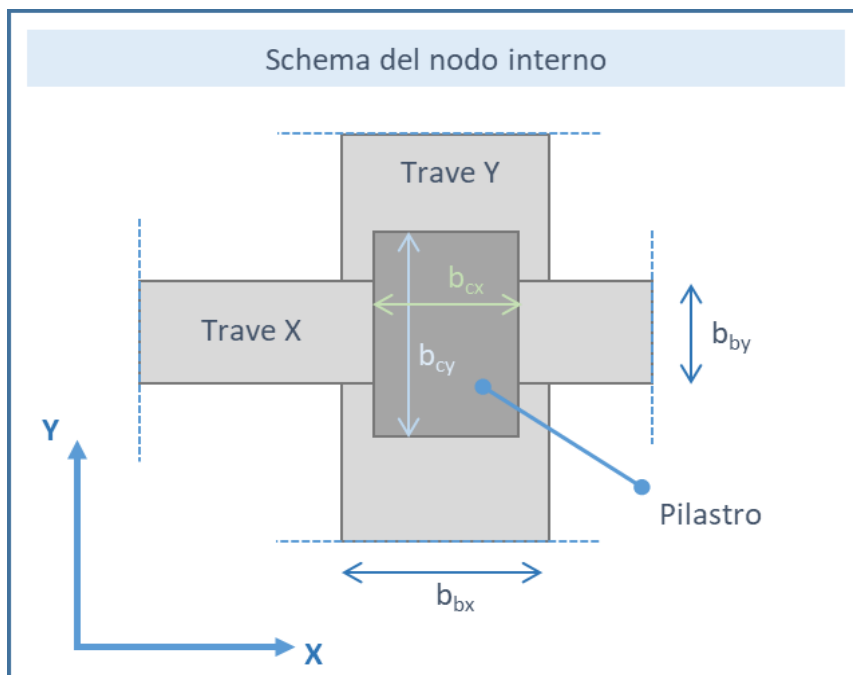


Nodo interno - Verifica di resistenza del nodo trave-pilastro

**Pilastro**

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

Sforzo normale nel pilastro

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

Taglio nel pilastro

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

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)

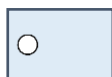
Esito delle verifiche

Tipologia di nodo - controllo condizioni geometriche						
Direzione X	$b_{bx} =$	60.00	\geq	$3/4 * b_{cx} =$	22.50	cm
Direzione Y	$b_{by} =$	60.00	\geq	$3/4 * b_{cy} =$	22.50	cm
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-comprensione						Ed/Rd	Esito	
Direzione X								
	$V_{jbd,x} =$	418.24	\leq	$V_{j,Rdx} =$	813.24	kN	✔ 0.51	Positivo
Direzione Y								
	$V_{jbd,y} =$	330.27	\leq	$V_{j,Rdy} =$	2891.52	kN	✔ 0.11	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	$>$	$E_{d,st,int,x} =$	511.28	kN	-	-
Direzione Y								
	$R_{d,st,y} =$	550.73	$>$	$E_{d,st,int,y} =$	419.55	kN	-	-

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo non fessurato						Ed/Rd	Esito	
Direzione X - formula [7.4.10]								
	Term.1,x	2.27	\leq	Term.2,x	5.99	kN	✘ 2.64	Negativo
Direzione Y - formula [7.4.10]								
	Term.1,y	1.70	$>$	Term.2,y	-1.33	kN	✔ -0.78	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	$1/4 * b_{cy} =$	17.50	cm	✔ 0.00	Positivo
Trave in direzione Y								
	$e_x =$	0.00	\leq	$1/4 * b_{cx} =$	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	
Interfero delle staffe nel nodo								
	$i_f =$	32.00	\geq	$i_{f,min} =$	25.00	mm	✔ 0.78	Positivo

Sviluppo dei calcoli

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

$V_{jbd,int,X} =$	418.24	kN	Domanda a taglio per nodi interni
-------------------	--------	----	-----------------------------------

Domanda a taglio in direzione orizzontale Y

$V_{jbd,int,Y} =$	330.27	kN	Domanda a taglio per nodi interni
-------------------	--------	----	-----------------------------------

Capacità a taglio

Capacità a taglio compressione - direzione X

nodo:	interno		Tipologia di nodo
$\alpha_{j,x}$ =	0.60		Coeff. Correttivo: 0.6 per nodo interno, 0.48 per nodo esterno
η_x =	0.54		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
$V_{j,Rdx}$ =	813.24	kN	Resistenza a taglio-compressione

Capacità a taglio compressione - direzione Y

nodo:	interno		Tipologia di nodo
$\alpha_{j,y}$ =	0.60		Coeff. Correttivo: 0.6 per nodo interno, 0.48 per nodo esterno
η_y =	0.54		Coefficiente correttivo
	0.00		
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
$V_{j,Rdy}$ =	2891.52	kN	Resistenza a taglio-compressione

Verifica del nodo a taglio-compressione						Ed/Rd	Esito	
Direzione X								
	$V_{jbd,x}$ =	418.24	≤	$V_{j,Rdx}$ =	813.24	kN	✔ 0.51	Positivo
Direzione Y								
	$V_{jbd,y}$ =	330.27	≤	$V_{j,Rdy}$ =	2891.52	kN	✔ 0.11	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 superiori e inferiori della trave
Term.1,x	2.27	N/mm ²	Termine a sinistra della disuguaglianza [7.4.10]
Term.2.1	15.00	(N/mm ²) ²	Componente del Term.2
Term.2.2	1.95	N/mm ²	Componente del Term.2
Term.2.3	7.70	N/mm ²	Componente del Term.2
Term.2,x	5.99	N/mm ²	Termine a destra della disuguaglianza [7.4.10]

Confinamento delle staffe - direzione Y

$f_{ywd} = 391.30$ N/mm² Resistenza di progetto a trazione delle staffe
 $h_{jw,y} = 54.00$ cm Distanza fra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave

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

Term.2.1 = 0.74 (N/mm²)² Componente del Term.2

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

Term.2.3 = 0.38 N/mm² Componente del Term.2

Term.2,y = -1.33 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	5.99	kN	✘ 2.64 -
Direzione Y - formula [7.4.10]							
	Term.1,y	1.70	>	Term.2,y	-1.33	kN	✔ -0.78 -

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

$E_{d,st,int,x} = 511.28$ kN Azione di progetto per nodi interni

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

$E_{d,st,int,y} = 419.55$ kN Azione di progetto per nodi interni

Verifica del nodo a taglio-trazione - Nodo fessurato						Ed/Rd	Esito
Direzione X							
	$R_{d,st,x} =$	550.73	>	$E_{d,st,int,x} =$	511.28	kN	- -
Direzione Y							
	$R_{d,st,y} =$	550.73	>	$E_{d,st,int,y} =$	419.55	kN	✔ 0.76 -

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	Positivo
Passo max delle staffe nel nodo								
	$p_{st} =$	4.00	\leq	$p_{st,max2} =$	15.00	cm	✔ 0.27	Positivo

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	$1/4*b_{cy} =$	17.50	cm	✔ 0.00	Positivo
Trave in direzione Y								
	$e_x =$	0.00	\leq	$1/4*b_{cx} =$	7.50	cm	✔ 0.00	Positivo
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 ($k_1*\phi_{max}$)
$i_{f,3} =$	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