

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 R1/2018, Eurocodice 5.

LegendaDati di input (in ordine di inserimento)

- Classe Legno - Classe di resistenza del legno della trave
 Classe di servizio - Classe di servizio dell'ambiente
 b_w, h_w - Larghezza ed altezza di calcolo della sezione della trave in legno
 L, i - Luce di calcolo e interasse delle travi in legno
 Classe CLS, ρ_{CLS} - Classe di resistenza del calcestruzzo e peso specifico
 b_c, h_c - Larghezza ed altezza di calcolo della sezione collaborante della soletta
 \emptyset - Diametro di calcolo del connettore
 f_{uk} - Resistenza caratteristica di rottura dell'acciaio del connettore
 L_c, L_w - Profondità di posa del connettore nel calcestruzzo e nel legno
 h_L - Altezza di calcolo dell'eventuale assito in legno
 s_{eq} - Passo dei connettori
 K_{ser} - Rigidezza della connessione in esercizio
 K_u - Rigidezza della connessione allo stato limite ultimo SLU
 $F_{V,Rk}$ - Taglio resistente caratteristico della connessione
 g_1, g_2, q_1 - Carichi distribuiti permanenti (strutturali e non strutturali) e variabili
 γ_F - Coefficienti di sicurezza sui carichi
 $\psi_{2,j}$ - Coefficiente di combinazione per i carichi variabili
 α, β, χ - Coefficiente per il calcolo del momento flettente, del taglio e della freccia
 Durata - Durata del tipo di carico

Dati di output (in ordine di calcolo)

- k_{def} - Coefficiente correttivo deformabilità per temp, viscosità e umidità dell'ambiente
 K_h - Coefficiente correttivo della dimensione della sezione rettangolare
 γ_M - Coefficiente di sicurezza per il legno
 $E_w, A_w, I_w, \rho_m, \rho_k$ - Caratteristiche meccaniche e geometriche della trave in legno
 $f_{m,k}, f_{t,0,k}, f_{c,0,k}, f_{vk}$ - Caratteristiche meccaniche resistenti della trave in legno
 E_c, A_c, I_c - Caratteristiche meccaniche e geometriche della soletta in cemento armato
 f_{ck}, f_{cd}, f_{ctd} - Caratteristiche meccaniche resistenti della soletta in cemento armato
 $f_{h,0,k}$ - Resistenza caratteristica a rifollamento del legno
 $M_{y,k}$ - Momento di snervamento del connettore
 H - Distanza tra i baricentri di trave e soletta
 $K_{ser,EC5}$ - K_{ser} valutata secondo il prospetto 7.1 del §7.1 dell'Eurocodice 5
 $K_{u,EC5}$ - K_u valutato secondo la formula (2.1) del §2.2.2(2) dell'Eurocodice 5
 $q_{Ed,gr}, q_{Ed,g+q}$ - Carichi distribuiti permanenti e totali
 $q_{Ed,rara}, q_{Ed,q,p}$ - Carichi distribuiti per condizione di carico rara e quasi permanente
 $M_{Ed,gr}, M_{Ed,g+q}$ - Momento sollecitante di progetto per carichi permanenti e totali
 $V_{Ed,g+q,r}, V_{Ed,g+q}$ - Taglio sollecitante di progetto per carichi permanenti e totali
 $\gamma_{1,0}, \gamma_{1,\infty}$ - Coefficienti gamma all'istante iniziale e finale
 $(EI)_{ef,\infty}, (EI)_{ef,0}$ - Prodotti dei moduli elastici e dei momenti di inerzia all'istante iniziale e finale
 $\sigma_{c,sup}, \sigma_{c,inf}$ - Tensioni del calcestruzzo al lembo superiore e inferiore
 $\sigma_{m,w}, \sigma_{t,w}, T_w$ - Tensioni del legno dovute a flessione e trazione e tensione tangenziale
 F_{Ed} - Forza di taglio sollecitante sul singolo connettore
 FS - Fattore di sicurezza
 $W_{ist}, W_{q,p,r}, W_{fin}$ - Valori degli abbassamenti istantanei, quasi permanenti e finali

Normativa di riferimento

D.M. 17.01.2018 - Norme Tecniche per le Costruzioni

Circolare C.S.LL.PP. 7 - 21.01.2019

CNR-DT 206 R1/2018 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo delle Strutture di Legno

Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno

Versione

STW201801-Connettori

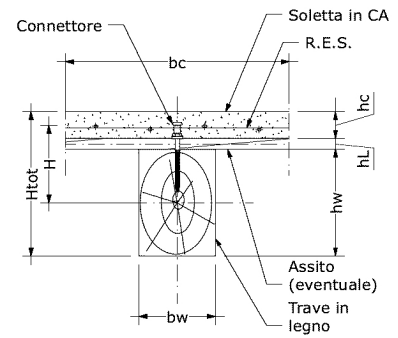


Verifica di travi in legno con soletta in CA collaborante

Oggetto: **Esempio CNR-DT 206 R1/2018**

Caratteristiche meccaniche e geometriche della trave in legno

Classe Legno	GL24h	$k_{def} = 0,6$	$\gamma_M = 1,45$
Classe di servizio	1	$k_h = 1,08$	$f_{m,k} = 24,0$ MPa
b_w	100 mm	$E_w = 11500$ MPa	$f_{t,0,k} = 19,2$ MPa
h_w	280 mm	$A_w = 280$ cm ²	$f_{c,0,k} = 24,0$ MPa
L	500 cm	$I_w = 18293$ cm ⁴	$f_{v,k} = 3,5$ MPa
i	60 cm	$\rho_m = 420$ kg/mc	$\rho_k = 385$ kg/mc

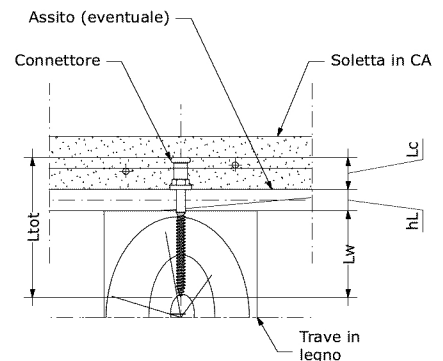


Caratteristiche meccaniche e geometriche della soletta in CA

Classe CLS	C25/30	$E_c = 31476$ MPa	$f_{cd} = 14,17$ MPa
ρ_{cls}	2500 kg/mc	$f_{ck} = 25,00$ MPa	$f_{ctd} = 1,20$ MPa
b_c	600 mm	$A_c = 300$ cm ²	$I_c = 625$ cm ⁴
h_c	50 mm		

Caratteristiche meccaniche e geometriche della connessione

Connettore ϕ	14 mm	$f_{uk} = 540$ MPa
L_c	35 mm	$f_{h,0,k} = 27,15$ MPa
h_L	30 mm	$M_{y,k} = 154685$ N mm
L_w	84 mm	passo $s_{eq} = 125$ mm
$L_{tot} =$	149 mm	$H = 195$ mm
K_{ser}	7335 N/mm	$K_{ser,EC5} = 10479$ N/mm
K_u	4890 N/mm	$K_{u,EC5} = 4890$ N/mm
$F_{v,Rk}$	15758 N	$F_{v,Rk} = 15758$ N



Analisi dei carichi

g_1	163 kg/mq	$\gamma_F = 1,3$	
g_2	95 kg/mq	$\gamma_F = 1,3$	
q_1	200 kg/mq	$\gamma_F = 1,5$	
		$\psi_{2,j} = 0,2$	
		$a = 8$	$M = q L^2/a$
		$\beta = 2$	$V = q L/\beta$
		$\chi = 0,013$	$f = \chi q L^4/EI$

Calcolo delle caratteristiche di sollecitazione

Carichi permanenti	$q_{Ed,g} = 201$ kg/m	$M_{Ed,g} = 629$ kg m	$V_{Ed,g} = 503$ kg
Carichi totali	$q_{Ed,g+q} = 381$ kg/m	$M_{Ed,g+q} = 1191$ kg m	$V_{Ed,g+q} = 953$ kg

Verifica di resistenza allo stato limite ultimo di legno, calcestruzzo e connettore

Verifica per carichi istantanei ($T = 0$)

$\gamma_{1,0} = 0,095$ $(EI)_{ef,0} = 4,97E+12$ N mm²

Carichi	Durata	$\sigma_{c,sup}$	$\sigma_{c,inf}$	$\sigma_{m,w}$	$\sigma_{t,w}$	T_w	F_{Ed}	FS
Permanenti	Permanente	1,57	-0,42	2,04	-0,62	0,19	1732	2,86
Totali	Media	2,98	-0,79	3,86	-1,17	0,37	3280	1,51

Verifica per carichi finali ($T = \infty$)

$\gamma_{1,\infty} = 0,164$ $(EI)_{ef,\infty} = 2,95E+12$ N mm²

Carichi	Durata	$\sigma_{c,sup}$	$\sigma_{c,inf}$	$\sigma_{m,w}$	$\sigma_{t,w}$	T_w	F_{Ed}	FS
Permanenti	Permanente	1,13	0,01	2,15	-0,61	0,41	4361	1,67
Totali	Media	2,14	0,02	4,07	-1,16	0,77	8261	1,02

Verifica deformazione SLE

Verifica abbassamento istantaneo ($T = 0$)

$q_{Ed,rara} = 275$ kg/m $\gamma_{1,0} = 0,136$ $(EI)_{ef,0} = 5,79E+12$ N mm² $w_{ist} = 4,25$ mm

Verifica abbassamento finale massimo ($T = \infty$)

$q_{Ed,q.p.} = 179$ kg/m $\gamma_{1,\infty} = 0,228$ $(EI)_{ef,\infty} = 3,39E+12$ N mm² $w_{q.p.} = 4,72$ mm
 $\Delta q_{Ed,fin} = 96$ kg/m $\gamma_{1,0} = 0,136$ $(EI)_{ef,0} = 5,79E+12$ N mm² $w_{ist} = 1,48$ mm
 $w_{fin} = 6,20$ mm

Note:

Per la verifica a taglio del singolo connettore si utilizzato il coefficiente di sicurezza $\gamma_{m,k} = 1,5$.
 Armare la soletta con rete elettrosaldata (almeno $\phi 6$ 20x20).

Proprietà di resistenza in N/mmq

Classe di resistenza	Tipo	$f_{m,k}$ (MPa)	$f_{t,0,k}$ (MPa)	$f_{t,90,k}$ (MPa)	$f_{c,0,k}$ (MPa)	$f_{c,90,k}$ (MPa)	$f_{v,k}$ (MPa)	$E_{0,m}$ $E_{m,0,m}$ (GPa)	$E_{0,05}$ $E_{m,0,k}$ (GPa)	$E_{90,m}$ $E_{m,90}$ mean (GPa)	G_m (GPa)	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 (UNI EN 338:2016)	14	7,2	0,4	16	2	3	7	4,7	0,23	0,44	290	350
C16	Conifere (UNI EN 338:2016)	16	8,5	0,4	17	2,2	3,2	8	5,4	0,27	0,5	310	370
C18	Conifere (UNI EN 338:2016)	18	10	0,4	18	2,2	3,4	9	6	0,3	0,56	320	380
C20	Conifere (UNI EN 338:2016)	20	11,5	0,4	19	2,3	3,6	9,5	6,4	0,32	0,59	330	390
C22	Conifere (UNI EN 338:2016)	22	13	0,4	20	2,4	3,8	10	6,7	0,33	0,63	340	410
C24	Conifere (UNI EN 338:2016)	24	14,5	0,4	21	2,5	4	11	7,4	0,37	0,69	350	420
C27	Conifere (UNI EN 338:2016)	27	16,5	0,4	22	2,6	4	11,5	7,7	0,38	0,72	360	430
C30	Conifere (UNI EN 338:2016)	30	19	0,4	24	2,7	4	12	8	0,4	0,75	380	460
C35	Conifere (UNI EN 338:2016)	35	22,5	0,4	25	2,7	4	13	8,7	0,43	0,81	390	470
C40	Conifere (UNI EN 338:2016)	40	26	0,4	27	2,8	4	14	9,4	0,47	0,88	400	480
C45	Conifere (UNI EN 338:2016)	45	30	0,4	29	2,9	4	15	10	0,5	0,94	410	490
C50	Conifere (UNI EN 338:2016)	50	33,5	0,4	30	3	4	16	10,7	0,53	1	430	520
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
D18	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	18	11	0,6	18	4,8	3,5	9,5	8	0,63	0,59	475	570
D24	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	24	14	0,6	21	4,9	3,7	10	8,4	0,67	0,63	485	580
D27	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	27	16	0,6	22	5,1	3,8	10,5	8,8	0,7	0,66	510	610
D30	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	30	18	0,6	24	5,3	3,9	11	9,2	0,73	0,69	530	640
D35	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	35	21	0,6	25	5,4	4,1	12	10,1	0,8	0,75	540	650
D40	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	40	24	0,6	27	5,5	4,2	13	10,9	0,87	0,81	550	660
D45	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	45	27	0,6	29	5,8	4,4	13,5	11,3	0,9	0,84	580	700
D50	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	50	30	0,6	30	6,2	4,5	14	11,8	0,93	0,88	620	740
D55	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	55	33	0,6	32	6,6	4,7	15,5	13	1,03	0,97	660	790
D60	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	60	36	0,6	33	10,5	4,8	17	14,3	1,13	1,06	700	840
D65	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	65	39	0,6	35	11,3	5	18,5	15,5	1,23	1,16	750	900
D70	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	70	42	0,6	36	12	5	20	16,8	1,33	1,25	800	960
D75	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	75	45	0,6	37	12,8	5	22	18,5	1,47	1,38	850	1020
D80	Latifoglie (UNI EN 338:2016)	80	48	0,6	38	13,5	5	24	20,2	1,6	1,5	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
GL20h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	20	16	0,5	20	2,5	3,5	8,4	7	0,3	0,65	340	370
GL22h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	22	17,6	0,5	22	2,5	3,5	10,5	8,8	0,3	0,65	370	410
GL24h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	24	19,2	0,5	24	2,5	3,5	11,5	9,6	0,3	0,65	385	420
GL26h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	26	20,8	0,5	26	2,5	3,5	12,1	10,1	0,3	0,65	405	445
GL28h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	28	22,3	0,5	28	2,5	3,5	12,6	10,5	0,3	0,65	425	460
GL30h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	30	24	0,5	30	2,5	3,5	13,6	11,3	0,3	0,65	430	480
GL32h	Lamellare omogeneo (EN 1408)	32	25,6	0,5	32	2,5	3,5	14,2	11,8	0,3	0,65	440	490
GL20c	Lamellare combinato (EN 1408)	20	15	0,5	18,5	2,5	3,5	10,4	8,6	0,3	0,65	355	390
GL22c	Lamellare combinato (EN 1408)	22	16	0,5	20	2,5	3,5	10,4	8,6	0,3	0,65	355	390
GL24c	Lamellare combinato (EN 1408)	24	17	0,5	21,5	2,5	3,5	11	9,1	0,3	0,65	365	400
GL26c	Lamellare combinato (EN 1408)	26	19	0,5	23,5	2,5	3,5	12	10	0,3	0,65	385	420
GL28c	Lamellare combinato (EN 1408)	28	19,5	0,5	24	2,5	3,5	12,5	10,4	0,3	0,65	390	420
GL30c	Lamellare combinato (EN 1408)	30	19,5	0,5	24,5	2,5	3,5	13	10,8	0,3	0,65	390	430



Proprietà di resistenza in N/mm²

Classe di resistenza	Tipo	$f_{m,k}$ (MPa)	$f_{t,0,k}$ (MPa)	$f_{t,90,k}$ (MPa)	$f_{c,0,k}$ (MPa)	$f_{c,90,k}$ (MPa)	$f_{v,k}$ (MPa)	$E_{0,m}$ $E_{m,0,mean}$ (GPa)	$E_{0,05}$ $E_{m,0,k}$ (GPa)	$E_{90,m}$ $E_{m,90,mean}$ (GPa)	G_m (GPa)	ρ_k (kg/mc)	ρ_m (kg/mc)
GL32c	Lamellare combinato (EN 1408)	32	19,5	0,5	24,5	2,5	3,5	13,5	11,2	0,3	0,65	400	440
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
USR	Personale	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	100	100