	Esito
Passo max delle staffe nel nodo							
	$p_{st} =$	4.00	\leq	$p_{st,max1} =$	14.00	cm	✔ 0.29
Passo max delle staffe nel nodo							
	$p_{st} =$	4.00	\leq	$p_{st,max2} =$	15.00	cm	✔ 0.27

Eccentricità fra asse trave e pilastro

Eccentricità fra asse trave e asse pilastro						Ed/Rd	Esito
Trave in direzione X							
	$e_y =$	0.00	\leq	$1/4 \cdot b_{cy} =$	17.50	cm	✔ 0.00
Trave in direzione Y							
	$e_x =$	0.00	\leq	$1/4 \cdot b_{cx} =$	7.50	cm	✔ 0.00
dettagli costruttivi:							
non è necessaria armatura aggiuntiva per la trasmissione degli sforzi							

Verifica sull'interfero delle staffe nel nodo

Spaziatura netta fra le barre EC2 2004 - par.8.2

$\phi_{st,conf} =$	8	mm	Diametro delle staffe nel nodo
$k_1 =$	1.00		Coefficiente di amplificazione EC2 2004 - par.8.2
$k_2 =$	5.00	mm	Fattore EC2 2004 - par.8.2
$d_g =$	20	mm	Dimensione massima dell'aggregato del cls
$i_{f,1} =$	20	mm	Interfero netto minimo (valore da normativa EC2)
$i_{f,2} =$	8	mm	Interfero netto minimo ($k_1 \cdot \phi_{max}$)
$i_{f,3} =$	25	mm	Interfero netto minimo ($d_g + k_2$)
$i_{f,min} =$	25	mm	Interfero minimo da Normativa
$i_f =$	32	mm	Interfero netto

Verifica dell'interfero delle staffe del nodo						Ed/Rd	Esito
Interfero delle staffe nel nodo							
	$i_f =$	32.00	\geq	$i_{f,min} =$	25.00	mm	✔ 0.78
							Positivo