



FONDAZIONE ORDINE MAURIZIANO

COMUNE DI REVELLO

PROVINCIA DI CUNEO

Concentrico di Staffarda: Abbazia cistercense con tutte le sue pertinenze

**PROGETTO ESECUTIVO PER LAVORI DI RIQUALIFICAZIONE DELLA “MANICA DEI  
RICOSTRUTTORI”: INTERVENTI STRUTTURALI (copertura e consolidamento  
volte/solai) e MANUTENZIONE STRAORDINARIA COPERTURE**



# PROGETTO ESECUTIVO

DOC-IA 06 – Relazione di calcolo delle strutture

# COMUNE DI REVELLO PROVINCIA DI CUNEO



## FONDAZIONE ORDINE MAURIZIANO

Ubicazione: Concentrico di Staffarda: Abbazia cistercense con tutte le sue pertinenze - REVELLO (CN) - fraz. Staffarda

Oggetto: Progetto esecutivo per lavori di riqualificazione della "Manica dei ricostruttori": interventi strutturali (copertura e consolidamento volte/solai)

Descrizione: Tabulati di calcolo opere strutturali

### Progettisti:

#### Coordinamento Generale di Progetto:

FONDAZIONE ORDINE MAURIZIANO  
sede legale: Via Magellano n. 1 - 10128 Torino -  
C.F./P.Iva 09007180012 - Tel. 011 6200617 -  
PEC fondazione@pec.ordinemauriziano.it

#### Coordinamento di progetto

Arch. Luigi Valdemarin - FOM  
l.valdemarin@ordinemauriziano.it

#### Progettazione Architettonica:

Arch. Roberta Margaira - FOM  
r.margaira@ordinemauriziano.it

#### Coordinamento della sicurezza in fase di progettazione:

Arch. Luigi Valdemarin - FOM  
l.valdemarin@ordinemauriziano.it

#### Progettazione Strutturale:

Ing. Roberto Accastelli  
STUDIO TECNICO ING. ROBERTO ACCASTELLI  
via Bollati n.22 - 12033 Moretta (CN)  
Tel. 0172 243384 - Cell. 334 6153270  
E-mail studio.accastelli@gmail.com  
PEC: roberto.accastelli@ingpec.eu  
P. IVA 03980360048 - C.F. CC3RR182C12470Q



Documento:	Tabulati di calcolo			Compilatore:	Tavola:  TCSTR
Data:	20/09/2023	Scala:	–	R.A.	
Sigla Responsabile Qualità Aziendale:		Questo elaborato è di proprietà intellettuale dell'associazione professionale Fondazione Ordine Mauriziano. Ai sensi della legge sui diritti d'autore è vietata qualsiasi forma di divulgazione o riproduzione senza preventiva autorizzazione esplicita dei proprietari.			

Spazio per le firme







## Dati sintesi progetto:

Data : 20/09/2023 18:11:34  
Progetto : manica Ricostruttori  
Committente : Fondazione ordine Mauriziano  
Indirizzo cantiere : Staffarda - Revello (CN)  
Redatto da : Accastelli ing. Roberto  
Note progetto :

Norma di calcolo : NTC 2018 + EC5

## RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE

### Premessa

La presente relazione viene condotta, in regime statico lineare, sugli elementi costruttivi di zone di edificio che condividano la medesima tipologia di carico, in conformità al punto §10.1 del DM 17/01/2018.

Segue inoltre le indicazioni fornite al §10.2 del DM stesso per quanto concerne analisi e verifiche svolte con (F3)l'ausilio di codici di calcolo.

### Descrizione generale dell'opera

Fabbricato ad uso: [Percorso Museale](#)

Ubicazione: [Staffarda](#)

Porzione edificio sottoposta a calcolo: [Copertura](#)

### Quadro normativo di riferimento adottato

1. D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni".
2. UNI EN 1991-1-3:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-3: Azioni in generale - Carichi da neve.
3. UNI EN 1991-1-4:2005 01/07/2005 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-4: Azioni in generale - Azioni del vento.
4. UNI EN 1991-1-5:2004 01/10/2004 Eurocodice 1 - Azioni sulle strutture - Parte 1-5: Azioni in generale - Azioni termiche.
5. UNI EN 1992-1-1:2005 24/11/2005 Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture di calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per (i)gli edifici.
6. UNI EN 1993-1-1:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
7. (F3E1)UNI EN 1993-1-8:2005 01/08/2005 Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture di acciaio - Parte 1-8: Progettazione dei (i)collegamenti.
8. UNI EN 1995-1-1:2014 17/07/2014 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali - Regole comuni e (i)regole per gli edifici.
9. UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 2: fuoco
10. UNI EN 1998-1:2005 01/03/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 1: Regole generali, azioni (i)sismiche e regole per gli edifici.
11. UNI EN 1998-3:2005 01/08/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 3: Valutazione e (i)adeguamento degli edifici.
12. UNI EN 1998-5:2005 01/01/2005 Eurocodice 8 - Progettazione delle strutture per la resistenza sismica - Parte 5: Fondazioni, strutture di (i)contenimento ed aspetti geotecnici.

NOTA : è riportato l'elenco delle normative implementate nel software. Le norme utilizzate per la struttura oggetto della presente relazione sono indicate nel precedente nella sezione relativa alle verifiche dello specifico elemento.

In generale le normative specifiche a cui viene sempre fatto riferimento per ogni elemento costruttivo sono:

- D.Min. Infrastrutture Min. Interni e Prot. Civile 17 Gennaio 2018 e allegate "Norme tecniche per le costruzioni"
- UNI EN 1995-1-1:2014 17/07/2014 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-1: Regole generali
- UNI EN 1995-2:2005 01/01/2005 Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno - Parte 1-2: fuoco

### Azioni di progetto sulla costruzione

Nel capitolo "Azioni sulla costruzione" sono indicate le caratteristiche di zonizzazione e le relative azioni meteoriche e sismiche.

Nel capitolo "Casi di carico" sono indicate le azioni sulla costruzione, in termini di entità, tipologia, durata e relativi coefficienti.

Nel proseguo, in corrispondenza di ogni elemento verificato, vengono definite le combinazioni di carico adottate per ottenere la massima combinazione sollecitazioni-coeff. di durata, che determini la verifica più sfavorevole dell'elemento calcolato.

La verifica della sicurezza degli elementi strutturali avviene con i metodi della scienza delle costruzioni.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensodeformativo indotto da carichi statici.

Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

$$K \cdot u = F \quad (\text{con } K = \text{matrice di rigidezza, } u = \text{vettore spostamenti nodali, } F = \text{vettore forze nodali})$$

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente ad una terna locale all'elemento stesso.

Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto. Gli elementi utilizzati per la modellazione dello schema statico della struttura sono di tipo BEAM (trave-D2)

## Modello numerico

L'analisi condotta è di tipo statico lineare.

Di seguito si indicano l'origine e le caratteristiche dei codici di calcolo:

Titolo:

Versione:

Distributore: Verlam s.a.s. - Serramazzone (MO)

Utente:

Codice licenza:

Ad un attento esame preliminare della documentazione del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e l'idoneità al caso specifico.

La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione:

Verlam s.a.s. ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

## Verifiche agli stati limite ultimi

Nella sezione relativa alla progettazione degli elementi strutturali agli SLU vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità ed i criteri seguiti per valutare la sicurezza della struttura nei confronti delle possibili situazioni di crisi ed i risultati delle valutazioni svolte. In via generale, oltre alle verifiche di resistenza e di spostamento, devono essere prese in considerazione verifiche nei confronti dei fenomeni di instabilità, locale e globale, di fatica, di duttilità, di degrado.

## Verifiche agli stati limite di esercizio

Nella sezione relativa alla progettazione degli elementi strutturali agli SLE vengono indicate, con riferimento alla normativa adottata, le modalità seguite per valutare l'affidabilità della struttura nei confronti delle possibili situazioni di perdita di funzionalità (per eccessive deformazioni, fessurazioni, vibrazioni, etc.) ed i risultati delle valutazioni svolte.

## RELAZIONE SUI MATERIALI

Il capitolo Materiali riporta informazioni esaustive relative all'elenco dei materiali impiegati e loro modalità di posa in opera e ai valori di calcolo.

		GL20h	GL22h	GL24h	GL26h	GL28h	GL30h	GL32h
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	16	17,6	19,2	20,8	22,3	24	25,6
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	8400	10500	11500	12100	12600	13600	14200
	$E_{0,g,05}$	7000	8800	9600	10100	10500	11300	11800
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	340	370	385	405	425	430	440
	$\rho_{g,mean}$	370	410	420	445	460	480	490



		GL20c	GL22c	GL24c	GL26c	GL28c	GL30c	GL32c
Flessione	$f_{m,g,k}$	20	22	24	26	28	30	32
Trazione	$f_{t,0,g,k}$	15	16	17	19	19,5	19,5	19,5
	$f_{t,90,g,k}$	0,5						
Compressione	$f_{c,0,g,k}$	18,5	20	21,5	23,5	24	24,5	24,5
	$f_{c,90,g,k}$	2,5						
Taglio	$f_{v,g,k}$	3,5						
Rototaglio	$f_{r,g,k}$	1,2						
Modulo di elasticità	$E_{0,g,mean}$	10400	10400	11000	12000	12500	13000	13500
	$E_{0,g,05}$	8600	8600	9100	10000	10400	10800	11200
	$E_{90,g,mean}$	300						
	$E_{90,g,05}$	250						
Modulo a taglio	$G_{g,mean}$	650						
	$G_{g,05}$	540						
Modulo a rototaglio	$G_{r,g,mean}$	65						
	$G_{r,g,05}$	54						
Densità	$\rho_{g,k}$	355	355	365	385	390	390	400
	$\rho_{g,mean}$	390	390	400	420	420	430	440

		C14	C16	C18	C20	C22	C24
<b>Resistenze [MPa]</b>		<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>	<b>N/mm<sup>2</sup></b>
flessione	$f_{m,k}$	14,00	16,00	18,00	20,00	22,00	24,00
trazione parallela alla fibratura	$f_{t,0,k}$	7,20	8,50	10,00	11,50	13,00	14,50
trazione perpendicolare alla fibratura	$f_{t,90,k}$	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
compressione parallela alla fibratura	$f_{c,0,k}$	16,00	17,00	18,00	19,00	20,00	21,00
compressione perpendicolare alla fibratura	$f_{c,90,k}$	2,00	2,20	2,20	2,30	2,40	2,50
taglio	$f_{v,k}$	3,00	3,20	3,40	3,60	3,80	4,00
<b>Modulo elastico [GPa]</b>		<b>kN/mm<sup>2</sup></b>	<b>kN/mm<sup>2</sup></b>	<b>kN/mm<sup>2</sup></b>	<b>kN/mm<sup>2</sup></b>	<b>kN/mm<sup>2</sup></b>	<b>kN/mm<sup>2</sup></b>
modulo elastico medio parallelo alle fibre	$E_{0,mean}$	7,00	8,00	9,00	9,50	10,00	11,00
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	$E_{0,05}$	4,70	5,40	6,00	6,40	6,70	7,40
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	$E_{90,mean}$	0,23	0,27	0,30	0,32	0,33	0,37
modulo di taglio medio	$G_{mean}$	0,44	0,50	0,56	0,59	0,63	0,69
<b>Massa volumica [kg/m<sup>3</sup>]</b>		<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>	<b>kg/m<sup>3</sup></b>
massa volumica caratteristica	$\rho_k$	290,00	310,00	320,00	330,00	340,00	350,00
massa volumica media	$\rho_m$	350,00	370,00	380,00	400,00	410,00	420,00

		C27	C30	C35	C40	C45	C50
Resistenze [MPa]		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
flessione	f <sub>m,k</sub>	27,00	30,00	35,00	40,00	45,00	50,00
trazione parallela alla fibratura	f <sub>t,0,k</sub>	16,50	19,00	22,50	26,00	30,00	33,50
trazione perpendicolare alla fibratura	f <sub>t,90,k</sub>	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40	0,40
compressione parallela alla fibratura	f <sub>c,0,k</sub>	22,00	24,00	25,00	27,00	29,00	30,00
compressione perpendicolare alla fibratura	f <sub>c,90,k</sub>	2,50	2,70	2,70	2,80	2,90	3,00
taglio	f <sub>v,k</sub>	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Modulo elastico [GPa]		kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
modulo elastico medio parallelo alle fibre	E <sub>0,mean</sub>	11,50	12,00	13,00	14,00	15,00	16,00
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	E <sub>0,05</sub>	7,70	8,00	8,70	9,40	10,10	10,70
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	E <sub>90,mean</sub>	0,38	0,40	0,43	0,47	0,50	0,53
modulo di taglio medio	G <sub>mean</sub>	0,72	0,75	0,81	0,88	0,94	1,00
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
massa volumica caratteristica	ρ <sub>k</sub>	360,00	380,00	390,00	400,00	410,00	430,00
massa volumica media	ρ <sub>m</sub>	430,00	460,00	470,00	480,00	490,00	520,00

		D18	D24	D27	D30	D35	D40	D45
Resistenze [MPa]		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
flessione	f <sub>m,k</sub>	18	24	27	30	35	40	45
trazione parallela alla fibratura	f <sub>t,0,k</sub>	11	14	16	18	21	24	27
trazione perpendicolare alla fibratura	f <sub>t,90,k</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
compressione parallela alla fibratura	f <sub>c,0,k</sub>	18	21	22	24	25	27	29
compressione perpendicolare alla fibratura	f <sub>c,90,k</sub>	4,8	4,9	5,1	5,3	5,4	5,5	5,8
taglio	f <sub>v,k</sub>	3,5	3,7	3,8	3,9	4,1	4,2	4,4
Modulo elastico [GPa]		kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
modulo elastico medio parallelo alle fibre	E <sub>0,mean</sub>	9,5	10	10,5	11	12	13	13,5
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	E <sub>0,05</sub>	8	8,4	8,8	9,2	10,1	10,9	11,3
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	E <sub>90,mean</sub>	0,63	0,67	0,7	0,73	0,8	0,87	0,9
modulo di taglio medio	G <sub>mean</sub>	0,59	0,63	0,66	0,69	0,75	0,81	0,84
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
massa volumica caratteristica	ρ <sub>k</sub>	475	485	510	530	540	550	580
massa volumica media	ρ <sub>m</sub>	570	580	610	640	650	660	700

		D50	D55	D60	D65	D70	D75	D80
Resistenze [MPa]		N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
flessione	f <sub>m,k</sub>	50	55	60	65	70	75	80
trazione parallela alla fibratura	f <sub>t,0,k</sub>	30	33	36	39	42	45	48
trazione perpendicolare alla fibratura	f <sub>t,90,k</sub>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
compressione parallela alla fibratura	f <sub>c,0,k</sub>	30	32	33	35	36	37	38
compressione perpendicolare alla fibratura	f <sub>c,90,k</sub>	6,2	6,6	10,5	11,3	12	12,8	13,5
taglio	f <sub>v,k</sub>	4,5	4,7	4,8	5	5	5	5
Modulo elastico [GPa]		kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>	kN/mm <sup>2</sup>
modulo elastico medio parallelo alle fibre	E <sub>0,mean</sub>	14	15,5	17	18,5	20	22	24
modulo elastico caratteristico parallelo alle fibre	E <sub>0,05</sub>	11,8	13	14,3	15,5	16,8	18,5	20,2
modulo elastico medio perpendicolare alle fibre	E <sub>90,mean</sub>	0,93	1,03	1,13	1,23	1,33	1,47	1,6
modulo di taglio medio	G <sub>mean</sub>	0,88	0,97	1,06	1,16	1,25	1,38	1,5
Massa volumica [kg/m <sup>3</sup> ]		kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>	kg/m <sup>3</sup>
massa volumica caratteristica	ρ <sub>k</sub>	620	660	700	750	800	850	900
massa volumica media	ρ <sub>m</sub>	740	790	840	900	960	1020	1080



## Elemento calcolato: Puntone 1

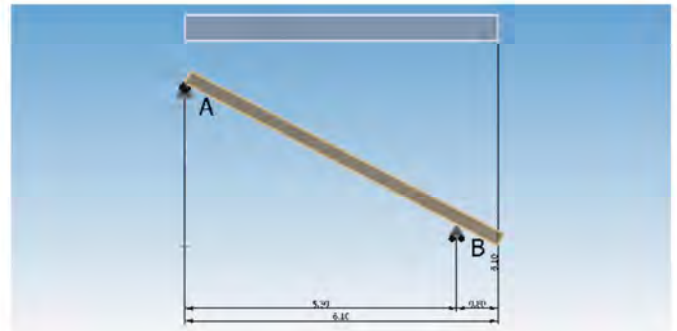
Sez. 26,0x26,0 cm - Massiccio D24

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 2,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

Luce campata = 5,30 m  
Luce sbalzo = 0,80 m  
interasse irrigidimenti = 5,97 m  
Pendenza longitudinale = 27,47 °  
Pendenza trasversale = 0,00 °



### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
Peso proprio elemento = 40 daNm  
Peso proprio portato = 0 daNm  
Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti  
Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

### Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Qb (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00 m	2,40 m	6,10 m	2,40 m	100	150	

### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D24: (YM = 1,50)

kh = 1,00 fm,k = 24,00 N/mm<sup>2</sup> ft,0,k = 14,00 N/mm<sup>2</sup> ft,90,k = 0,60 N/mm<sup>2</sup> fc,0,k = 21,00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,90,k = 4,90 N/mm<sup>2</sup> fv,k = 3,70 N/mm<sup>2</sup> E0,mean = 10000,00 N/mm<sup>2</sup> Gmean = 630,00 N/mm<sup>2</sup> rk = 485 daN/m<sup>3</sup>

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G : Reaz. v. in A = 817 daN Reaz. v. in B = 1108 daN  
Qb : Reaz. v. in A = 932 daN Reaz. v. in B = 1263 daN  
1\*G+1\*Qb : Reaz. v. in A = 1749 daN Reaz. v. in B = 2371 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 1062 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1440 daN  
Nmax = -513 daN  
Tmax = -986 daN punto = 529,9 cm  
Mmax = 1376 daNm punto = 260,0 cm

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2460 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 3335 daN  
Nmax = -1188 daN  
Tmax = -2285 daN punto = 529,9 cm  
Mmax = 3186 daNm punto = 260,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 2,60 m) sez. nel punto = 26,0 x 26,0

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -26 daN M = 3186 daNm T = -51 daN

fm,d = 14,40 N/mm<sup>2</sup> fc,0,d = 12,60 N/mm<sup>2</sup> km = 1

#### Instabilità di colonna:

λrel,y = 1,31 kc,y = 0,53 λrel,z = 1,28 kc,z = 0,55  
σc,0,d = 0,18 N/mm<sup>2</sup> σm,y,d = 11,24 N/mm<sup>2</sup> σm,z,d = 0,00 N/mm<sup>2</sup>  
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,81$   
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,78$   
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,81$   
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,78$

#### Verifica a taglio:

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1188 daN M = -302 daNm T = -2285 daN

$$f_{v,d} = 2,22 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cr} = 0,54 \text{ (EC5 - punto 6.13a)}$$

$$r_d = 0,95 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{r_d}{f_{v,d}} = 0,43$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 2,60 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $26,0 \times 26,0$

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = -26 \text{ daN}$   $M = 3186 \text{ daNm}$   $T = -51 \text{ daN}$

$$L_{eff} = 5970 \text{ mm} \quad \lambda_{rel,m} = 0,35 \quad k_{crit} = 1,00$$

$$f_{m,d} = 14,40 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,d} = 12,60 \text{ N/mm}^2 \quad k_m = 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,81$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,81$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$$f_{max} \text{ (accidentali) campata 1} = -12 \text{ mm} \Rightarrow L/-496$$

$$f_{max} \text{ (rara) campata 1} = -23 \text{ mm} \Rightarrow L/-264$$

$$f_{max} \text{ (lunga durata) campata 1} = -31 \text{ mm} \Rightarrow L/-192$$

$$[k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

$$f_{max} \text{ (accidentali) sbalzo} = 6 \text{ mm} \Rightarrow L/163$$

$$f_{max} \text{ (rara) sbalzo} = 10 \text{ mm} \Rightarrow L/87$$

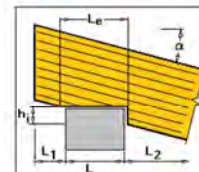
$$f_{max} \text{ (lunga durata) sbalzo} = 14 \text{ mm} \Rightarrow L/63$$

$$[k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

## Verifiche appoggio sinistro A: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	=	22,0 cm
Altezza elemento	(h)	=	26,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	=	10,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	=	0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	=	597,0 cm



### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b)$ ( $k_{mod}=0,9$ )]

Azione orizzontale	(Rx)	=	0 daN
Azione verticale	(Ry)	=	2460 daN
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	=	0 daN
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	=	2460 daN
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	=	13,0 cm
Sigma design schiacciamento		=	3,51 N/mm <sup>2</sup>
Angolo pressione/fibre		=	62,53 °
coeff. kc90		=	1,00
Sigma schiacciamento		=	0,86 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,24

### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	=	21,4 cm	Coeff. kv = 0,63
Tau design		=	2,22 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		=	1,29 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,93	

## Verifiche appoggio intermedio B: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	=	22,0 cm
Altezza elemento	(h)	=	26,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	=	10,0 cm
Lunghezza scarica in campata sx	(L2)	=	597,0 cm
Lunghezza scarica in campata dx	(L1)	=	90,0 cm

### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b)$ ( $k_{mod}=0,9$ )]

Azione orizzontale	(Rx)	=	0 daN
--------------------	------	---	-------

Azione vericale	(Ry)	=	3335 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	=	0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	=	3335 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	=	16,0 cm	
Sigma design schiacciamento		=	3,51 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		=	62,53 °	
coeff. kc90		=	1,00	
Sigma schiacciamento		=	0,95 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,27

**Verifiche taglio:**

Altezza efficace	(heff)	=	26,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		=	2,22 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		=	1,11 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,50



## Elemento calcolato: Puntone 2

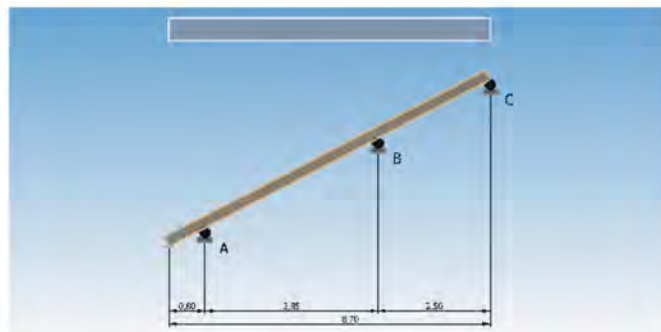
Sez. 24,0x24,0 cm - Massiccio D27

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 2,0 cm)

[verificata]

### Geometria:

Luce campata 1 = 0,80 m  
 Luce campata 2 = 3,85 m  
 Luce campata 3 = 2,50 m  
 interasse irrigidimenti = 4,33 m  
 Pendenza longitudinale = 27,47 °  
 Pendenza trasversale = 0,00 °



### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
 Peso proprio elemento = 36 daNm  
 Peso proprio portato = 0 daNm  
 Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup>    k<sub>mod</sub> = 0,60    k<sub>def</sub> = 0,80    categoria = Permanenti  
 Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup>    k<sub>mod</sub> = 0,90    k<sub>def</sub> = 0,80    categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

### Carichi ripartiti:

Ascissa s <sub>x</sub> (m)	interasse s <sub>x</sub> (m)	ascissa d <sub>x</sub> (m)	interasse d <sub>x</sub> (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Q <sub>b</sub> (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00 m	2,40 m	7,15 m	2,40 m	100	150	

### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D27: (Y<sub>M</sub> = 1,50)

k<sub>h</sub> = 1,00    f<sub>m,k</sub> = 27,00 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>t,0,k</sub> = 16,00 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>t,90,k</sub> = 0,60 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>c,0,k</sub> = 22,00 N/mm<sup>2</sup>  
 f<sub>c,90,k</sub> = 5,10 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>v,k</sub> = 3,80 N/mm<sup>2</sup>    E<sub>0,mean</sub> = 10500,00 N/mm<sup>2</sup>    G<sub>mean</sub> = 660,00 N/mm<sup>2</sup>    r<sub>k</sub> = 510 daN/m<sup>3</sup>

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G:	Reaz. v. in A = 769 daN	Reaz. v. in B = 1167 daN	Reaz. v. in C = 243 daN
	Reaz. o. in A = 33 daN	Reaz. o. in B = -101 daN	Reaz. o. in C = 68 daN
Q <sub>b</sub> :	Reaz. v. in A = 889 daN	Reaz. v. in B = 1351 daN	Reaz. v. in C = 281 daN
	Reaz. o. in A = 39 daN	Reaz. o. in B = -117 daN	Reaz. o. in C = 79 daN
1*G+1*Q <sub>b</sub> :	Reaz. v. in A = 1658 daN	Reaz. v. in B = 2518 daN	Reaz. v. in C = 524 daN
	Reaz. o. in A = 72 daN	Reaz. o. in B = -219 daN	Reaz. o. in C = 146 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 999 daN	Reaz. v. in B (stato limite) = 1517 daN	Reaz. v. in C (stato limite) = 316 daN
Reaz. o. in A (stato limite) = 44 daN	Reaz. o. in B (stato limite) = -132 daN	Reaz. o. in C (stato limite) = 88 daN
N <sub>max</sub> = 352 daN		
T <sub>max</sub> = -770 daN	punto = 456,8 cm	
M <sub>max</sub> = -539 daNm	punto = 465,0 cm	

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Q<sub>b</sub>)

Reaz. v. in A (stato limite) = 2333 daN	Reaz. v. in B (stato limite) = 3544 daN	Reaz. v. in C (stato limite) = 737 daN
Reaz. o. in A (stato limite) = 102 daN	Reaz. o. in B (stato limite) = -308 daN	Reaz. o. in C (stato limite) = 206 daN
N <sub>max</sub> = 821 daN		
T <sub>max</sub> = -1799 daN	punto = 456,8 cm	
M <sub>max</sub> = -1259 daNm	punto = 465,0 cm	

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Q<sub>b</sub>) (k<sub>mod</sub>=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 4,65 m) sez. nel punto = 24,0 x 24,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 821 daN    M = -1259 daNm    T = -1799 daN

f<sub>m,d</sub> = 16,20 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>t,0,d</sub> = 9,60 N/mm<sup>2</sup>    k<sub>m</sub> = 1  
 σ<sub>t,0,d</sub> = 0,14 N/mm<sup>2</sup>    σ<sub>m,y,d</sub> = 5,67 N/mm<sup>2</sup>    σ<sub>m,z,d</sub> = 0,00 N/mm<sup>2</sup>

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,37 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,37$$

### Verifica a taglio:

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 821 daN    M = -1092 daNm    T = -1799 daN

$$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cr} = 0,53 \text{ (EC5 - punto 6.13a)}$$

$$r_d = 0,90 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{r_d}{f_{v,d}} = 0,40$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 4,65 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $24,0 \times 24,0$  )

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 821 \text{ daN}$   $M = -1259 \text{ daNm}$   $T = -1799 \text{ daN}$

$$l_{eff} = 4330 \text{ mm} \quad \lambda_{rel,m} = 0,33 \quad k_{crit} = 1,00$$

$$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,0,d} = 13,20 \text{ N/mm}^2 \quad k_m = 1$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,37$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,37$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$$f_{max} \text{ (accidentali) campata 1} = 1 \text{ mm} \Rightarrow L/658$$

$$f_{max} \text{ (rara) campata 1} = 3 \text{ mm} \Rightarrow L/353$$

$$f_{max} \text{ (lunga durata) campata 1} = 3 \text{ mm} \Rightarrow L/258 \quad [k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

$$f_{max} \text{ (accidentali) campata 2} = -2 \text{ mm} \Rightarrow L/-1978$$

$$f_{max} \text{ (rara) campata 2} = -4 \text{ mm} \Rightarrow L/-1061$$

$$f_{max} \text{ (lunga durata) campata 2} = -6 \text{ mm} \Rightarrow L/-774 \quad [k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

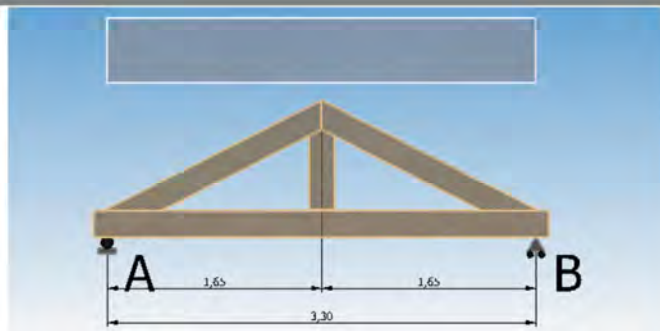
$$f_{max} \text{ (accidentali) campata 3} = 0 \text{ mm} \Rightarrow L/17575$$

$$f_{max} \text{ (rara) campata 3} = 0 \text{ mm} \Rightarrow L/9423$$

$$f_{max} \text{ (lunga durata) campata 3} = 0 \text{ mm} \Rightarrow L/6876 \quad [k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

### Geometria :

Luce capriata = 3,30 m  
Angolo in falda = 27,00 °



### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
Peso proprio elemento = 25 daNm  
Peso proprio portato = 0 daNm  
Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti  
Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota <= 1000 msm)

### Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Qb (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00	2,40	3,30	2,40	100	150	

### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D27: (YM = 1,50)

fm,k = 27,00 N/mm<sup>2</sup> ft,0,k = 16,00 N/mm<sup>2</sup> ft,90,k = 0,60 N/mm<sup>2</sup> fc,0,k = 22,00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,90,k = 5,10 N/mm<sup>2</sup> fv,k = 3,80 N/mm<sup>2</sup> E0,mean = 10500,00 N/mm<sup>2</sup> Gmean = 660,00 N/mm<sup>2</sup> rk = 510 daN/m<sup>3</sup>

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G : Reaz. v. in A = 524 daN Reaz. v. in B = 524 daN  
Qb : Reaz. v. in A = 594 daN Reaz. v. in B = 594 daN  
1\*G+1\*Qb : Reaz. v. in A = 1117 daN Reaz. v. in B = 1117 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 681 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 681 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 1571 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 1571 daN

**PUNTONE SINISTRO: Sez. 20,0x20,0 cm - Massiccio D27**

(kh = 1,00)

(Tipologia USo FIUME con smusso regolare di lato 2,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

Luce x puntone sinistro = 1,65 m sviluppo = 1,85 m  
interasse irrigidimenti = 1,85 m

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Nmax = -882 daN  
Tmax = -284 daN punto = 0,0 cm  
Mmax = 132 daNm punto = 82,5 cm

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Nmax = -2034 daN  
Tmax = -680 daN punto = 0,0 cm  
Mmax = 315 daNm punto = 82,5 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 0,83 m) sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1709 daN M = 315 daNm T = 43 daN

fm,d = 16,20 N/mm<sup>2</sup> fc,0,d = 13,20 N/mm<sup>2</sup> km = 1



### Instabilità di colonna:

$\lambda_{rel,y} = 0,52$        $k_{c,y} = 1,00$        $\lambda_{rel,z} = 0,52$        $k_{c,z} = 1,00$   
 $\sigma_{c,0,d} = 0,44 \text{ N/mm}^2$        $\sigma_{m,y,d} = 2,50 \text{ N/mm}^2$        $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

$$\left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,16 \quad \left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,16$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo  $x = 0,00 \text{ m}$  sez. nel punto:  $20,0 \times 20,0$ )

Sollecitazioni nel punto: ----->       $N = -2034 \text{ daN}$        $M = 0 \text{ daNm}$        $T = 680 \text{ daN}$

$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$

$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$\tau_d = 0,49 \text{ N/mm}^2$        $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,22$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo  $x = 0,83 \text{ m}$  sez. nel punto:  $20,0 \times 20,0$ )

Sollecitazioni nel punto: ----->       $N = -1709 \text{ daN}$        $M = 315 \text{ daNm}$        $T = 43 \text{ daN}$

$l_{eff} = 1850 \text{ mm}$        $\lambda_{rel,m} = 0,23$        $k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$        $k_m = 1$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} k_{crit}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

$$k_{m,z} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$u_{max}$ (accidentali)	= 0 mm	=> L/-4840	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: $*Q(Q_b)$ )
$u_{in}$ (iniziale)	= -1 mm		(Combinazione: Rara 2: $G+Q(Q_b)$ )
$u_{ist}$ (istantaneo)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: $G+0*Q(Q_b)$ )
$u_{diff}$ (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: $G+0*Q(Q_b)$ )
$f_{max}$ (rara)	= -1 mm	=> L/-2635	
$f_{max}$ (lunga durata)	= -1 mm	=> L/-1931	[ $k_{def} = 0,80$ ( $f_{max}$ lunga durata = $u_{in} + u_{dif}$ con $u_{dif} = u_{ist} * k_{def}$ )

### PUNTONE DESTRO: Sez. $20,0 \times 20,0 \text{ cm}$ - Massiccio D27

( $k_h = 1,00$ )

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato  $2,0 \text{ cm}$ )

[verificata]

### Geometria :

Luce x puntone destro =  $1,65 \text{ m}$       sviluppo =  $1,85 \text{ m}$   
interasse irrigidimenti =  $1,85 \text{ m}$

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: $1,3*G$

$N_{max} = -882 \text{ daN}$       punto =  $330,0 \text{ cm}$   
 $T_{max} = -284 \text{ daN}$       punto =  $247,5 \text{ cm}$   
 $M_{max} = 132 \text{ daNm}$

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: $1,3*G+1,5*Q(Q_b)$

$N_{max} = -2034 \text{ daN}$       punto =  $330,0 \text{ cm}$   
 $T_{max} = -680 \text{ daN}$       punto =  $247,5 \text{ cm}$   
 $M_{max} = 315 \text{ daNm}$

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: $1,3*G+1,5*Q(Q_b)$ ( $k_{mod}=0,90$ )]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo  $x = 2,48 \text{ m}$  sez. nel punto:  $20,0 \times 20,0$ )

Sollecitazioni nel punto: ----->       $N = -1709 \text{ daN}$        $M = 315 \text{ daNm}$        $T = -43 \text{ daN}$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$        $f_{c,0,d} = 13,20 \text{ N/mm}^2$        $k_m = 1$

### Instabilità di colonna:

$\lambda_{rel,y} = 0,52$        $k_{c,y} = 1,00$        $\lambda_{rel,z} = 0,52$        $k_{c,z} = 1,00$   
 $\sigma_{c,0,d} = 0,44 \text{ N/mm}^2$        $\sigma_{m,y,d} = 2,50 \text{ N/mm}^2$        $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

$$\left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,16 \quad \left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,16$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 3,30 m sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -2034 daN M = 0 daNm T = -680 daN

$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$

$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$\tau_d = 0,49 \text{ N/mm}^2$   $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,22$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 2,48 m sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1709 daN M = 315 daNm T = -43 daN

$L_{eff} = 1850 \text{ mm}$

$\lambda_{rel,m} = 0,23$

$k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$

$k_m = 1$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

$$k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,19$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$u_{max}$ (accidentali)	= 0 mm	=> L/-5057	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
$u_{in}$ (iniziale)	= -1 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
$u_{ist}$ (istantaneo)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
$u_{diff}$ (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
$f_{max}$ (rara)	= -1 mm	=> L/-2755	
$f_{max}$ (lunga durata)	= -1 mm	=> L/-2020	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = $u_{in} + u_{dif}$ con $u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def}$ )

### CATENA: Sez. 20,0x20,0 cm - Massiccio D27

( $k_h = 1,00$ )

(Tipologia USo FIUME con smusso regolare di lato 2,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

Luce catena = 3,30 m

### Sollecitazioni:

Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

$N_{max} = 657 \text{ daN}$

$T_{max} = -27 \text{ daN}$  punto = 329,9 cm

$M_{max} = -14 \text{ daNm}$  punto = 230,0 cm

Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

$N_{max} = 1503 \text{ daN}$

$T_{max} = -41 \text{ daN}$  punto = 329,9 cm

$M_{max} = -33 \text{ daNm}$  punto = 170,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 1,70 m sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 1503 daN M = -33 daNm T = -1 daN

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$   $f_{t,0,d} = 9,60 \text{ N/mm}^2$   $k_m = 1$

$\sigma_{t,0,d} = 0,38 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,y,d} = 0,26 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,06$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,06$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 3,30 m sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 1503 daN M = 0 daNm T = -41 daN

$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$

$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$\tau_d = 0,03 \text{ N/mm}^2$   $\frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,01$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 1,70 m sez. nel punto: 20,0 x 20,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 1503 daN M = -33 daNm T = -1 daN



$$\begin{aligned}
 L_{eff} &= 1850 \text{ mm} & \lambda_{rel,m} &= 0,23 & k_{crit} &= 1,00 \\
 f_{m,d} &= 16,20 \text{ N/mm}^2 & k_m &= 1 \\
 \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,06 \\
 k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,06
 \end{aligned}$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$$f_{max} \text{ (lunga durata)} = 0 \text{ mm} \Rightarrow L/-11513 \quad [k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

**MONACO: Sez. 20,0x20,0 cm - Massiccio D27**

( $k_h = 1,00$ )

(Tipologia USo FIUME con smusso regolare di lato 2,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

$$\text{Lunghezza monaco} = 0,84 \text{ m}$$

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

$$\begin{aligned}
 N_{max} &= 31 \text{ daN} \\
 T_{max} &= 0 \text{ daN} & \text{punto} &= 165,0 \text{ cm} \\
 M_{max} &= 0 \text{ daNm} & \text{punto} &= 165,0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

$$\begin{aligned}
 N_{max} &= 3 \text{ daN} \\
 T_{max} &= 0 \text{ daN} & \text{punto} &= 165,0 \text{ cm} \\
 M_{max} &= 0 \text{ daNm} & \text{punto} &= 165,0 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 1: 1,3\*G (kmod=0,60)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo  $x = 1,65 \text{ m}$ ) sez. nel punto: 20,0 x20,0 )

$$\text{Sollecitazioni nel punto: } \text{-----} \rightarrow N = 31 \text{ daN} \quad M = 0 \text{ daNm} \quad T = 0 \text{ daN}$$

$$\begin{aligned}
 f_{m,d} &= 10,80 \text{ N/mm}^2 & f_{t,0,d} &= 6,40 \text{ N/mm}^2 & k_m &= 1 \\
 \sigma_{t,0,d} &= 0,01 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{m,y,d} &= 0,00 \text{ N/mm}^2 & \sigma_{m,z,d} &= 0,00 \text{ N/mm}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,00 & \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} &= 0,00
 \end{aligned}$$

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifica a taglio: (Punto di calcolo  $x = 1,65 \text{ m}$ ) sez. nel punto: 20,0 x20,0 )

$$\text{Sollecitazioni nel punto: } \text{-----} \rightarrow N = 3 \text{ daN} \quad M = 0 \text{ daNm} \quad T = 0 \text{ daN}$$

$$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cr} = 0,53 \text{ (EC5 - punto 6.13a)}$$

$$\tau_d = 0,00 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,00$$

### [Combinazione: Stato limite 1: 1,3\*G (kmod=0,60)]

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo  $x = 1,65 \text{ m}$ ) sez. nel punto: 20,0 x20,0 )

$$\text{Sollecitazioni nel punto: } \text{-----} \rightarrow N = 31 \text{ daN} \quad M = 0 \text{ daNm} \quad T = 0 \text{ daN}$$

$$\begin{aligned}
 L_{eff} &= 1850 \text{ mm} & \lambda_{rel,m} &= 0,23 & k_{crit} &= 1,00 \\
 f_{m,d} &= 10,80 \text{ N/mm}^2 & k_m &= 1
 \end{aligned}$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

### SPOSTAMENTI GLOBALI

$$\begin{aligned}
 u_{max} \text{ (accidentali)} &= 0 \text{ mm} & \Rightarrow L/145873 & \text{ (Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))} \\
 u_{in} \text{ (iniziale)} &= 0 \text{ mm} & & \text{ (Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))} \\
 u_{ist} \text{ (istantaneo)} &= 0 \text{ mm} & & \text{ (Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))}
 \end{aligned}$$



udiff (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: $G+0*Q(Qb)$ )
fmax (rara)	= 0 mm	=> L/76965	
fmax (lunga durata)	= 0 mm	=> L/55857	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

## Verifiche appoggio sinistro A: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 16,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 20,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 10,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 185,0 cm

### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: $1,3*G+1,5*Q(Qb)$ (kmod=0,9)]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN	
Azione verticale	(Ry)	= 1571 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	= 1571 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	= 13,0 cm	
Sigma design schiacciamento		= 3,06 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		= 90,00 °	
coeff. kc90		= 1,00	
Sigma schiacciamento		= 0,76 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,25

### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	= 20,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		= 0,60 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,26

## Verifiche appoggio sinistro B: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 16,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 20,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 10,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 185,0 cm

### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: $1,3*G+1,5*Q(Qb)$ (kmod=0,9)]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN	
Azione verticale	(Ry)	= 1571 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	= 1571 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	= 13,0 cm	
Sigma design schiacciamento		= 3,06 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		= 90,00 °	
coeff. kc90		= 1,00	
Sigma schiacciamento		= 0,76 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,25

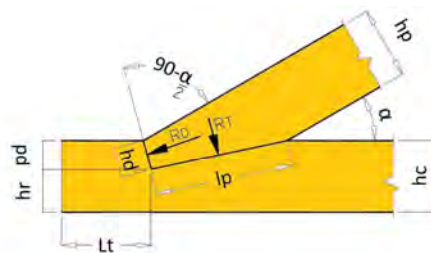
### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	= 20,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		= 0,60 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,26

## Verifiche nodo piede: (EC5 - 2009)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Sforzo normale puntone	(Np)	=	2034 daN
Taglio puntone	(Tp)	=	680 daN
Sforzo normale catena	(Nc)	=	1503 daN
Profondità dente	(pd)	=	5,0 cm
Altezza dente	(hd)	=	5,1 cm
Lunghezza appoggio posteriore	(lp)	=	14,8 cm
Lunghezza tallone	(Lt)	=	15,0 cm
Altezza residua catena	(hr)	=	15,0 cm
Azione perp. a hd (dente)	(Fd)	=	1682 daN
Azione perp. a lp	(Fp)	=	1144 daN
Azione parall. a lt (tallone)	(Ft)	=	1503 daN



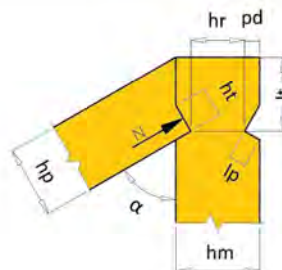
### Verifiche:

coeff. kc90		=	1,00	
Tensione dente	(σ <sub>α</sub> )	=	1,65 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo con le fibre	(α)	=	13,50 °	
Tensione design	(σ <sub>c,α,d</sub> )	=	11,18 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,15
Tensione appoggio posteriore	(σ <sub>β</sub> )	=	0,39 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo con le fibre	(β)	=	83,40 °	
Tensione design	(σ <sub>c,β,d</sub> )	=	3,09 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,13
Lunghezza efficace tallone	(L <sub>tef</sub> )	=	15,0 cm	
Tau tallone	(τ <sub>Lt</sub> )	=	0,50 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,22
Verifica trazione sezione residua		=	0,05	

## Verifiche nodo colmo: (EC5 - 2009)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Sforzo normale puntone	(Np)	=	1362 daN
Taglio puntone	(Tp)	=	639 daN
Sforzo normale catena	(Nc)	=	3 daN
Profondità dente	(pd)	=	3,0 cm
Altezza dente	(hd)	=	6,6 cm
Lunghezza tallone	(Lt)	=	10,0 cm
Lunghezza posteriore dente	(lp)	=	3,4 cm
Altezza residua monaco	(hr)	=	14,0 cm
Azione perp. dente hd	(Fd)	=	1362 daN
Azione perp. retro dente lp	(Fp)	=	639 daN
Azione parall. tallone lt	(Ft)	=	49 daN



### Verifiche:

coeff. kc90		=	1,00	
Sigma dente	(σ <sub>α</sub> )	=	0,59 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo con le fibre	(α)	=	63,00 °	
Tensione design dente	(σ <sub>c,α,d</sub> )	=	3,64 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,16
Sigma appoggio posteriore	(σ <sub>β</sub> )	=	0,63 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo con le fibre	(β)	=	27,00 °	
Tensione design dente	(σ <sub>c,β,d</sub> )	=	7,84 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,08
Tau tallone	(τ <sub>Lt</sub> )	=	0,02 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,01
Verifica sezione residua monaco		=	0,90	

## Elemento calcolato: Banchina

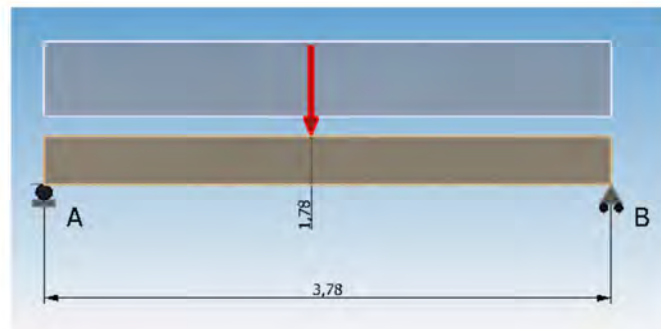
### Sez. 32,0x32,0 cm - Massiccio D27

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 3,0 cm)

[verificata]

#### Geometria :

Luce campata = 3,78 m  
interasse irrigidimenti = 3,78 m  
Pendenza longitudinale = 0,00 °  
Pendenza trasversale = 0,00 °



#### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
Peso proprio elemento = 63 daNm  
Peso proprio portato = 0 daNm  
Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup>    k<sub>mod</sub> = 0,60    k<sub>def</sub> = 0,80    categoria = Permanenti  
Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup>    k<sub>mod</sub> = 0,90    k<sub>def</sub> = 0,80    categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

#### Carichi ripartiti:

Ascissa s <sub>x</sub> (m)	interasse s <sub>x</sub> (m)	ascissa d <sub>x</sub> (m)	interasse d <sub>x</sub> (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Q <sub>b</sub> (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00 m	2,70 m	3,78 m	2,70 m	100	150	

#### Carichi concentrati:

Ascissa s <sub>x</sub> (m)	entità G (daN)	entità Q <sub>b</sub> (daN)	Totale (daN)	commento
1,78 m	1167	1351	2518	da reazione appoggio B della trave Puntone 2

#### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D27: (Y<sub>M</sub> = 1,50)

k<sub>h</sub> = 1,00    f<sub>m,k</sub> = 27,00 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>t,0,k</sub> = 16,00 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>t,90,k</sub> = 0,60 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>c,0,k</sub> = 22,00 N/mm<sup>2</sup>  
f<sub>c,90,k</sub> = 5,10 N/mm<sup>2</sup>    f<sub>v,k</sub> = 3,80 N/mm<sup>2</sup>    E<sub>0,mean</sub> = 10500,00 N/mm<sup>2</sup>    G<sub>mean</sub> = 660,00 N/mm<sup>2</sup>    r<sub>k</sub> = 510 daN/m<sup>3</sup>

#### Sollecitazioni:

##### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G :                                      Reaz. v. in A = 1247 daN                      Reaz. v. in B = 1179 daN  
Q<sub>b</sub> :                                      Reaz. v. in A = 1480 daN                      Reaz. v. in B = 1401 daN  
1\*G+1\*Q<sub>b</sub> :                              Reaz. v. in A = 2727 daN                      Reaz. v. in B = 2580 daN

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 1621 daN    Reaz. v. in B (stato limite) = 1533 daN  
N<sub>max</sub> = 0 daN  
T<sub>max</sub> = 1621 daN                                      punto = 0,0 cm  
M<sub>max</sub> = 2200 daNm                                      punto = 178,0 cm

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Q<sub>b</sub>)

Reaz. v. in A (stato limite) = 3841 daN    Reaz. v. in B (stato limite) = 3634 daN  
N<sub>max</sub> = 0 daN  
T<sub>max</sub> = 3841 daN                                      punto = 0,0 cm  
M<sub>max</sub> = 5189 daNm                                      punto = 178,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

#### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Q<sub>b</sub>) (k<sub>mod</sub>=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 1,78 m)    sez. nel punto = 32,0 x 32,0 )

Sollecitazioni nel punto: ----->    N = 0 daN    M = 5189 daNm    T = 2036 daN

f<sub>m,d</sub> = 16,20 N/mm<sup>2</sup>    k<sub>m</sub> = 1

σ<sub>m,y,d</sub> = 9,96 N/mm<sup>2</sup>    σ<sub>m,z,d</sub> = 0,00 N/mm<sup>2</sup>

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

#### Verifica a taglio:

Sollecitazioni nel punto: ----->    N = 0 daN    M = 0 daNm    T = 3841 daN

f<sub>v,d</sub> = 2,28 N/mm<sup>2</sup>



$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 1,09 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,48$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 1,78 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $32,0 \times 32,0$

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 0 \text{ daN}$   $M = 5189 \text{ daNm}$   $T = 2036 \text{ daN}$

$l_{eff} = 3780 \text{ mm}$

$\lambda_{rel,m} = 0,26$

$k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$

$k_m = 1$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

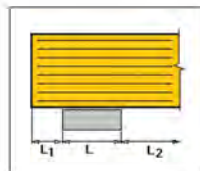
### Verifiche Stato limite esercizio:

$u_{max}$ (accidentali)	= -3 mm	=> L/-1278	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: $*Q(Q_b)$ )
$u_{in}$ (iniziale)	= -5 mm		(Combinazione: Rara 2: $G+Q(Q_b)$ )
$u_{ist}$ (istantaneo)	= -3 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: $G+0*Q(Q_b)$ )
$u_{diff}$ (differito)	= -2 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: $G+0*Q(Q_b)$ )
$f_{max}$ (rara)	= -5 mm	=> L/-692	
$f_{max}$ (lunga durata)	= -7 mm	=> L/-506	[ $k_{def} = 0,80$ ( $f_{max}$ lunga durata = $u_{in} + u_{dif}$ con $u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def}$ )

## Verifiche appoggio sinistro A: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 26,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 32,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 10,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 378,0 cm



### Verifiche:

[Combinazione: Stato limite 2:  $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b)$  ( $k_{mod}=0,9$ )]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN	
Azione verticale	(Ry)	= 3841 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	= 3841 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	= 13,0 cm	
Sigma design schiacciamento		= 3,06 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		= 90,00 °	
coeff. kc90		= 1,00	
Sigma schiacciamento		= 1,14 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,37

### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	= 32,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		= 1,31 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,57

## Verifiche appoggio destro B: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 26,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 32,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 10,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 378,0 cm

### Verifiche:

[Combinazione: Stato limite 2:  $1,3 \cdot G + 1,5 \cdot Q(Q_b)$  ( $k_{mod}=0,9$ )]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN
Azione verticale	(Ry)	= 3634 daN
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN

Azione perpendicolare all' appoggio  
Lunghezza efficace appoggio  
Sigma design schiacciamento  
Angolo pressione/fibre  
coeff. kc90  
Sigma schiacciamento

(Nc) = 3634 daN  
(Leff) = 13,0 cm  
= 3,06 N/mm<sup>2</sup>  
= 90,00 °  
= 1,00  
= 1,08 N/mm<sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,35

**Verifiche taglio:**

Altezza efficace  
Tau design  
Tau

(heff) = 32,0 cm  
= 2,28 N/mm<sup>2</sup>  
= 1,24 N/mm<sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,54  
Coeff. kv = 1,00

## Elemento calcolato: Cantonale

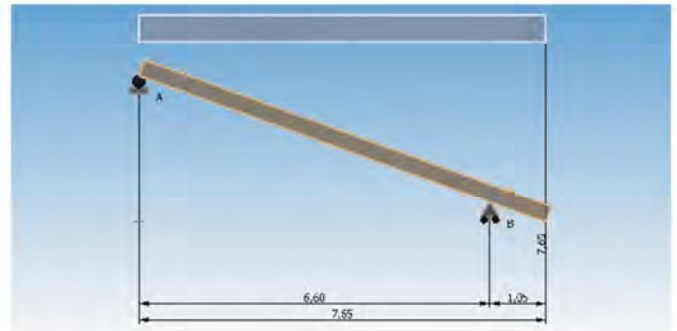
### Sez. 32,0x32,0 cm - Massiccio D27

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 3,0 cm)

[verificata]

#### Geometria :

Luce campata = 6,60 m  
Luce sbalzo = 1,05 m  
interasse irrigidimenti = 7,01 m  
Pendenza longitudinale = 19,80 °  
Pendenza trasversale = 0,00 °



#### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
Peso proprio elemento = 63 daNm  
Peso proprio portato = 0 daNm  
Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,60 kdef = 0,80 categoria = Permanenti  
Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup> kmod = 0,90 kdef = 0,80 categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

#### Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Qb (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00 m	4,00 m	7,65 m	4,00 m	100	150	

#### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D27: (YM = 1,50)

kh = 1,00 fm,k = 27,00 N/mm<sup>2</sup> ft,0,k = 16,00 N/mm<sup>2</sup> ft,90,k = 0,60 N/mm<sup>2</sup> fc,0,k = 22,00 N/mm<sup>2</sup>  
fc,90,k = 5,10 N/mm<sup>2</sup> fv,k = 3,80 N/mm<sup>2</sup> E0,mean = 10500,00 N/mm<sup>2</sup> Gmean = 660,00 N/mm<sup>2</sup> rk = 510 daN/m<sup>3</sup>

#### Sollecitazioni:

##### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G : Reaz. v. in A = 1583 daN Reaz. v. in B = 2181 daN  
Qb : Reaz. v. in A = 1930 daN Reaz. v. in B = 2660 daN  
1\*G+1\*Qb : Reaz. v. in A = 3512 daN Reaz. v. in B = 4841 daN

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 2057 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 2836 daN  
Nmax = -733 daN  
Tmax = -2036 daN punto = 659,9 cm  
Mmax = 3309 daNm punto = 322,1 cm

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 4952 daN Reaz. v. in B (stato limite) = 6825 daN  
Nmax = -1764 daN  
Tmax = -4901 daN punto = 659,9 cm  
Mmax = 7965 daNm punto = 322,1 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

#### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 3,22 m) sez. nel punto = 32,0 x 32,0

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -29 daN M = 7965 daNm T = -80 daN

fm,d = 16,20 N/mm<sup>2</sup> fc,0,d = 13,20 N/mm<sup>2</sup> km = 1

#### Instabilità di colonna:

λrel,y = 1,34 kc,y = 0,51 λrel,z = 1,23 kc,z = 0,59  
σc,0,d = 0,18 N/mm<sup>2</sup> σm,y,d = 15,29 N/mm<sup>2</sup> σm,z,d = 0,00 N/mm<sup>2</sup>  
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,97$   
 $\frac{\sigma_{t,0,d}}{t_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,94$

#### Verifica a taglio:

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -1764 daN M = -844 daNm T = -4901 daN



$$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cr} = 0,53 \text{ (EC5 - punto 6.13a)}$$

$$r_d = 1,39 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{r_d}{f_{v,d}} = 0,61$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 3,22 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $32,0 \times 32,0$

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = -29 \text{ daN}$   $M = 7965 \text{ daNm}$   $T = -80 \text{ daN}$

$$L_{eff} = 7010 \text{ mm} \quad \lambda_{rel,m} = 0,36 \quad k_{crit} = 1,00$$

$$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2 \quad f_{c,0,d} = 13,20 \text{ N/mm}^2 \quad k_m = 1$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,97$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,97$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

$$f_{max} \text{ (accidentali) campata 1} = -18 \text{ mm} \Rightarrow L/-390$$

$$f_{max} \text{ (rara) campata 1} = -33 \text{ mm} \Rightarrow L/-214$$

$$f_{max} \text{ (lunga durata) campata 1} = -45 \text{ mm} \Rightarrow L/-158$$

$$[k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

$$f_{max} \text{ (accidentali) sbalzo} = 9 \text{ mm} \Rightarrow L/129$$

$$f_{max} \text{ (rara) sbalzo} = 16 \text{ mm} \Rightarrow L/71$$

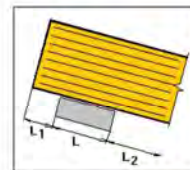
$$f_{max} \text{ (lunga durata) sbalzo} = 21 \text{ mm} \Rightarrow L/52$$

$$[k_{def} = 0,80 \text{ (} f_{max} \text{ lunga durata} = u_{in} + u_{dif} \text{ con } u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def})]$$

## Verifiche appoggio sinistro A: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	=	26,0 cm
Altezza elemento	(h)	=	32,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	=	15,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	=	0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	=	701,0 cm



### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 1: 1,3\*G (kmod=0,6)]

Azione orizzontale	(Rx)	=	0 daN
Azione verticale	(Ry)	=	2057 daN
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	=	697 daN
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	=	1936 daN
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	=	18,0 cm
Sigma design schiacciamento		=	2,04 N/mm <sup>2</sup>
Angolo pressione/fibre		=	90,00 °
coeff. kc90		=	1,00
Sigma schiacciamento		=	0,41 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,20

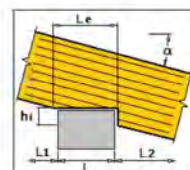
### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	=	32,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		=	1,52 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		=	0,66 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,43	

## Verifiche appoggio intermedio B: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	=	26,0 cm
Altezza elemento	(h)	=	32,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	=	15,0 cm
Lunghezza scarica in campata sx	(L2)	=	701,0 cm
Lunghezza scarica in campata dx	(L1)	=	112,0 cm



### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Azione orizzontale	(Rx)	=	0 daN
--------------------	------	---	-------

Azione vericale	(Ry) = 6825 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc) = 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc) = 6825 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff) = 21,0 cm	
Sigma design schiacciamento	= 3,36 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre	= 70,20 °	
coeff. kc90	= 1,00	
Sigma schiacciamento	= 1,25 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,37

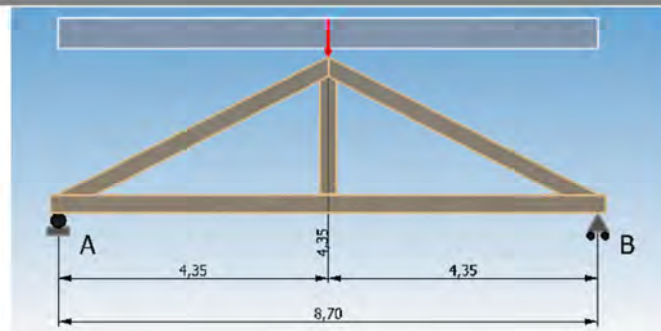
**Verifiche taglio:**

Altezza efficace	(heff) = 32,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design	= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau	= 1,67 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,73

## Elemento calcolato: Capriata

### Geometria :

Luce capriata = 8,70 m  
Angolo in falda = 27,00 °



### Carichi:

Classe di esercizio = 2  
Peso proprio elemento = 48 daNm  
Peso proprio portato = 0 daNm  
Permanenti = 100 daN/m<sup>2</sup>     $k_{mod} = 0,60$      $k_{def} = 0,80$     categoria = Permanenti  
Breve durata = 150 daN/m<sup>2</sup>     $k_{mod} = 0,90$      $k_{def} = 0,80$     categoria = Neve (quota ≤ 1000 msm)

### Carichi ripartiti:

Ascissa sx (m)	interasse sx (m)	ascissa dx (m)	interasse dx (m)	entità G (daN/m <sup>2</sup> )	entità Qb (daN/m <sup>2</sup> )	commento
0,00 m	2,50 m	8,70 m	2,50 m	100	150	

### Carichi concentrati:

Ascissa sx (m)	entità G (daN)	entità Qb (daN)	Totale (daN)	commento
4,35 m	3165	3859	7024	da reazione appoggio A della trave Cantonale

### Materiale(valori caratteristici):

Massiccio latifoglia (no pioppo) D27: (YM = 1,50)

$f_{m,k} = 27,00$  N/mm<sup>2</sup>     $f_{t,0,k} = 16,00$  N/mm<sup>2</sup>     $f_{t,90,k} = 0,60$  N/mm<sup>2</sup>     $f_{c,0,k} = 22,00$  N/mm<sup>2</sup>  
 $f_{c,90,k} = 5,10$  N/mm<sup>2</sup>     $f_{v,k} = 3,80$  N/mm<sup>2</sup>     $E_{0,mean} = 10500,00$  N/mm<sup>2</sup>     $G_{mean} = 660,00$  N/mm<sup>2</sup>     $r_k = 510$  daN/m<sup>3</sup>

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

G :                      Reaz. v. in A = 3220 daN                      Reaz. v. in B = 3220 daN  
Qb :                      Reaz. v. in A = 3561 daN                      Reaz. v. in B = 3561 daN  
1\*G+1\*Qb :                      Reaz. v. in A = 6780 daN                      Reaz. v. in B = 6780 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Reaz. v. in A (stato limite) = 4186 daN    Reaz. v. in B (stato limite) = 4186 daN

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Reaz. v. in A (stato limite) = 9527 daN    Reaz. v. in B (stato limite) = 9527 daN

**PUNTONE SINISTRO: Sez. 28,0x28,0 cm - Massiccio D27**

( $k_h = 1,00$ )

(Tipologia USo FIUME con smusso regolare di lato 3,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

Luce x puntone sinistro = 4,35 m                      sviluppo = 4,88 m  
interasse irrigidimenti = 4,88 m

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

Nmax = -7294 daN  
Tmax = -840 daN                      punto = 0,0 cm  
Mmax = 1028 daNm                      punto = 212,4 cm

#### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

Nmax = -16820 daN  
Tmax = -1926 daN                      punto = 0,0 cm  
Mmax = 2358 daNm                      punto = 212,4 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

**[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) ( $k_{mod}=0,90$ )]**



**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 2,12 m) sez. nel punto: 28,0 x28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -15881 daN M = 2358 daNm T = 90 daN

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$   $f_{c,0,d} = 13,20 \text{ N/mm}^2$  km = 1

**Instabilità di colonna:**

$\lambda_{rel,y} = 0,98$   $k_{c,y} = 0,82$   $\lambda_{rel,z} = 0,98$   $k_{c,z} = 0,82$   
 $\sigma_{c,0,d} = 2,07 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,y,d} = 6,85 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} f_{c,0,d}} + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$\left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,45 \quad \left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,45$$

**Verifica a taglio:** (Punto di calcolo x = 0,00 m) sez. nel punto: 28,0 x28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -16820 daN M = 0 daNm T = 1926 daN

$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$

$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 0,72 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,31$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo x = 2,12 m) sez. nel punto: 28,0 x28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -15881 daN M = 2358 daNm T = 90 daN

$l_{eff} = 4880 \text{ mm}$   $\lambda_{rel,m} = 0,32$   $k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$  km = 1

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} k_{crit}} + k_{m,z} \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$k_{m,y} \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

**Verifiche Stato limite esercizio:**

$u_{max}$ (accidentali)	= -5 mm	=> L/-971	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
$u_{in}$ (iniziale)	= -10 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
$u_{ist}$ (istantaneo)	= -4 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
$u_{diff}$ (differito)	= -4 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
$f_{max}$ (rara)	= -10 mm	=> L/-514	
$f_{max}$ (lunga durata)	= -13 mm	=> L/-373	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = $u_{in} + u_{diff}$ con $u_{diff} = u_{ist} * k_{def}$ )

**PUNTONE DESTRO: Sez. 28,0x28,0 cm - Massiccio D27**

(kh = 1,00)

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 3,0 cm)

[verificata]

**Geometria :**

Luce x puntone destro = 4,35 m sviluppo = 4,88 m  
interasse irrigidimenti = 4,88 m

**Sollecitazioni:**

**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO**

**Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G**

$N_{max} = -7294 \text{ daN}$   
 $T_{max} = -845 \text{ daN}$  punto = 870,0 cm  
 $M_{max} = 1028 \text{ daNm}$  punto = 657,6 cm

**Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)**

$N_{max} = -16819 \text{ daN}$   
 $T_{max} = -1939 \text{ daN}$  punto = 870,0 cm  
 $M_{max} = 2358 \text{ daNm}$  punto = 657,6 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

**[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]**

**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo x = 6,58 m) sez. nel punto: 28,0 x28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -15881 daN M = 2358 daNm T = -90 daN

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$   $f_{c,0,d} = 13,20 \text{ N/mm}^2$  km = 1

**Instabilità di colonna:**

$\lambda_{rel,y} = 0,98$   $k_{c,y} = 0,82$   $\lambda_{rel,z} = 0,98$   $k_{c,z} = 0,82$

$$\sigma_{c,0,d} = 2,07 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = 6,85 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62 \quad \frac{\sigma_{c,0,d}}{k_c \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$\left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,45 \quad \left[ \frac{\sigma_{c,0,d}}{f_{c,0,d}} \right]^2 + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,45$$

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 8,70 m sez. nel punto: 28,0 x 28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -16819 daN M = 0 daNm T = -1939 daN

$$f_{v,d} = 2,28 \text{ N/mm}^2$$

$$k_{cr} = 0,53 \text{ (EC5 - punto 6.13a)}$$

$$\tau_d = 0,72 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,32$$

Instabilità flessionale: (Punto di calcolo x = 6,58 m sez. nel punto: 28,0 x 28,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = -15881 daN M = 2358 daNm T = -90 daN

$$L_{eff} = 4880 \text{ mm} \quad \lambda_{rel,m} = 0,32 \quad k_{crit} = 1,00$$

$$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2 \quad k_m = 1$$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,62$$

### Verifiche Stato limite esercizio:

u <sub>max</sub> (accidentali)	= -5 mm	=> L/-1011	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
u <sub>in</sub> (iniziale)	= -9 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
u <sub>ist</sub> (istantaneo)	= -4 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
u <sub>dif</sub> (differito)	= -3 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
f <sub>max</sub> (rara)	= -9 mm	=> L/-535	
f <sub>max</sub> (lunga durata)	= -13 mm	=> L/-388	[k <sub>def</sub> = 0,80 (f <sub>max</sub> lunga durata = u <sub>in</sub> + u <sub>dif</sub> con u <sub>dif</sub> = u <sub>ist</sub> * k <sub>def</sub> )

## CATENA: Sez. 28,0x30,0 cm - Massiccio D27

(k<sub>h</sub> = 1,00)

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato 3,0 cm)

[verificata]

### Geometria :

Luce catena = 8,70 m

### Sollecitazioni:

#### Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G

N<sub>max</sub> = 6117 daN  
T<sub>max</sub> = -124 daN punto = 869,9 cm  
M<sub>max</sub> = -141 daNm punto = 640,0 cm

##### Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)

N<sub>max</sub> = 14109 daN  
T<sub>max</sub> = -169 daN punto = 869,9 cm  
M<sub>max</sub> = -262 daNm punto = 560,0 cm

(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)

### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (k<sub>mod</sub>=0,90)]

Verifiche Stato limite ultimo: (Punto di calcolo x = 5,60 m sez. nel punto: 28,0 x 30,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 14109 daN M = -262 daNm T = -3 daN

$$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2 \quad f_{t,0,d} = 9,60 \text{ N/mm}^2 \quad k_m = 1$$

$$\sigma_{t,0,d} = 1,72 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,y,d} = 0,66 \text{ N/mm}^2 \quad \sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,22 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,22$$

[Combinazione: Stato limite 1: 1,3\*G (k<sub>mod</sub>=0,60)]

Verifica a taglio: (Punto di calcolo x = 8,70 m sez. nel punto: 28,0 x 30,0 )

Sollecitazioni nel punto: -----> N = 6117 daN M = 0 daNm T = -124 daN

$$f_{v,d} = 1,52 \text{ N/mm}^2$$



$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 0,04 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,03$$

**[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,90)]**

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 5,60 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $28,0 \times 30,0$  )

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 14109 \text{ daN}$   $M = -262 \text{ daNm}$   $T = -3 \text{ daN}$

$L_{eff} = 4880 \text{ mm}$   $\lambda_{rel,m} = 0,32$   $k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 16,20 \text{ N/mm}^2$   $k_m = 1$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,22$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,22$$

**Verifiche Stato limite esercizio:**

$f_{max}$  (lunga durata) =  $-4 \text{ mm}$  => L/-2476 [kdef = 0,80 ( $f_{max}$  lunga durata =  $u_{in} + u_{dif}$  con  $u_{dif} = u_{ist} \cdot k_{def}$ )

**MONACO: Sez.  $28,0 \times 28,0 \text{ cm}$  - Massiccio D27**

( $k_h = 1,00$ )

(Tipologia USO FIUME con smusso regolare di lato  $3,0 \text{ cm}$ )

**[verificata]**

**Geometria :**

Lunghezza monaco =  $2,22 \text{ m}$

**Sollecitazioni:**

**Sollecitazioni di calcolo: ESERCIZIO**

**Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 1: 1,3\*G**

$N_{max} = 227 \text{ daN}$

$T_{max} = 0 \text{ daN}$  punto =  $435,0 \text{ cm}$

$M_{max} = 0 \text{ daNm}$  punto =  $435,0 \text{ cm}$

**Sollecitazioni di calcolo: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb)**

$N_{max} = 137 \text{ daN}$

$T_{max} = 0 \text{ daN}$  punto =  $435,0 \text{ cm}$

$M_{max} = 0 \text{ daNm}$  punto =  $435,0 \text{ cm}$

**(A seguito sono riportati i valori massimi di tensioni e deformazioni riscontrati nell'analisi di tutte le combinazioni.)**

**[Combinazione: Stato limite 1: 1,3\*G (kmod=0,60)]**

**Verifiche Stato limite ultimo:** (Punto di calcolo  $x = 4,35 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $28,0 \times 28,0$  )

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 227 \text{ daN}$   $M = 0 \text{ daNm}$   $T = 0 \text{ daN}$

$f_{m,d} = 10,80 \text{ N/mm}^2$   $f_{t,0,d} = 6,40 \text{ N/mm}^2$   $k_m = 1$

$\sigma_{t,0,d} = 0,03 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,y,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$   $\sigma_{m,z,d} = 0,00 \text{ N/mm}^2$

$$\frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00 \quad \frac{\sigma_{t,0,d}}{f_{t,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

**Verifica a taglio:** (Punto di calcolo  $x = 4,35 \text{ m}$  sez. nel punto:  $28,0 \times 28,0$  )

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 227 \text{ daN}$   $M = 0 \text{ daNm}$   $T = 0 \text{ daN}$

$f_{v,d} = 1,52 \text{ N/mm}^2$

$k_{cr} = 0,53$  (EC5 - punto 6.13a)

$$\tau_d = 0,00 \text{ N/mm}^2 \quad \frac{\tau_d}{f_{v,d}} = 0,00$$

**Instabilità flessionale:** (Punto di calcolo  $x = 4,35 \text{ m}$ ) sez. nel punto:  $28,0 \times 28,0$  )

Sollecitazioni nel punto: ----->  $N = 227 \text{ daN}$   $M = 0 \text{ daNm}$   $T = 0 \text{ daN}$

$L_{eff} = 4880 \text{ mm}$   $\lambda_{rel,m} = 0,32$   $k_{crit} = 1,00$

$f_{m,d} = 10,80 \text{ N/mm}^2$   $k_m = 1$

$$\frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

$$k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{f_{m,y,d} \cdot k_{crit}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} = 0,00$$

**Verifiche Stato limite esercizio:**

**SPOSTAMENTI GLOBALI**



umax (accidentali)	= 0 mm	=> L/32396	(Combinazione: Rara solo accidentali 1: *Q(Qb))
uin (iniziale)	= 1 mm		(Combinazione: Rara 2: G+Q(Qb))
uist (istantaneo)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
udiff (differito)	= 0 mm		(Combinazione: Quasi permanente 2: G+0*Q(Qb))
fmax (rara)	= 1 mm	=> L/17204	
fmax (lunga durata)	= 1 mm	=> L/12511	[kdef = 0,80 (fmax lunga durata = uin + udif con udif = uist * kdef)]

## Verifiche appoggio sinistro A: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 22,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 30,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 15,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 488,0 cm

### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN	
Azione verticale	(Ry)	= 9527 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	= 9527 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	= 18,0 cm	
Sigma design schiacciamento		= 3,06 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		= 90,00 °	
coeff. kc90		= 1,00	
Sigma schiacciamento		= 2,41 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,79

### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	= 30,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		= 0,83 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,36

## Verifiche appoggio sinistro B: (EC5 - 2009)

### Geometria:

base elemento	(b)	= 22,0 cm
Altezza elemento	(h)	= 30,0 cm
Lunghezza appoggio	(L)	= 15,0 cm
Lunghezza extra appoggio	(L1)	= 0,0 cm
Lunghezza scarica in campata	(L2)	= 488,0 cm

### Verifiche:

#### [Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Azione orizzontale	(Rx)	= 0 daN	
Azione verticale	(Ry)	= 9527 daN	
Azione parallela all' appoggio	(Nc)	= 0 daN	
Azione perpendicolare all' appoggio	(Nc)	= 9527 daN	
Lunghezza efficace appoggio	(Leff)	= 18,0 cm	
Sigma design schiacciamento		= 3,06 N/mm <sup>2</sup>	
Angolo pressione/fibre		= 90,00 °	
coeff. kc90		= 1,00	
Sigma schiacciamento		= 2,41 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,79

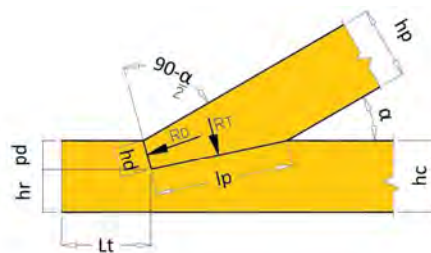
### Verifiche taglio:

Altezza efficace	(heff)	= 30,0 cm	Coeff. kv = 1,00
Tau design		= 2,28 N/mm <sup>2</sup>	
Tau		= 0,83 N/mm <sup>2</sup> ----->	Verifica unitaria = 0,36

## Verifiche nodo piede: (EC5 - 2009)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Sforzo normale puntone	(Np)	=	16820 daN
Taglio puntone	(Tp)	=	1926 daN
Sforzo normale catena	(Nc)	=	14109 daN
Profondità dente	(pd)	=	8,0 cm
Altezza dente	(hd)	=	8,2 cm
Lunghezza appoggio posteriore	(lp)	=	20,7 cm
Lunghezza tallone	(Lt)	=	25,0 cm
Altezza residua catena	(hr)	=	22,0 cm
Azione perp. a hd (dente)	(Fd)	=	15307 daN
Azione perp. a lp	(Fp)	=	5830 daN
Azione parall. a lt (tallone)	(Ft)	=	14109 daN



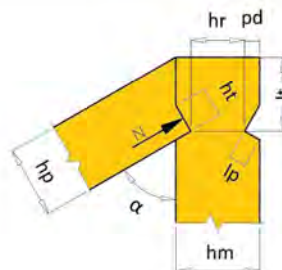
### Verifiche:

coeff. kc90	=	1,00	
Tensione dente	(σ <sub>α</sub> )	=	6,67 N/mm <sup>2</sup>
Angolo con le fibre	(α)	=	13,50 °
Tensione design	(σ <sub>c,α,d</sub> )	=	11,18 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,60
Tensione appoggio posteriore	(σ <sub>β</sub> )	=	1,01 N/mm <sup>2</sup>
Angolo con le fibre	(β)	=	82,40 °
Tensione design	(σ <sub>c,β,d</sub> )	=	3,10 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,32
Lunghezza efficace tallone	(L <sub>tef</sub> )	=	25,0 cm
Tau tallone	(τ <sub>Lt</sub> )	=	2,02 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,88
Verifica trazione sezione residua		=	0,24

## Verifiche nodo colmo: (EC5 - 2009)

[Combinazione: Stato limite 2: 1,3\*G+1,5\*Q(Qb) (kmod=0,9)]

Sforzo normale puntone	(Np)	=	14873 daN
Taglio puntone	(Tp)	=	1888 daN
Sforzo normale catena	(Nc)	=	137 daN
Profondità dente	(pd)	=	4,5 cm
Altezza dente	(hd)	=	10,0 cm
Lunghezza tallone	(Lt)	=	15,0 cm
Lunghezza posteriore dente	(lp)	=	5,1 cm
Altezza residua monaco	(hr)	=	19,0 cm
Azione perp. dente hd	(Fd)	=	14873 daN
Azione perp. retro dente lp	(Fp)	=	1888 daN
Azione parall. tallone lt	(Ft)	=	5070 daN



### Verifiche:

coeff. kc90	=	1,00	
Sigma dente	(σ <sub>α</sub> )	=	3,55 N/mm <sup>2</sup>
Angolo con le fibre	(α)	=	63,00 °
Tensione design dente	(σ <sub>c,α,d</sub> )	=	3,64 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,98
Sigma appoggio posteriore	(σ <sub>β</sub> )	=	0,88 N/mm <sup>2</sup>
Angolo con le fibre	(β)	=	27,00 °
Tensione design dente	(σ <sub>c,β,d</sub> )	=	7,84 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,11
Tau tallone	(τ <sub>lt</sub> )	=	1,21 N/mm <sup>2</sup> -----> Verifica unitaria = 0,53
Verifica sezione residua monaco		=	0,96