

Verifica di travi in legno con soletta in CA collaborante

Il presente documento riporta la verifica di travi in legno con soletta in CA collaborante.
 Il foglio utilizza le indicazioni delle seguenti norme: D.M. 14.01.2008, CNR-DT 206/2007, Eurocodice 5.
 Per il calcolo della resistenza caratteristica di giunti si utilizza la formula di Johansen (1949).

Legenda

Dati di input (in ordine di inserimento)

- Classe Legno - Classe di resistenza del legno della trave
- Classe di servizio - Classe di servizio dell'ambiente
- γ_M - Coefficiente di sicurezza del materiale
- L - Luce di calcolo della trave in legno
- b_w - Larghezza di calcolo della sezione della trave in legno
- h_w - Altezza di calcolo della sezione della trave in legno
- Classe CLS - Classe di resistenza del calcestruzzo
- ρ_{CLS} - Peso specifico del calcestruzzo
- b_c - Larghezza di calcolo della sezione collaborante della soletta in calcestruzzo
- h_c - Altezza di calcolo della sezione collaborante della soletta in calcestruzzo
- R.E.S. - Dimensioni della rete elettrosaldata presente nella soletta collaborante
- \emptyset - Diametro di calcolo del connettore
- f_{yk} - Resistenza caratteristica di snervamento dell'acciaio del connettore
- s_{eq} - Passo dei connettori
- h_L - Altezza di calcolo dell'eventuale assito in legno
- K_p - Rigidezza della connessione in esercizio
- K_u - Rigidezza della connessione allo stato limite ultimo SLU
- $K_{ser,fin}$ - Rigidezza della connessione in esercizio a lungo termine
- $F_{V,Rk}$ - Taglio resistente della connessione
- L_c - Profondità di posa del connettore nel calcestruzzo
- L_w - Profondità di posa del connettore nel legno
- n - Coefficiente di omogeneizzazione di calcolo
- G_1 - Peso proprio della trave in legno e della soletta
- G_2 - Carico permanente portato dalla trave in legno
- Q_1 - Carico variabile portato dalla trave in legno
- γ_G - Coefficiente di sicurezza sui carichi
- α - Coefficiente per il calcolo del momento flettente sollecitante
- β - Coefficiente per il calcolo del taglio sollecitante
- Durata - Durata del tipo di carico
- χ - Coefficiente per il calcolo dello spostamento verticale
- u_0 - Controfreccia iniziale
- $\psi_{2,i}$ - Coefficiente di combinazione

Dati di output (in ordine di calcolo)

- E_w - Modulo elastico del legno
- A_w - Area della sezione della trave in legno
- I_w - Modulo di inerzia della sezione della trave in legno
- W_w - Modulo di resistenza della sezione della trave in legno
- f_{ck} - Resistenza caratteristica cilindrica a compressione del calcestruzzo
- f_{cd} - Resistenza di progetto del calcestruzzo
- E_c - Modulo elastico del calcestruzzo
- A_c - Area della sezione di calcestruzzo collaborante
- S_c - Momento statico della sezione di calcestruzzo collaborante
- I_c - Modulo di inerzia della sezione di calcestruzzo collaborante
- W_c - Modulo di resistenza della sezione di calcestruzzo collaborante
- f_{hc} - Resistenza caratteristica a rifollamento del calcestruzzo
- ρ_k - Peso specifico del legno
- f_{hw} - Resistenza caratteristica a rifollamento del legno
- β_R - Rapporto tra le resistenze a rifollamento
- M_v - Momento resistente del connettore
- d_a - Distanza tra i baricentri della sezione in legno e della sezione di calcestruzzo collaborante
- y_a - Distanza dell'asse neutro dall'estradosso della sezione di calcestruzzo collaborante
- I_o - Modulo di inerzia della sezione di legno e calcestruzzo (connessione nulla)
- I_{id} - Modulo di inerzia della sezione omogenea (connessione perfetta)
- A_{id} - Area della sezione omogenea
- $Y_{SLE SLU SER,fin}$ - Coefficiente di efficacia della connessione agli SLER, SLU e SLER a lungo termine
- $I_{eff,SLE SLU SER,fin}$ - Modulo di inerzia efficace agli SLER, SLU e SLER a lungo termine
- M_{ED} - Momento flettente sollecitante di progetto
- N_{ED} - Carico assiale sollecitante di progetto
- V_{Ed} - Taglio sollecitante di progetto
- k_{mod} - Coefficiente correttivo per durata del carico e umidità dell'ambiente



- $\sigma_{m,d}$ - Tensione di calcolo per flessione retta
- $\sigma_{m,d}$ - Tensione di calcolo per flessione deviata
- $f_{m,d}$ - Resistenza di calcolo a flessione
- τ_d - Tensione tangenziale massima
- $f_{v,d}$ - Resistenza di calcolo a taglio
- k_{def} - Coefficiente correttivo deformabilità per temp, viscosità e umidità dell'ambiente
- $u_{G,in}$ - Deformazione istantanea dovuta ai carichi permanenti
- $u_{O,in}$ - Deformazione istantanea dovuta ai carichi variabili
- u_{in} - Deformazione istantanea totale
- $u_{G,fin}$ - Deformazione a lungo termine dovuta ai carichi permanenti
- $u_{O,fin}$ - Deformazione a lungo termine dovuta ai carichi variabili
- u_{fin} - Deformazione a lungo termine totale
- w_{creep} - Deformazione dovuta a effetti viscosi
- $u_{net,fin}$ - Deformazione finale netta

Normativa di riferimento

D.M. 14.01.2008 - Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni

CNR-DT 206/2007 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno

Versione

STW200805-Connettori

Verifica di travi in legno con soletta in CA collaborante

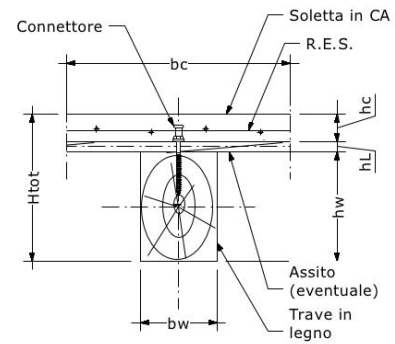
Oggetto: **Esempio**

Caratteristiche meccaniche e geometriche della trave in legno

Classe Legno	C20	$E_w =$	9500 MPa
Classe di servizio	1	$A_w =$	159,5 cm ²
γ_M	1,5	$I_w =$	2795 cm ⁴
L	250 cm	$W_w =$	385 cm ³
b_w	110 mm		
h_w	145 mm		

Caratteristiche meccaniche e geometriche della soletta in CA

Classe CLS	LC20/22	$f_{ck} =$	20,00 MPa
γ_M	1,5	$f_{cd} =$	11,33 MPa
ρ_{CLS}	2500 kg/mc	$E_c =$	29962 Mpa
b_c	109 mm	$A_c =$	55 cm ²
h_c	50 mm	$S_c =$	1005 cm ³
R.E.S.	$\phi 6/10 \times 10$	$I_c =$	114 cm ⁴
a_s (mmq/mm)	0,28	$W_c =$	45 cm ³



Caratteristiche meccaniche e geometriche della connessione

Connettore ϕ	16 mm	$f_{hc} =$	45,33 MPa
f_{yk}	240 MPa	$\rho_k =$	330 kg/mc
passo s_{eq}	100 mm	$f_{hw} =$	22,73 MPa
h_L	22 mm	$\beta_R =$	1,99
$H_{tot} =$	217 mm	$M_v =$	163840 N mm
K_p	12400 N/mm	- Valore teorico secondo §7.1 [EC5] 10716 N/mm	
K_u	8270 N/mm	- Valore teorico secondo § 2.2.2(2) [EC5] 7144 N/mm	
$K_{ser,fin}$	5636 N/mm	- Valore teorico secondo § 2.3.2.2 (2) [EC5] 6698 N/mm	
$F_{v,Rk}$	12900 N	- Valore teorico formula Johansen 1949 modificata 8351 N	
L_c	40 mm		
$h_L =$	22 mm		
L_w	100 mm		
$L_{tot} =$	162 mm		

Caratteristiche meccaniche e geometriche della sezione composta

n	3,263	- Valore teorico $E_c/E_w = 3,154$	
$d_q =$	120 mm		
$y_q =$	82 mm		
$I_o =$	3165 cm ⁴		
$I_{id} =$	15173 cm ⁴		
$A_{id} = A_o =$	337 cm ²		
$\gamma_{SLE} =$	0,4957	$\gamma_{SLU} =$	0,3960
$I_{eff,SLE} =$	9117 cm ⁴	$I_{eff,SLU} =$	7920 cm ⁴
$I_w/I_{eff,SLE} =$	0,3065	$I_w/I_{eff,SLU} =$	0,3529
$n I_c/I_{eff,SLE} =$	0,0406	$n I_c/I_{eff,SLU} =$	0,0468
		$\gamma_{SER,fin} =$	0,3088
		$I_{eff,SER,fin} =$	6873 cm ⁴
		$I_w/I_{eff,SER,fin} =$	0,3529
		$n I_c/I_{eff,SER,fin} =$	0,0468

segue >>>

<<< precede

Analisi dei carichi

P.P. (teorico) =	21 kg/m	Peso proprio della trave e della soletta	
	SLER [kg/m]	γ_G	SLU [kg/m]
Perm. str. g_1 =	75	1,5	113
Perm. non str. g_2 =	100	1,5	150
Variabile q_1 =	100	1,5	150
Totale	$q = 275$ kg/m		$q = 413$ kg/m

Calcolo delle caratteristiche di sollecitazione

Calcolo del momento ($M_{max} = q L^2 / \alpha$) α 8

$M_{Ed,SLU (G1, G2)} = 205$ kg m
 $M_{Ed,SLU (G1, G2, Q)} = 323$ kg m

Calcolo dello sforzo normale ($N_{max} = \gamma M_{max} (I_{id} - I_o) / (I_{eff} d_q)$)

$N_{Ed,SLU (G1, G2)} = 1032$ kg
 $N_{Ed,SLU} = 1621$ kg

Calcolo del taglio ($V_{max} = q L / \beta$) β 2

$V_{Ed,SLU (G1, G2)} = 329$ kg
 $V_{Ed,SLU (G1, G2, Q)} = 516$ kg

Verifica a presso-flessione del travetto SLU

	$M_{Ed,w}$ (kg m)	$N_{Ed,w}$ (kg)	Durata	k_{mod}	$\sigma_{m,d}$	$f_{m,d}$	$\sigma_{m,d} / f_{m,d}$
SLU solo perm.	73	1032	Permanente	0,60	2,53	8,00	0,32
SLU con variab.	114	1621	Media	0,80	3,97	10,67	0,37

Verifica a presso-flessione della soletta in CA

	$M_{Ed,c}$ (kg m)	$N_{Ed,c}$ (kg)	ω_s	$M_{Rd,c}$	$N_{Rd,c}$	$(M_{Ed,c} / M_{Rd,c}) + (N_{Ed,c} / N_{Rd,c})$
SLU con variab.	15	1621	0,288	31	3633	0,93

Verifica a taglio del travetto SLU

	$V_{Ed,w}$ (kg)	Durata	k_{mod}	τ_d	$f_{v,d}$	$\tau_d / f_{v,d}$
SLU solo perm.	329 kg	Permanente	0,60	0,31	0,88	0,35
SLU con variab.	516 kg	Media	0,80	0,49	1,17	0,41

Verifica a taglio SLU del connettore

	V_p (kg)	Durata	k_{mod}	$F_{V,Rd}$ (kg)	$V_p / F_{V,Rd}$
SLU solo perm.	165	Permanente	0,60	516	0,32
SLU con variab.	259	Media	0,80	688	0,38

Verifica deformazione SLE ($u = \chi q l^4 / EJ$)

	χ	u_0 (w_c EC5)	(cm) - controflessa				
	0,0130	0					
	Tipo	$\psi_{2,i}$	k_{def}	K_{ser}	E (GPa)	u (cm)	L/u
$u_{G,in}$ ($u_{inst,G}$ EC5)	perm. istant.	1	0,00	12400	9,50	0,10	2433
$u_{Q,in}$ ($u_{inst,Q}$ EC5)	var. istant.	1	0,00	12400	9,50	0,06	4257
u_{in} (w_{inst} EC5)	tot. istant.				$u_{G,in} + u_{Q,in} =$	0,16	1548
$u_{G,fin}$ ($u_{fin,G}$ EC5)	perm. finale	1	0,60	5636	5,94	0,22	1146
$u_{Q,fin}$ ($u_{fin,Q}$ EC5)	var. finale	0,3	0,60	5636	8,05	0,09	2720
u_{fin} (w_{fin} EC5)	tot. finale				$u_{G,fin} + u_{Q,fin} =$	0,31	806
w_{creep} (EC5)					$u_{fin} - u_{in} =$	0,15	1683
$u_{net,fin}$ ($w_{net,fin}$ EC5) tot. finale netta					$u_{fin} - u_0 =$	0,31	806



Proprietà di resistenza in N/mm²

Classe di resistenza	Tipo	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$E_{0,m}$	$E_{0,05}$	$E_{90,m}$	G_m	ρ_k (kg/mc)	ρ_m (kg/mc)
AC-S1	Abete/Centro Sud	32	19	0,3	24	2,1	3,2	11	7,4	3,7	6,9	280	305
AC-S2	Abete/Centro Sud	28	17	0,3	22	2,1	2,9	10	6,7	3,3	6,3	280	305
AC-S3	Abete/Centro Sud	21	13	0,3	20	2,1	2,3	9,5	6,4	3,2	5,9	280	305
AN-S1	Abete/Nord	29	17	0,4	23	2,9	3	12	8	4	7,5	380	415
AN-S2	Abete/Nord	23	14	0,4	20	2,9	2,5	10,5	7	3,5	6,6	380	415
AN-S3	Abete/Nord	17	10	0,4	18	2,9	1,9	9,5	6,4	3,2	5,9	380	415
C14	Conifere e Pioppo	14	8	0,4	16	2	1,7	7	4,7	0,23	0,44	290	350
C16	Conifere e Pioppo	16	10	0,5	17	2,2	1,8	8	5,4	0,27	0,5	310	370
C18	Conifere e Pioppo	18	11	0,5	18	2,2	2	9	6	0,3	0,56	320	380
C20	Conifere e Pioppo	20	12	0,5	19	2,3	2,2	9,5	6,4	0,32	0,59	330	390
C22	Conifere e Pioppo	22	13	0,5	20	2,4	2,4	10	6,7	0,33	0,63	340	410
C24	Conifere e Pioppo	24	14	0,5	21	2,5	2,5	11	7,4	0,37	0,69	350	420
C27	Conifere e Pioppo	27	16	0,6	22	2,6	2,8	12	8	0,4	0,75	370	450
C30	Conifere e Pioppo	30	18	0,6	23	2,7	3	12	8	0,4	0,75	380	460
C35	Conifere e Pioppo	35	21	0,6	25	2,8	3,4	13	8,7	0,43	0,81	400	480
C40	Conifere e Pioppo	40	24	0,6	26	2,9	3,8	14	9,4	0,47	0,88	420	500
C45	Conifere e Pioppo	45	27	0,6	27	3,1	3,8	15	10	0,5	0,94	440	520
C50	Conifere e Pioppo	50	30	0,6	29	3,2	3,8	16	10,7	0,53	1	460	550
CA-S	Castagno/Italia	28	17	0,5	22	3,8	2	11	8	7,3	9,5	465	550
C-S1	Altre conifere	33	20	0,5	24	4	3,3	12,3	8,2	4,1	7,7	530	575
C-S2	Altre conifere	26	16	0,5	22	4	2,7	11,4	7,6	3,8	7,1	530	575
C-S3	Altre conifere	22	13	0,5	20	4	2,4	10,5	7	3,5	6,6	530	575
D30	Latifoglie	30	18	0,6	23	8	3	10	8	0,64	0,6	530	640
D35	Latifoglie	35	21	0,6	25	8,4	3,4	10	8,7	0,69	0,65	560	670
D40	Latifoglie	40	24	0,6	26	8,8	3,8	11	9,4	0,75	0,7	590	700
D50	Latifoglie	50	30	0,6	29	9,7	4,6	14	11,8	0,93	0,88	650	780
D60	Latifoglie	60	36	0,6	32	10,5	5,3	17	14,3	1,13	1,06	700	840
D70	Latifoglie	70	42	0,6	34	13,5	6	20	16,8	1,33	1,25	900	1080
DI-S1	Douglasia/Italia	40	24	0,4	26	2,6	4	14	9,4	4,7	8,8	400	435
DI-S2-S3	Douglasia/Italia	23	14	0,4	20	2,6	3,4	12,5	8,4	4,2	7,8	420	455
GL24c	Lamellare combinato	24	14	0,35	21	2,4	2,2	11,6	9,4	0,32	0,59	350	427
GL24h	Lamellare omogeneo	24	16,5	0,4	24	2,7	2,7	11,6	9,4	0,39	0,72	380	464
GL28c	Lamellare combinato	28	16,5	0,4	24	2,7	2,7	12,6	10,2	0,39	0,72	380	464



Proprietà di resistenza in N/mm²

Classe di resistenza	Tipo	$f_{m,k}$	$f_{t,0,k}$	$f_{t,90,k}$	$f_{c,0,k}$	$f_{c,90,k}$	$f_{v,k}$	$E_{0,m}$	$E_{0,05}$	$E_{90,m}$	G_m	ρ_k (kg/mc)	ρ_m (kg/mc)
GL28h	Lamellare omogeneo	28	19,5	0,45	26,5	3	3,2	12,6	10,2	0,42	0,78	410	500
GL32c	Lamellare combinato	32	19,5	0,45	26,5	3	3,2	13,7	11,1	0,42	0,78	410	500
GL32h	Lamellare omogeneo	32	22,5	0,5	29	3,3	3,8	13,7	11,1	0,46	0,85	430	525
GL36c	Lamellare combinato	36	22,5	0,5	29	3,3	3,8	14,7	11,9	0,46	0,85	430	525
GL36h	Lamellare omogeneo	36	26	0,6	31	3,6	4,3	14,7	11,9	0,49	0,91	450	549
LI-S	Altre latifoglie/Italia	27	16	0,5	22	3,9	2	11,5	8,4	7,7	7,2	515	560
LN-S1	Larice/Nord	42	25	0,6	27	4	4	13	8,7	4,3	8,1	550	600
LN-S2	Larice/Nord	32	19	0,6	24	4	3,2	12	8	4	7,5	550	600
LN-S3	Larice/Nord	26	16	0,6	22	4	2,7	11,5	7,7	3,8	7,2	550	600
POI-S	Pioppo e Ontano/Italia	26	16	0,4	22	3,2	2,7	8	6,7	5,3	5	420	460
QI-S	Querce caducifoglie/Italia	42	25	0,8	27	5,7	4	12	10,1	800	750	760	825