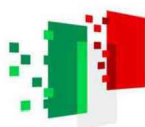




Finanziato  
dall'Unione europea  
NextGenerationEU



Ministero del Lavoro  
e delle Politiche Sociali



Italiadomani  
PIANO NAZIONALE  
DI RIPRESA E RESILIENZA

NEXT  
GEN  
EU

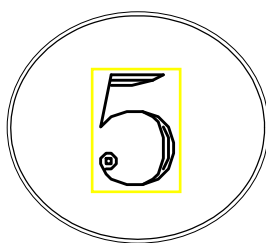
# COMUNE DI CASTIGLION FIORENTINO

Casa di Riposo ed Istituzioni Educative "SERRISTORI"



Intervento locale per la messa in sicurezza di porzione di copertura mediante sostituzione degli elementi ammalorati e consolidamento di due solai d'interpiano della Casa di Riposo "SERRISTORI" sita in Piazza San Francesco n. 6

## PROGETTO STRUTTURALE RELAZIONE DI CALCOLO



STATO DI PROGETTO

PROGETTISTA

Ing. Nicola Cappelletti

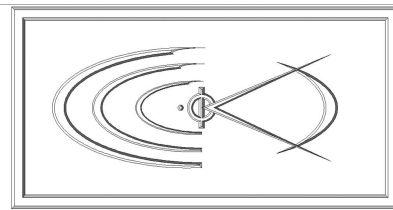
R.U.P.

Ing. Serena Chieli



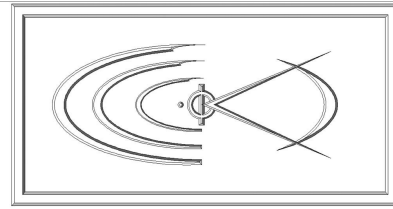
MARZO 2023





# Indice

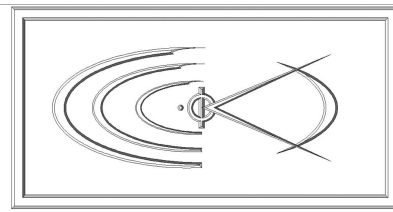
1 TIPO DI ANALISI E MOTIVAZIONE.....	3
2 AZIONI SULLA COSTRUZIONE.....	4
2.1 Azione della neve.....	4
2.2 Azioni del vento.....	4
2.3 Azioni dovute alla temperatura.....	4
2.4 Azioni antropiche e pesi propri .....	5
2.4.1 Stato Attuale: .....	5
2.4.2 Stato di progetto: solo nelle zone di intervento.....	5
2.4.3 Stato Attuale: .....	6
2.4.4 Stato di progetto: .....	6
3 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON MODELLATI.....	7
3.1 Verifica dei nuovi travetti.....	7
3.2 Verifica delle nuove terzere lignee di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m.....	12
3.3 Verifica delle nuove terzere lignee di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m .....	16
3.4 Verifica della capriata .....	21
3.4.1 Azioni antropiche e pesi propri.....	21
3.4.2 Verifica dei Puntoni di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m (cautelativamente 20x20cm).....	26
3.4.2.1 Verifica a Presso – flessione.....	26
3.4.2.2 Verifica a Taglio.....	27
3.4.3 Verifica delle Saette di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m.....	28
3.4.4 Verifica della Catena di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m.....	29
3.4.5 Verifica del Monaco di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m.....	30
3.4.6 Verifica giunto puntone-catena capriata.....	31
3.5 Verifiche del solaio a voltine – STATO ATTUALE .....	32
3.6 Verifiche del solaio a voltine – STATO DI PROGETTO .....	36
3.7 Osservazioni sul ribaltamento di facciata.....	38



## **1 TIPO DI ANALISI E MOTIVAZIONE**

L'analisi per le combinazioni delle azioni permanenti e variabili è stata condotta in regime elastico lineare.

Visto l'ambito di intervento locale, non è stato realizzato un modello strutturale, ma risolto mediante schemi semplificati agli stati limite.



## 2 AZIONI SULLA COSTRUZIONE

### 2.1 Azione della neve

L'azione della neve viene determinato tramite le espressioni empiriche riportate dal D.M. 17/01/2018 al cap.3.4..

Il carico provocato dalla neve sulle coperture sarà valutato mediante la seguente espressione:

$$q_s = \mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t = 0,99 \text{ kN/m}^2 \quad [3.4.1]$$

dove:

$q_s$  è il carico neve sulla copertura;

$\mu_i$  è il coefficiente di forma della copertura, fornito al § 3.4.5:  $= 0,80$  [tab. 3.4.II]

$q_{sk}$  periodo di ritorno di 50 anni;  $q_{sk} = 0,85 [1 + (a_s/481)^2] = 1,23 \text{ kN/m}^2$  [3.4.4]

con  $a_s = 323 \text{ m}$

$C_E$  è il coefficiente di esposizione di cui al § 3.4.4: *Normale*  $= 1,00$  [tab.3.4.I]

$C_t$  è il coefficiente termico di cui al § 3.4.5.:  $= 1,00$

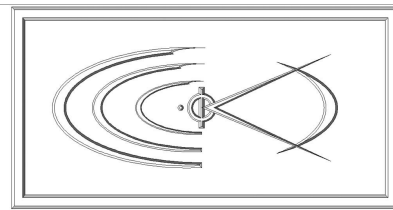
Il carico della neve è stato poi approssimato a  $q_s = 1,00 \text{ kN/m}^2$ .

### 2.2 Azioni del vento

L'azione orizzontale del vento risulta essere trascurabile rispetto al tipo di intervento e al tipo di struttura.

### 2.3 Azioni dovute alla temperatura

Viste le ridotte dimensioni della struttura gli effetti dovuti alle variazioni termiche sono irrilevanti e non riportati nei calcoli.



## 2.4 Azioni antropiche e pesi propri

### Solaio di copertura ligneo

#### 2.4.1 Stato Attuale:

<b>G<sub>1</sub></b> (propri strutturali)	Terzere in legno	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Travetti in legno	A corpo	0,06	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Pianelle in laterizio sp. 2,50cm	0,025m · 18 kN/m <sup>3</sup>	0,45	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>1</sub></b>			<b>0,71</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>G<sub>2</sub></b> (permanenti portati)	Guaina impermeabilizzante	A corpo	0,10	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Manto di copertura	A corpo	0,60	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>2</sub></b>			<b>0,70</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Q<sub>kl</sub></b> (accidentali)	Neve	Vedi §3.2	1,00	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale Q<sub>1</sub></b>			<b>1,00</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>

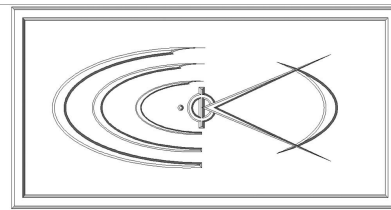
#### 2.4.2 Stato di progetto: solo nelle zone di intervento

<b>G<sub>1</sub></b> (propri strutturali)	Terzere in legno	0,20 · 0,24 · 4,20kN/m <sup>3</sup> /1,66m	0,12	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Travetti in legno	0,08 · 0,08 · 4,20kN/m <sup>3</sup> /0,33m	0,08	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Pianelle in laterizio	0,025m · 18 kN/m <sup>3</sup>	0,45	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>1</sub></b>			<b>0,65</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>G<sub>2</sub></b> (permanenti portati)*	Guaina + isolante	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Manto di copertura	A corpo	0,60	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>2</sub></b>			<b>0,80</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Q<sub>kl</sub></b> (accidentali)	Neve	Vedi §3.2	1,00	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale Q<sub>1</sub></b>			<b>1,00</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>

carichi permanenti attuali [kN/m <sup>2</sup> ]	carichi permanenti di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	Variazione [%]
1,41	1,45	<b>3</b>

*La variazione di carico è entro i limiti di sicurezza.*

*Nota\*: in sede di verifica degli elementi strutturali, cautelativamente, i carichi G<sub>2</sub> permanenti portati verranno incrementati di ulteriori 0,35 kN/m<sup>2</sup> per tener conto di eventuali futuri interventi con incremento di carico (come ad esempio una rasatura con malta e rete o controsoffitto).*

Solaio in longherine e voltine**2.4.3 Stato Attuale:**

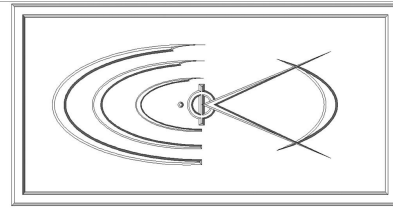
<b>G<sub>1</sub></b> (propri strutturali)	Travi in acciaio IAO 180	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Voltine in laterizio	18kN/m <sup>3</sup> · 0,035m	0,54	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Riempimento sp. <sub>medio</sub> 9cm	A corpo	0,80	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>1</sub></b>			<b>1,54</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>G<sub>2</sub></b> (permanenti portati)	Caldana storica	14kN/m <sup>3</sup> · 0,05m	0,70	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Pavimento in graniglia	25kN/m <sup>3</sup> · 0,035m	0,87	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Intonaco	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>2</sub></b>			<b>1,77</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Q<sub>k1</sub></b> (accidentali)	Cat. C1	D.M. 2018 - §3.1.4	3,00	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale Q<sub>1</sub></b>			<b>3,00</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>

**2.4.4 Stato di progetto:**

<b>G<sub>1</sub></b> (propri strutturali)	Travi in acciaio IAO 180	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Riempimento sp. 6cm	A corpo	0,60	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Soletta in cls armato sp. 5cm	25kN/m <sup>3</sup> · 0,05m	1,25	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Voltine in laterizio	A corpo	0,50	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>1</sub></b>			<b>2,55</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>G<sub>2</sub></b> (permanenti portati)	Pavimento + allettamento	A corpo	0,50	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Isolante sp. 6cm	A corpo	0,02	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Intonaco	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>2</sub></b>			<b>0,72</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Q<sub>k1</sub></b> (accidentali)	Cat. C1	D.M. 2018 - §3.1.4	3,00	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale Q<sub>1</sub></b>			<b>3,00</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>

carichi permanenti attuali [kN/m <sup>2</sup> ]	carichi permanenti di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	Variazione [%]
3,31	3,27	<b>-1</b>

*La variazione di carico è entro i limiti di sicurezza.*



### **3 VERIFICHE DEGLI ELEMENTI NON MODELLATI**

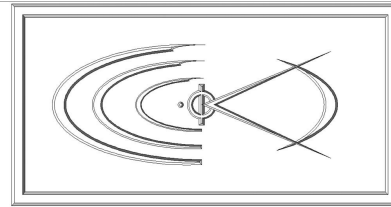
#### **3.1 Verifica dei nuovi travetti**

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

*I nuovi travetti lignei rispetteranno il materiale dello stato attuale come imposto dall'Ente della sovrintendenza.*

Si assume lo schema statico di trave **su doppio appoggio**.

**DEFINIZIONE DEI CARICHI**

$G_1 =$	<b>0,53</b>	kN/m <sup>2</sup>	Proprio	
$G_2 =$	<b>1,10</b>	kN/m <sup>2</sup>	Perm. Portato	
$Q_{k1} =$	<b>1,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile dominante	(Neve)
$Q_{k2} =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Accidentale)
$Q_{k3} =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Vento)
$E =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Sisma	
$P =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Pretensione e precompressione	

**Combinazione fondamentale (SLU)**

Coefficienti :

$\gamma_{G1} =$	<b>1,30</b>			
$\gamma_{G2} =$	<b>1,50</b>			
$\gamma_{Q1} =$	<b>1,50</b>			
$\gamma_{Q2} =$	<b>1,50</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>3,84</b> kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{Q3} =$	<b>1,50</b>			
$\psi_{02} =$	<b>0,00</b>			
$\psi_{03} =$	<b>0,60</b>			
$\gamma_P =$	<b>1</b>			

**Combinazione caratteristica (rara) (SLE)**

Coefficienti :

$\psi_{02} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>2,63</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{03} =$	<b>0,60</b>			

**Combinazione frequente (SLE)**

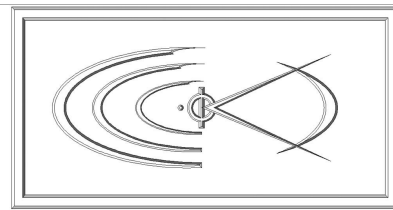
Coefficienti :

$\psi_{11} =$	<b>0,20</b>			
$\psi_{22} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>1,83</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{23} =$	<b>0,00</b>			

**Combinazione quasi permanente (SLE)**

Coefficienti :

$\psi_{21} =$	<b>0,00</b>			
$\psi_{22} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>1,63</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{23} =$	<b>0,00</b>			



### Valori caratteristici delle proprietà del materiale (UNI EN 388:2004)

Tipo di legno utilizzato:

**LAMELLARE OMOGENEO H**

Classe :

**GL24h***Massa volumica*

Caratteristica	$\rho_{\text{mean}}$	=	420	daN/m <sup>3</sup>
----------------	----------------------	---	-----	--------------------

*Proprietà di resistenza:*

Flessione	$f_{m,k}$	=	24	N/mm <sup>2</sup>
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	=	19,2	N/mm <sup>2</sup>
Traz.perpendicolare	$f_{t,90,k}$	=	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	=	24	N/mm <sup>2</sup>
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	=	2,5	N/mm <sup>2</sup>
Taglio	$f_{v,k}$	=	3,5	N/mm <sup>2</sup>

*Moduli elastici:*

Parallelo medio	$E_{0,m}$	=	11,5	KN/mm <sup>2</sup>
Parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	9,6	KN/mm <sup>2</sup>
Perpendicolare medio	$E_{90,m}$	=	0,3	KN/mm <sup>2</sup>
Tangenziale medio	$G_m$	=	0,65	KN/mm <sup>2</sup>

### Valori di calcolo delle proprietà del materiale

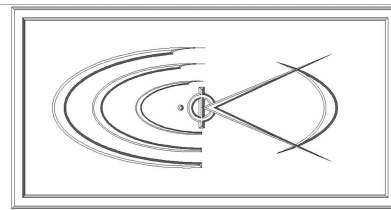
Classe di servizio

**2** $\gamma_m =$ **1,45**

Tab. 4.4.III

*Proprietà di resistenza:*

			BREVE	MEDIA	LUNGA	PERMANENTE	
	$K_{\text{mod}}$	=	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	Tab. 4.4.IV
Flessione	$f_{m,d}$	=	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Trazione parallela	$f_{t,0,d}$	=	11,9	10,6	9,3	7,9	N/mm <sup>2</sup>
Traz.perpendicolare	$f_{t,90,d}$	=	0,3	0,3	0,2	0,2	N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela	$f_{c,0,d}$	=	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,d}$	=	1,6	1,4	1,2	1,0	N/mm <sup>2</sup>
Taglio	$f_{v,d}$	=	2,2	1,9	1,7	1,4	N/mm <sup>2</sup>

**DATI**Dati sezione

b	=	8,00	cm	Base
h	=	8,00	cm	Altezza
W	=	85,33	cm <sup>3</sup>	Modulo di resistenza
J	=	341,33	cm <sup>4</sup>	Momento di inerzia

Dati schema di carico

Schema statico =			Appoggio/Appoggio
L	=	166,0 cm	Luce di calcolo
i <sub>max</sub>	=	33 cm	Interasse
β	=	24,00 °	Inclinazione della trave
α	=	0,00 °	Inclinazione della sezione

Dati sezione

b=	<b>8,00</b>	cm base
h=	<b>8,00</b>	cm altezza

**VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE**Carichi

		SLU		SLE			
		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
P <sub>TOT.fond</sub>	=	3,99	2,74	1,90	1,70	kN/m <sup>2</sup>	Carico distribuito totale
P <sub>fond</sub>	=	<b>1,32</b>	<b>0,90</b>	<b>0,63</b>	<b>0,56</b>	kN/m	Carico lineare sull'elemento

Sollecitazioni

		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
M <sub>max</sub>	=	<b>0,45</b>	<b>0,31</b>	<b>0,22</b>	<b>0,19</b>	kNm	Momento sollecitante
T <sub>max</sub>	=	<b>1,09</b>	<b>0,75</b>	<b>0,52</b>	<b>0,46</b>	kN	Taglio sollecitante

Verifica a flessione

		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.	
σ <sub>m,d</sub>	=	<b>5,32</b>	<b>3,64</b>	<b>2,54</b>	<b>2,26</b>	N/mm <sup>2</sup>

		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.	
σ <sub>m,d</sub>	=	<b>0,37</b>	<b>0,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	
f <sub>m,d</sub>	=					
		< 1	< 1	< 1	< 1	
		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	

Verifica a taglio

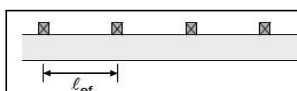
		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.	
τ <sub>d</sub>	=	<b>0,38</b>	<b>0,26</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	N/mm <sup>2</sup>

		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.	
τ <sub>d</sub>	=	<b>0,18</b>	<b>0,14</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>	
f <sub>v,d</sub>	=					
		< 1	< 1	< 1	< 1	
		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	

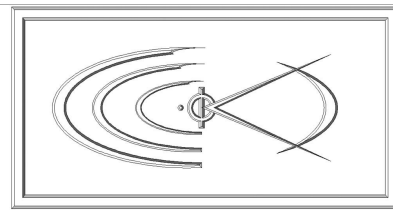
Verifica di stabilità allo svergolamento flessione/torzionale

I <sub>eff</sub>	=	<b>166,0</b>	cm
σ <sub>m,crit</sub>	=	347,37	N/mm <sup>2</sup>
λ <sub>rel,m</sub>	=	0,26	
K <sub>crit,m</sub>	=	1,00	

distanza tra gli elementi di rinforzo



		FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.	
σ <sub>m,d</sub>	=	<b>0,37</b>	<b>0,28</b>	<b>0,23</b>	<b>0,24</b>	
K <sub>crit,m</sub> * f <sub>m,d</sub>	=					
		< 1	< 1	< 1	< 1	
		<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	<b>OK</b>	

**VERIFICHE DI DEFORMAZIONE (SLE)****Calcolo delle frecce:****1) Freccia istantanea ( $w_{ist}$ )**

$P_{TOT, rara}$	=	2,63	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$P_{irara}$	=	<b>0,8679</b>	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$w_{ist,M}$	=	0,219	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{ist,V}$	=	0,009	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{ist,Tot}$	=	<b>0,23</b>	cm	Freccia istantanea totale

**2) Freccia differita ( $w_{diff}$ )**

$P_{TOT, qperm}$	=	1,63	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$P_{iqperm}$	=	<b>0,5379</b>	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$K_{def}$	=	<b>0,9</b>		Coeff. di viscosità del materiale <span style="float: right;">Tab. 4.4.V</span>
$w_{diff,M}$	=	0,217	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{diff,V}$	=	0,009	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{diff,Tot}$	=	<b>0,23</b>	cm	Freccia differita totale

**3) Freccia dovuta ai carichi variabili ( $w_{var}$ )**

$P_{TOT, fond}$	=	1	kN/m <sup>2</sup>	Carico per SOLI <b>variabili</b>
$P_{ifond}$	=	<b>0,33</b>	kN/m	Carico LINEARE SOLI <b>variabili</b>
$w_{var,M}$	=	0,083	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{var,V}$	=	0,003	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{var,Tot}$	=	<b>0,09</b>	cm	Freccia istantanea totale

**Verifiche****A) Verifica della deformazione istantanea**

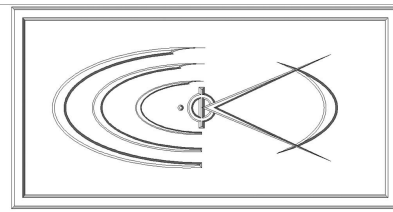
$w_{ist}$	=	<b>0,23</b>	cm	<	$L/300 =$	0,55	cm	<b>OK</b>
-----------	---	-------------	----	---	-----------	------	----	-----------

**B) Verifica della deformazione finale**

$w_{fin}$	=	<b>0,31</b>	cm	<	$L/200 =$	0,83	cm	<b>OK</b>
-----------	---	-------------	----	---	-----------	------	----	-----------

**C) Verifica della deformazione dovuta ai carichi variabili**

$w_{var}$	=	<b>0,09</b>	cm	<	$L/800 =$	0,21	cm	<b>OK</b>
-----------	---	-------------	----	---	-----------	------	----	-----------



### 3.2 Verifica delle nuove terzere lignee di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m

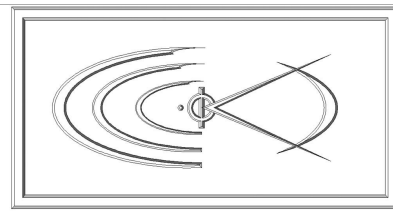
La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

Le nuove travi lignee rispetteranno le dimensioni ed il materiale dello stato attuale come imposto dall'ente della sovrintendenza.

Si assume lo schema statico di trave **su doppio appoggio** e la trave verificata è quella maggiormente sollecitata; le altre terzere sostituite presentano luce minore e stesso carico quindi risultano automaticamente verificate.

DEFINIZIONE DEI CARICHI					
$G_1 =$	0,65	kN/m <sup>2</sup>	Proprio		
$G_2 =$	1,10	kN/m <sup>2</sup>	Perm.Portato		
$Q_{k1} =$	1,00	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile dominante	(Neve)	
$Q_{k2} =$	0,00	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Accidentale)	
$Q_{k3} =$	0,00	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Vento)	
$E =$	0,00	kN/m <sup>2</sup>	Sisma		
$P =$	0,00	kN/m <sup>2</sup>	Pretensione e precompressione		
Combinazione fondamentale (SLU)					
Coefficienti :					
$\gamma_{G1} =$	1,30				
$\gamma_{G2} =$	1,50				
$\gamma_{Q1} =$	1,50				
$\gamma_{Q2} =$	1,50	→	$P_{TOT} =$	4,00	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{Q3} =$	1,50				
$\gamma_{\psi_{Q2}} =$	0,00				
$\gamma_{\psi_{Q3}} =$	0,60				
$\gamma_P =$	1				
Combinazione caratteristica (rara) (SLE)					
Coefficienti :					
$\gamma_{\psi_{Q2}} =$	0,00	→	$P_{TOT} =$	2,75	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{\psi_{Q3}} =$	0,60				
Combinazione frequente (SLE)					
Coefficienti :					
$\gamma_{\psi_{Q1}} =$	0,20	→	$P_{TOT} =$	1,95	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{\psi_{Q2}} =$	0,00				
$\gamma_{\psi_{Q3}} =$	0,00				
Combinazione quasi permanente (SLE)					
Coefficienti :					
$\gamma_{\psi_{Q1}} =$	0,00	→	$P_{TOT} =$	1,75	kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{\psi_{Q2}} =$	0,00				



### Valori caratteristici delle proprietà del materiale (UNI EN 388:2004)

Tipo di legno utilizzato: **LAMELLARE OMOGENEO H**

Classe : **GL24h**

*Massa volumica*

Caratteristica  $\rho_{\text{mean}}$  = 420 daN/m<sup>3</sup>

*Proprietà di resistenza:*

Flessione  $f_{m,k}$  = 24 N/mm<sup>2</sup>

Trazione parallela  $f_{t,0,k}$  = 19,2 N/mm<sup>2</sup>

Traz.perpendicolare  $f_{t,90,k}$  = 0,5 N/mm<sup>2</sup>

Compressione parallela  $f_{c,0,k}$  = 24 N/mm<sup>2</sup>

Compressione perpendicolare  $f_{c,90,k}$  = 2,5 N/mm<sup>2</sup>

Taglio  $f_{v,k}$  = 3,5 N/mm<sup>2</sup>

*Moduli elastici:*

Parallelo medio  $E_{0,m}$  = 11,5 KN/mm<sup>2</sup>

Parallelo caratteristico  $E_{0,05}$  = 9,6 KN/mm<sup>2</sup>

Perpendicolare medio  $E_{90,m}$  = 0,3 KN/mm<sup>2</sup>

Tangenziale medio  $G_m$  = 0,65 KN/mm<sup>2</sup>

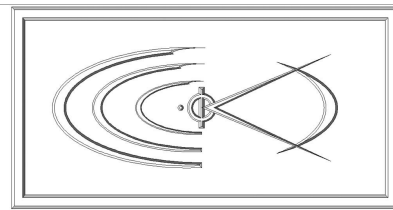
### Valori di calcolo delle proprietà del materiale

Classe di servizio **2**  
 $\gamma_m =$  **1,45**

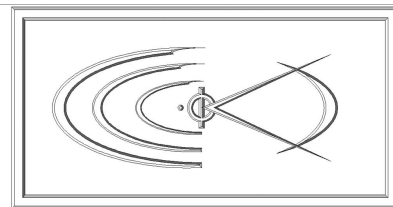
Tab. 4.4.III

*Proprietà di resistenza:*

		BREVE	MEDIA	LUNGA	PERMANENTE	
	$K_{\text{mod}}$	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	Tab. 4.4.IV
Flessione	$f_{m,d}$	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Trazione parallela	$f_{t,0,d}$	11,9	10,6	9,3	7,9	N/mm <sup>2</sup>
Traz.perpendicolare	$f_{t,90,d}$	0,3	0,3	0,2	0,2	N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela	$f_{c,0,d}$	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,d}$	1,6	1,4	1,2	1,0	N/mm <sup>2</sup>
Taglio	$f_{v,d}$	2,2	1,9	1,7	1,4	N/mm <sup>2</sup>



DATI									
<b>Dati sezione</b>									
b =	20,00	cm	Base						
h =	24,00	cm	Altezza						
W =	1920,00	cm <sup>3</sup>	Modulo di resistenza						
J =	23040,00	cm <sup>4</sup>	Momento di inerzia						
<b>Dati schema di carico</b>					<b>Dati sezione</b>				
Schema statico =				<b>Appoggio/Appoggio</b>					
L =	490,0	cm	Luce di calcolo	b=		20,00	cm base		
i <sub>max</sub> =	166	cm	Interasse	h=		24,00	cm altezza		
β =	0,00	°	Inclinazione della trave						
α =	0,00	°	Inclinazione della sezione						
VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE									
<b>Carichi</b>									
			<b>SLU</b>	<b>SLE</b>					
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
P <sub>TOT.fond</sub>	=		4,00	2,75	1,95	1,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico distribuito totale	
P <sub>lfond</sub>	=		6,63	4,57	3,24	2,91	kN/m	Carico lineare sull'elemento	
<b>Sollecitazioni</b>									
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
M <sub>max</sub>	=		21,56	14,84	10,52	9,44	kNm	Momento sollecitante	
T <sub>max</sub>	=		16,91	11,64	8,25	7,41	kN	Taglio sollecitante	
<b>Verifica a flessione</b>									
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
σ <sub>m,d</sub>	=		14,10	9,70	6,88	6,17	N/mm <sup>2</sup>		
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
σ <sub>m,d</sub>	=		0,95	0,73	0,59	0,62			
f <sub>m,d</sub>	=		< 1	< 1	< 1	< 1			
			OK	OK	OK	OK			
<b>Verifica a taglio</b>									
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
τ <sub>d</sub>	=		0,79	0,54	0,00	0,00	N/mm <sup>2</sup>		
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
τ <sub>d</sub>	=		0,36	0,28	0,00	0,00			
f <sub>v,d</sub>	=		< 1	< 1	< 1	< 1			
			OK	OK	OK	OK			
<b>Verifica di stabilità allo svergolamento flessione/torzionale</b>									
l <sub>eff</sub>	=	510,0	cm						
σ <sub>m,crit</sub>	=	234,20	N/mm <sup>2</sup>						
λ <sub>el,m</sub>	=	0,32							
K <sub>crit,m</sub>	=	1,00							
				distanza tra gli elementi di rinforzo 					
			FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.			
σ <sub>m,d</sub>	=		0,95	0,73	0,59	0,62			
K <sub>crit,m</sub> * f <sub>m,d</sub>	=		< 1	< 1	< 1	< 1			
			OK	OK	OK	OK			

**VERIFICHE DI DEFORMAZIONE (SLE)****Calcolo delle frecce:****1) Freccia istantanea ( $w_{ist}$ )**

$P_{TOT, rara}$	=	2,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$P_{lr, rara}$	=	4,565	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$w_{ist, M}$	=	1,518	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{ist, V}$	=	0,057	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{ist, Tot}$	=	1,57	cm	Freccia istantanea totale

**2) Freccia differita ( $w_{diff}$ )**

$P_{TOT, qpem}$	=	1,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$P_{lq, perm}$	=	2,905	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$K_{def}$	=	0,8		Coeff. di viscosità del materiale <span style="float: right;">Tab. 4.4.V</span>
$w_{diff, M}$	=	1,738	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{diff, V}$	=	0,065	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{diff, Tot}$	=	1,80	cm	Freccia differita totale

**3) Freccia dovuta ai carichi variabili ( $w_{var}$ )**

$P_{TOT, fond}$	=	1	kN/m <sup>2</sup>	Carico per SOLI <b>variabili</b>
$P_{ifond}$	=	1,66	kN/m	Carico LINEARE SOLI <b>variabili</b>
$w_{var, M}$	=	0,552	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{var, V}$	=	0,021	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{var, Tot}$	=	0,57	cm	Freccia istantanea totale

**Verifiche****A) Verifica della deformazione istantanea**

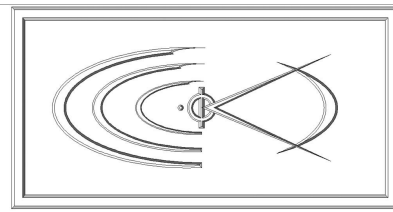
$w_{ist}$	=	1,57	cm	<	$L/300 =$	1,63	cm	<b>OK</b>
-----------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------

**B) Verifica della deformazione finale**

$w_{fin.}$	=	2,38	cm	<	$L/200 =$	2,45	cm	<b>OK</b>
------------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------

**C) Verifica della deformazione dovuta ai carichi variabili**

$w_{var.}$	=	0,57	cm	<	$L/800 =$	0,61	cm	<b>OK</b>
------------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------



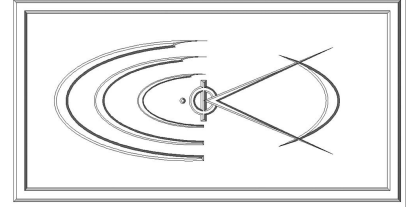
### 3.3 Verifica delle nuove terzere lignee di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

Le nuove travi lignee rispetteranno le dimensioni ed il materiale dello stato attuale come imposto dall'ente della sovrintendenza.

Si assume lo schema statico di trave **su doppio appoggio** e la trave verificata è quella maggiormente sollecitata; le altre terzere sostituite presentano luce minore e stesso carico quindi risultano automaticamente verificate.

**DEFINIZIONE DEI CARICHI**

$G_1 =$	<b>0,65</b>	kN/m <sup>2</sup>	Proprio	
$G_2 =$	<b>1,10</b>	kN/m <sup>2</sup>	Perm.Portato	
$Q_{k1} =$	<b>1,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile dominante	(Neve)
$Q_{k2} =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Accidentale)
$Q_{k3} =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Azione variabile secondaria	(Vento)
$E =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Sisma	
$P =$	<b>0,00</b>	kN/m <sup>2</sup>	Pretensione e precompressione	

**Combinazione fondamentale (SLU)**

Coefficienti :

$\gamma_{G1} =$	<b>1,30</b>			
$\gamma_{G2} =$	<b>1,50</b>			
$\gamma_{Q1} =$	<b>1,50</b>			
$\gamma_{Q2} =$	<b>1,50</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>4,00</b> kN/m <sup>2</sup>
$\gamma_{Q3} =$	<b>1,50</b>			
$\psi_{Q2} =$	<b>0,00</b>			
$\psi_{Q3} =$	<b>0,60</b>			
$\gamma_P =$	<b>1</b>			

**Combinazione caratteristica (rara) (SLE)**

Coefficienti :

$\psi_{Q2} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>2,75</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{Q3} =$	<b>0,60</b>			

**Combinazione frequente (SLE)**

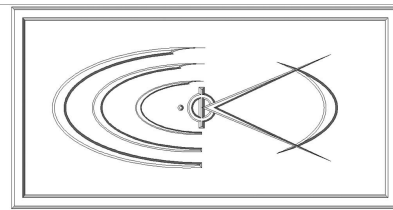
Coefficienti :

$\psi_{11} =$	<b>0,20</b>			
$\psi_{22} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>1,95</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{23} =$	<b>0,00</b>			

**Combinazione quasi permanente (SLE)**

Coefficienti :

$\psi_{21} =$	<b>0,00</b>			
$\psi_{22} =$	<b>0,00</b>	→	$P_{TOT} =$	<b>1,75</b> kN/m <sup>2</sup>
$\psi_{23} =$	<b>0,00</b>			



### Valori caratteristici delle proprietà del materiale (UNI EN 388:2004)

Tipo di legno utilizzato:

**LAMELLARE OMOGENEO H**

Classe :

**GL24h***Massa volumica*

Caratteristica	$\rho_{\text{mean}}$	=	420	daN/m <sup>3</sup>
----------------	----------------------	---	-----	--------------------

*Proprietà di resistenza:*

Flessione	$f_{m,k}$	=	24	N/mm <sup>2</sup>
Trazione parallela	$f_{t,0,k}$	=	19,2	N/mm <sup>2</sup>
Traz.perpendicolare	$f_{t,90,k}$	=	0,5	N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela	$f_{c,0,k}$	=	24	N/mm <sup>2</sup>
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,k}$	=	2,5	N/mm <sup>2</sup>
Taglio	$f_{v,k}$	=	3,5	N/mm <sup>2</sup>

*Moduli elastici:*

Parallelo medio	$E_{0,m}$	=	11,5	KN/mm <sup>2</sup>
Parallelo caratteristico	$E_{0,05}$	=	9,6	KN/mm <sup>2</sup>
Perpendicolare medio	$E_{90,m}$	=	0,3	KN/mm <sup>2</sup>
Tangenziale medio	$G_m$	=	0,65	KN/mm <sup>2</sup>

### Valori di calcolo delle proprietà del materiale

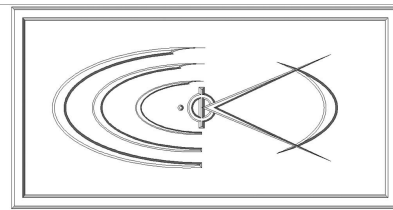
Classe di servizio

**2** $\gamma_m =$ **1,45**

Tab. 4.4.III

*Proprietà di resistenza:*

			BREVE	MEDIA	LUNGA	PERMANENTE	
	$K_{\text{mod}}$	=	<b>0,9</b>	<b>0,8</b>	<b>0,7</b>	<b>0,6</b>	Tab. 4.4.IV
Flessione	$f_{m,d}$	=	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Trazione parallela	$f_{t,0,d}$	=	11,9	10,6	9,3	7,9	N/mm <sup>2</sup>
Traz.perpendicolare	$f_{t,90,d}$	=	0,3	0,3	0,2	0,2	N/mm <sup>2</sup>
Compressione parallela	$f_{c,0,d}$	=	14,9	13,2	11,6	9,9	N/mm <sup>2</sup>
Compressione perpendicolare	$f_{c,90,d}$	=	1,6	1,4	1,2	1,0	N/mm <sup>2</sup>
Taglio	$f_{v,d}$	=	2,2	1,9	1,7	1,4	N/mm <sup>2</sup>

**DATI**Dati sezione

b	=	20,00	cm	Base
h	=	20,00	cm	Altezza
W	=	1333,33	cm <sup>3</sup>	Modulo di resistenza
J	=	13333,33	cm <sup>4</sup>	Momento di inerzia

diametro trave	J tonda
0	0
equivalente quadrata	J quadrata
0,0000	13333

Dati schema di carico

Schema statico =		Appoggio/Appoggio
L	= 310,0 cm	Luce di calcolo
i <sub>max</sub>	= 166 cm	Interasse
β	= 0,00 °	Inclinazione della trave
α	= 24,00 °	Inclinazione della sezione

Dati sezione

b=	20,00	cm base
h=	20,00	cm altezza

**VERIFICHE DEGLI STATI LIMITE**Carichi

	SLU	SLE				
	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
P <sub>TOT.fond</sub>	= 4,00	2,75	1,95	1,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico distribuito totale
P <sub>ifond</sub>	= 6,63	4,57	3,24	2,91	kN/m	Carico lineare sull'elemento

Sollecitazioni

	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
M <sub>max</sub>	= 7,97	5,48	3,89	3,49	kNm	Momento sollecitante
T <sub>max</sub>	= 10,28	7,08	5,02	4,50	kN	Taglio sollecitante

Verifica a flessione

	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
σ <sub>m,d</sub>	= 7,16	4,93	3,49	3,14	N/mm <sup>2</sup>	

	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
σ <sub>m,d</sub> / f <sub>m,d</sub>	= 0,48	0,37	0,30	0,32		
	< 1	< 1	< 1	< 1		
	OK	OK	OK	OK		

Verifica a taglio

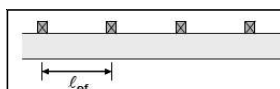
	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
τ <sub>d</sub>	= 0,58	0,40	0,00	0,00	N/mm <sup>2</sup>	

	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
τ <sub>d</sub> / f <sub>v,d</sub>	= 0,26	0,21	0,00	0,00		
	< 1	< 1	< 1	< 1		
	OK	OK	OK	OK		

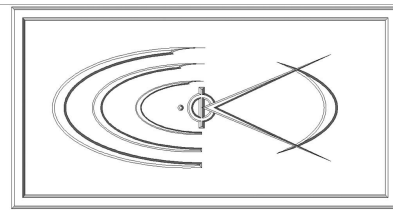
Verifica di stabilità allo svergolamento flessione/torzionale

l <sub>eff</sub>	= 310,0	cm
σ <sub>m,crit</sub>	= 462,36	N/mm <sup>2</sup>
λ <sub>rel,m</sub>	= 0,23	
K <sub>crit,m</sub>	= 1,00	

distanza tra gli elementi di rinforzo



	FONDAM.	RARA	FREQ.	Q. PERM.		
σ <sub>m,d</sub> / K <sub>crit,m</sub> * f <sub>m,d</sub>	= 0,48	0,37	0,30	0,32		
	< 1	< 1	< 1	< 1		
	OK	OK	OK	OK		

**VERIFICHE DI DEFORMAZIONE (SLE)****Calcolo delle frecce:****1) Freccia istantanea ( $w_{ist}$ )**

$P_{TOT, rara}$	=	2,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$P_{irara}$	=	4,565	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>rara</b>
$w_{ist,M}$	=	0,358	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{ist,V}$	=	0,025	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{ist,Tot}$	=	0,38	cm	Freccia istantanea totale

**2) Freccia differita ( $w_{diff}$ )**

$P_{TOT, qperm}$	=	1,75	kN/m <sup>2</sup>	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$P_{iqperm}$	=	2,905	kN/m	Carico lineare per combinazione di carico <b>quasi permanente</b>
$K_{def}$	=	0,8		Coeff. di viscosità del materiale <span style="float: right;">Tab. 4.4.V</span>
$w_{diff,M}$	=	0,410	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{diff,V}$	=	0,029	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{diff,Tot}$	=	0,44	cm	Freccia differita totale

**3) Freccia dovuta ai carichi variabili ( $w_{var}$ )**

$P_{TOT, fond}$	=	1	kN/m <sup>2</sup>	Carico per SOLI <b>variabili</b>
$P_{ifond}$	=	1,66	kN/m	Carico LINEARE SOLI <b>variabili</b>
$w_{var,M}$	=	0,130	cm	Freccia dovuta al momento flettente
$w_{var,V}$	=	0,009	cm	Freccia dovuta al taglio
$w_{var,Tot}$	=	0,14	cm	Freccia istantanea totale

**Verifiche****A) Verifica della deformazione istantanea**

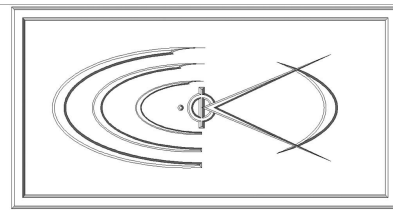
$w_{ist}$	=	0,38	cm	<	$L/300 =$	1,03	cm	<b>OK</b>
-----------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------

**B) Verifica della deformazione finale**

$w_{fin}$	=	0,58	cm	<	$L/200 =$	1,55	cm	<b>OK</b>
-----------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------

**C) Verifica della deformazione dovuta ai carichi variabili**

$w_{var}$	=	0,14	cm	<	$L/800 =$	0,39	cm	<b>OK</b>
-----------	---	------	----	---	-----------	------	----	-----------



### 3.4 Verifica della capriata

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

Le nuove travi lignee rispetteranno le dimensioni ed il materiale dello stato attuale come imposto dall'ente della sovrintendenza.

#### 3.4.1 Azioni antropiche e pesi propri

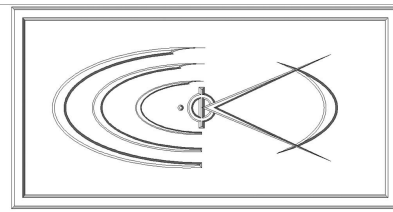
<b>G<sub>1</sub></b> (propri strutturali)	Terzere in legno	0,20m-0,20m-4,20kN/m <sup>3</sup> / 1,66m	0,10	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Travetti in legno	0,08m-0,08m-4,20kN/m <sup>3</sup> / 0,33m	0,08	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Pianelle in laterizio	0,025m · 18 kN/m <sup>3</sup>	0,45	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>1</sub></b>			<b>0,63</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>G<sub>2</sub></b> (permanenti portati)*	Guaina+Isolante	A corpo	0,20	q [kN/m <sup>2</sup> ]
	Manto di copertura	A corpo	0,60	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale G<sub>2</sub></b>			<b>0,80</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>
<b>Q<sub>k1</sub></b> (accidentali)	Neve	Vedi §3.2	1,00	q [kN/m <sup>2</sup> ]
<b>Totale Q<sub>1</sub></b>			<b>1,00</b>	<b>q [kN/m<sup>2</sup>]</b>

Peso capriata con  $i = 2,80\text{m}$

- Puntone GL24h:  $0,20 \cdot 0,20 \cdot 4,20\text{kN/m}^3 / 2,80\text{m} = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- Catena:  $B0,20 \cdot H0,24 \cdot 4,20\text{kN/m}^3 / 2,80\text{m} = 0,09 \text{ kN/m}^2$
- Saetta:  $0,20 \cdot 0,20 \cdot 4,20\text{kN/m}^3 / 2,80\text{m} = 0,06 \text{ kN/m}^2$
- Monaco:  $0,20 \cdot 0,20 \cdot 4,20\text{kN/m}^3 / 2,80\text{m} = 0,06 \text{ kN/m}^2$

Peso complessivo capriata: 0,27 kN/m<sup>2</sup>

*Nota\*: in sede di verifica degli elementi strutturali, cautelativamente, i carichi G<sub>2</sub> permanenti portati verranno incrementati di ulteriori 0,35 kN/m<sup>2</sup> per tener conto di eventuali imprevisti imprevedibili volti al consolidamento dell'elemento strutturale.*

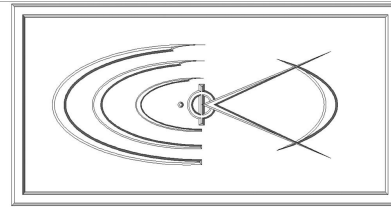
**AZIONI:**

Permanenti strutturali	$G_1 = 0,27 \text{ kN/m}^2$	(p.p. capriata)
	$G_{1,1} = 0,68 \text{ kN/m}^2$	(p.p. terze, travetti, mezzane)
Permanenti non strutturali	$G_2 = 1,10 \text{ kN/m}^2$	(manto di copertura)
Accidentali	$Q_1 = 1,00 \text{ kN/m}^2$	(Neve)

**COMBINAZIONI DELLE AZIONI:**

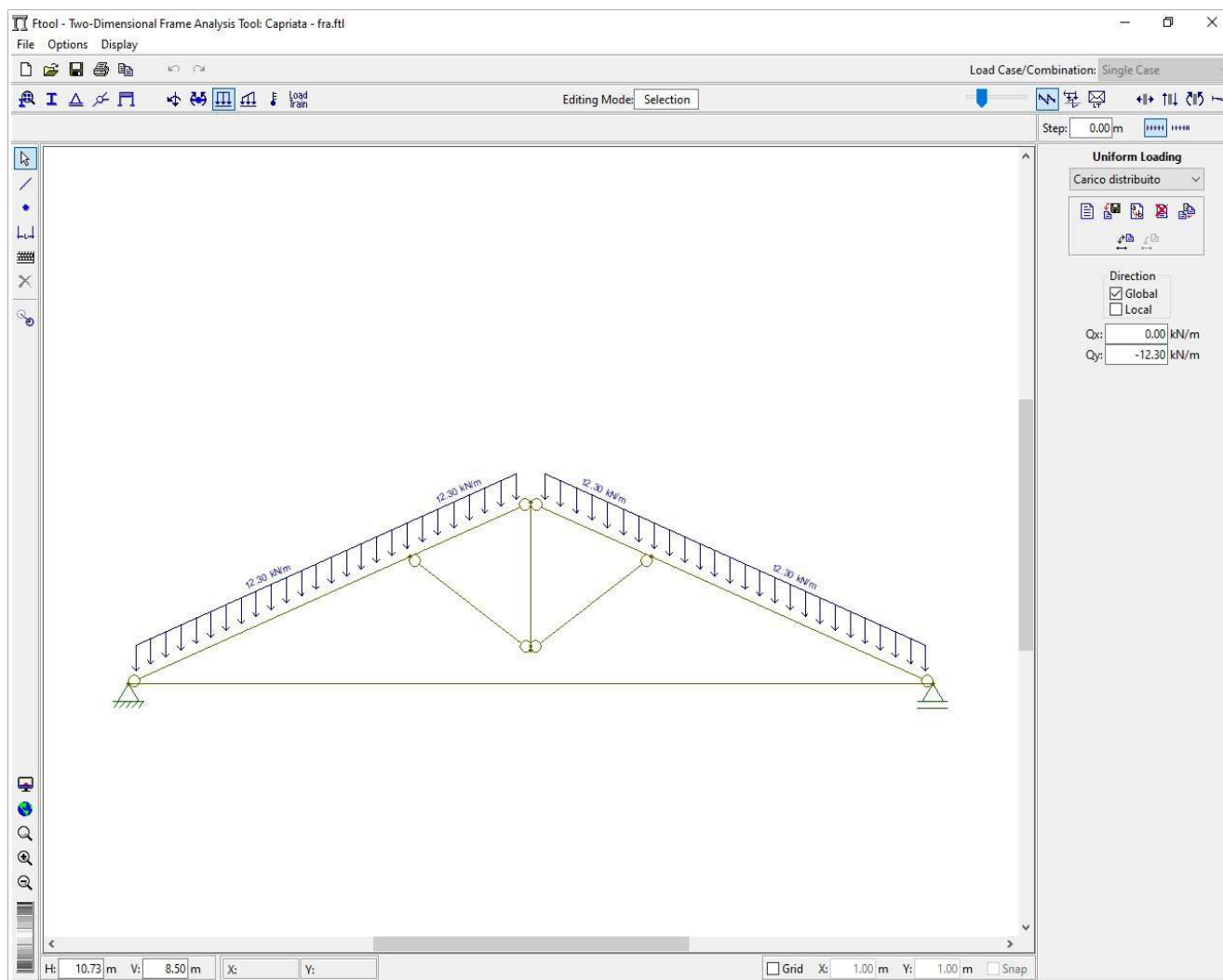
S.L.U. (comb. Fondamentale):	$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{Q1} Q_1 = 4,39 \text{ kN/m}^2$
Interasse di calcolo:	$i = 2,80 \text{ m}$
Luce di calcolo:	$L = 9,70 \text{ m}$

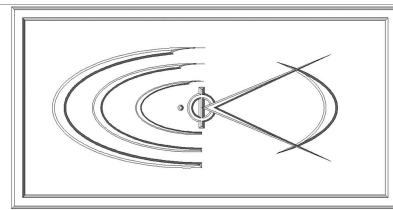
S.L.U.  $Q_{slu} = 12,30 \text{ kN/m}$



### CARATTERISTICHE DI SOLLECITAZIONE:

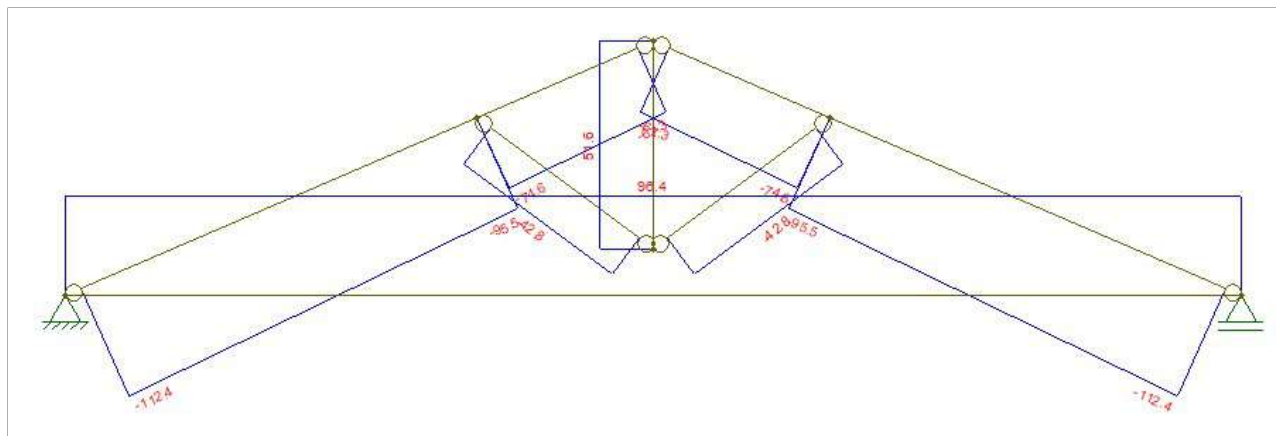
La capriata è stata risolta mediante l'ausilio del software Ftool su cui è stato implementato il seguente modello:





Si sono ottenute le seguenti sollecitazioni:

- SFORZO NORMALE:



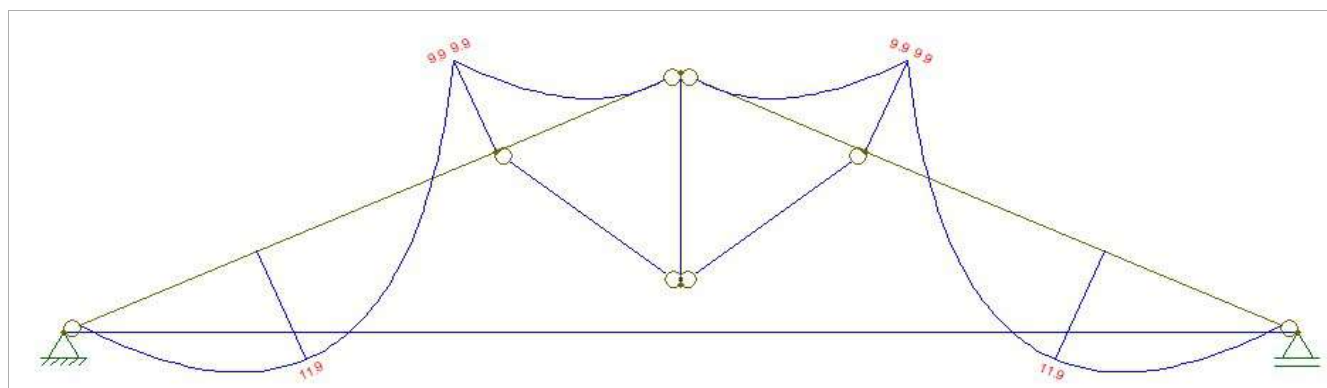
Sforzo normale massimo di compressione Puntoni:  $N_{ed} = 112,40 \text{ kN}$

Sforzo normale di compressione Saette:  $N_{ed} = 42,8 \text{ kN}$

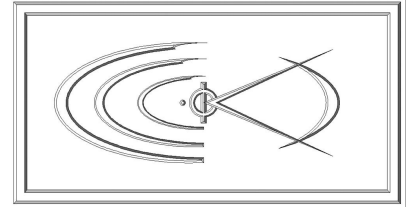
Sforzo normale di trazione Monaco:  $N_{ed} = 51,60 \text{ kN}$

Sforzo normale di trazione Catena:  $N_{ed} = 96,40 \text{ kN}$

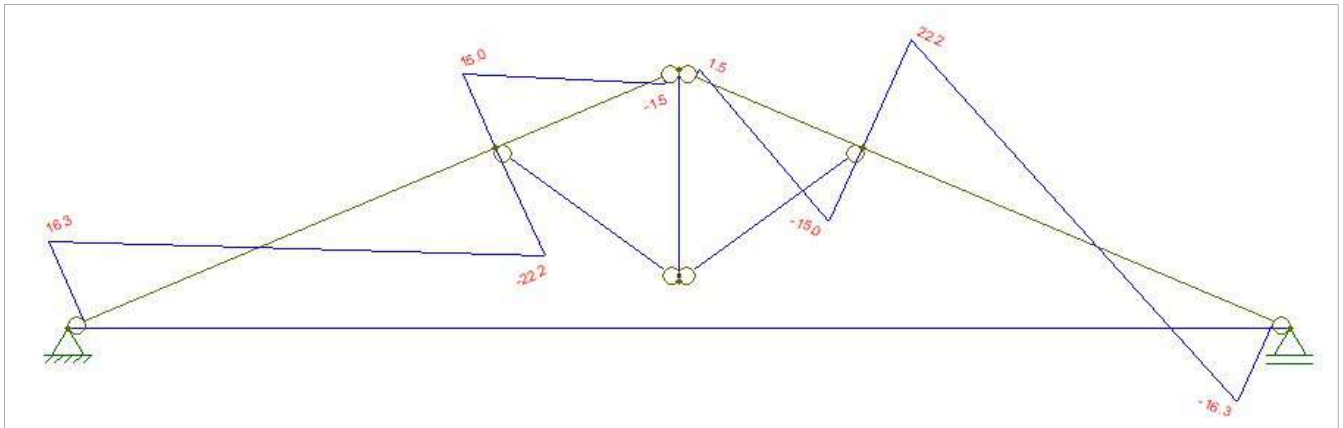
- MOMENTO FLETTENTE:



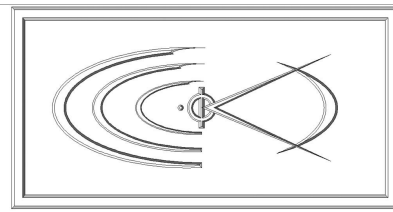
Momento flettente massimo Puntoni:  $M_{ed} = 11,90 \text{ kNm}$



- SFORZO DI TAGLIO:



Sforzo di taglio massimo Puntoni:  $T_{ed} = 22,20 \text{ kN}$



### 3.4.2 Verifica dei Puntoni di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m (cautelativamente 20x20cm)

#### 3.4.2.1 Verifica a Presso – flessione

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

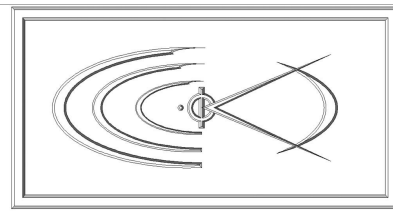
I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. I puntoni vengono verificati a **presso-flessione** seguendo la seguente relazione:

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,y} \cdot f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (\leq 0,9^{(*)})$$

$$\frac{\sigma_{c,0,d}}{k_{c,z} \cdot f_{c,0,d}} + k_m \cdot \frac{\sigma_{m,y,d}}{k_{crit} \cdot f_{m,y,d}} + \frac{\sigma_{m,z,d}}{f_{m,z,d}} \leq 1 \quad (\leq 0,9^{(*)})$$

Facendo riferimento ai procedimenti svolti tramite foglio Excel si ha il seguente esito della verifica:

FLESSIONE E COMPRESSIONE ASSIALE	
<b>N.B.: La Verifica di stabilità deve essere condotta separatamente utilizzando il relativo foglio di calcolo</b>	
<b>Dati geometrici e materiali</b>	
<input checked="" type="radio"/> Sezione Rettangolare	<input type="radio"/> Sezione Circolare
Base sezione (mm)	
Altezza sezione (mm)	
Diametro (mm)	
Tipo Legno	EN GL24 - DIN BS11
Classe di servizio	2
Classe di durata della combinazione	Permanenti
Momento Flettente intorno a y (kNm)	11,9
Momento Flettente intorno a z (kNm)	0
Sforzo Normale di compressione // (kN)	112,4
<b>VERIFICA</b>	
Verifica	0,83 < 1
<b>Menu Resistenza</b>	



### 3.4.2.2 Verifica a Taglio

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. I puntoni vengono verificati a **taglio** seguendo la seguente relazione:

$$\tau_{\max} = 1,5 \cdot \frac{T}{b_{\text{ef}} \cdot h} \leq \frac{k_{\text{mod}} \cdot f_{v,k}}{\gamma_M} = f_{v,d}$$

I parametri assumono i seguenti valori:

$$T_{\text{ed}} = 22,20 \text{ kN}$$

$$b_{\text{ef}} = k_{\text{cr}} \cdot b = 0,67 \cdot 200 \text{ mm} = 134 \text{ mm}$$

con  $k_{\text{cr}}=0,67$  per il legno lamellare e  $b$  larghezza della sezione

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$f_{v,k} = 3,5 \text{ N/mm}^2$$

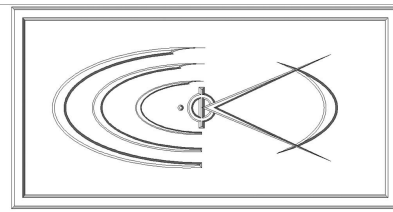
$$\gamma_M = 1,45$$

$$\text{Quindi si ha: } \tau_{\max} = 1,5 \cdot 22 \text{ 200 N} / (134 \text{ mm} \cdot 200 \text{ mm}) = 1,24 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} f_{v,k} / \gamma_M = 0,9 \cdot 3,5 \text{ N/mm}^2 / 1,45 = 2,17 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_{\max} = 1,24 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d} = 2,17 \text{ N/mm}^2$$

Verificato.



### 3.4.3 Verifica delle Slette di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. Le slette vengono verificate a **compressione** seguendo la seguente relazione:

$$\sigma_{c,0,d} = \frac{N_d}{A} \leq \frac{k_{mod} \cdot f_{c,0,k}}{\gamma_M} = f_{c,0,d}$$

I parametri assumono i seguenti valori:

$$N_{ed} = 42,80 \text{ kN}$$

$$A = 200\text{mm} \cdot 200\text{mm} = 40\,000\text{mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$f_{c,0,k} = 24 \text{ N/mm}^2$$

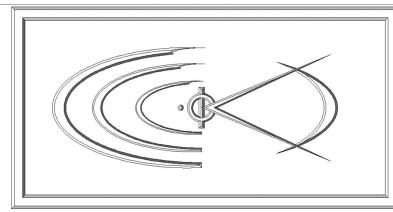
$$\gamma_M = 1,45$$

$$\text{Quindi si ha: } \sigma_{c,0,d} = 42\,800 \text{ kN} / 40\,000\text{mm}^2 = 1,07 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{c,0,d} = k_{mod} f_{c,0,k} / \gamma_M = 0,9 \cdot 24 \text{ N/mm}^2 / 1,45 = 14,90 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = 1,07 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 14,90 \text{ N/mm}^2$$

Verificato.



### 3.4.4 Verifica della Catena di sezione (BxH) 0,20m x 0,24m

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. Le saette vengono verificate a **trazione** seguendo la seguente relazione:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_d}{A} \leq \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = f_{t,0,d}$$

I parametri assumono i seguenti valori:

$$N_{ed} = 96,40 \text{ kN}$$

$$A = 200\text{mm} \cdot 200\text{mm} = 40\,000\text{mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$k_h = 1,10 \text{ per LL con } h > 231\text{mm (effetto altezza)}$$

$$f_{t,0,k} = 19,20 \text{ N/mm}^2$$

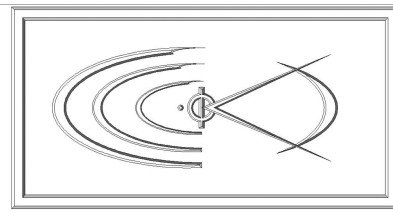
$$\gamma_M = 1,45$$

$$\text{Quindi si ha: } \sigma_{c,0,d} = 96\,400 \text{ N} / 40\,000\text{mm}^2 = 2,41 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,9 \cdot 1,10 \cdot 19,20 \text{ N/mm}^2 / 1,45 = 13,11 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{c,0,d} = 2,41 \text{ N/mm}^2 < f_{c,0,d} = 13,11 \text{ N/mm}^2$$

Verificato.



### 3.4.5 Verifica del Monaco di sezione (BxH) 0,20m x 0,20m

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare.

I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. Il monaco viene verificato a **trazione** seguendo la seguente relazione:

$$\sigma_{t,0,d} = \frac{N_d}{A} \leq \frac{k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k}}{\gamma_M} = f_{t,0,d}$$

I parametri assumono i seguenti valori:

$$N_{ed} = 51,60 \text{ kN}$$

$$A = 200\text{mm} \cdot 120\text{mm} = 24\,000\text{mm}^2$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$k_h = 1,10 \text{ per LL con } h > 231\text{mm (effetto altezza)}$$

$$f_{t,0,k} = 19,20 \text{ N/mm}^2$$

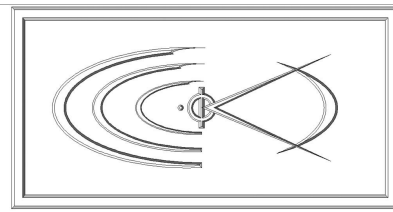
$$\gamma_M = 1,45$$

$$\text{Quindi si ha: } \sigma_{t,0,d} = 51\,600 \text{ kN} / 24\,000\text{mm}^2 = 2,15 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t,0,d} = k_{mod} \cdot k_h \cdot f_{t,0,k} / \gamma_M = 0,9 \cdot 1,10 \cdot 19,20 \text{ N/mm}^2 / 1,45 = 13,11 \text{ N/mm}^2$$

$$\sigma_{t,0,d} = 2,15 \text{ N/mm}^2 < f_{t,0,d} = 13,11 \text{ N/mm}^2$$

Verificato.



### **3.4.6 Verifica giunto puntone-catena capriata**

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare. I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari.

L'azione di compressione trasferita dal puntone al tirante è interamente assorbita per mezzo delle 8 viti Ø9 e dei due intagli nel tirante.

#### Verifica a taglio dei “denti”

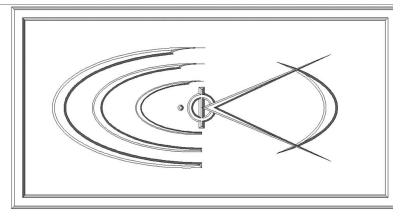
$$\tau_d \leq f_{v,d}$$

$$A (\text{legno}) = \text{superficie di scorrimento} = 640\text{mm} \cdot 240\text{mm} = 153\,600 \text{ mm}^2$$

$$f_{v,d} = 2,17 \text{ N/mm}^2$$

$$\tau_d = 1,5 \cdot N_d / A = 1,5 \cdot 112\,400\text{N} / 153\,600 \text{ mm}^2 = 1,10 \text{ N/mm}^2 < f_{v,d}$$

verifica soddisfatta



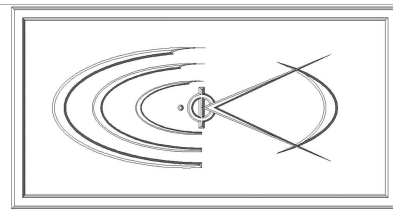
### 3.5 Verifiche del solaio a voltine – STATO ATTUALE

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare. I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. Si assume lo schema statico di *trave appoggiata*.

I risultati di seguito riportati sono stati ottenuti mediante il software di calcolo della ditta produttrice dei connettori.

Si verifica la longerina metallica maggiormente sollecitata.

<b>VERIFICA DI ASTE SEMPLICI INFLESSE IN ACCIAIO</b>			
<b>Normativa: D.M. 14.01.2008, Circ. 02.02.2009 n. 617 e UNI EN 1993-1-1:2005 (EC3)</b>			
<b>DATI GENERALI</b>			
<b>PROPRIETA' MECCANICHE DEL MATERIALE</b>			
<b>Proprietà meccaniche dell'acciaio</b>			
Normativa di riferimento del tipo di acciaio	: UNI EN 10025-2		NTC 11.3.4.1
Designazione alfanumerica del tipo acciaio	: S 235		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Descrizione del tipo di acciaio	: Acciai non legati per impieghi strutturali.		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Tipo di profilato	: Sezione aperta		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Spessore nominale dell'elemento	: $t \leq 40$ mm		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 235$ N/mm <sup>2</sup>		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 360$ N/mm <sup>2</sup>		NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Modulo di elasticità normale (di Young)	$E = 210000$ N/mm <sup>2</sup>		NTC 11.3.4.1
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$		NTC 11.3.4.1
Modulo di elasticità trasversale	$G = 80769$ N/mm <sup>2</sup>		NTC 11.3.4.1
Densità	$\rho = 7850$ kg/m <sup>3</sup>		NTC 11.3.4.1
<b>COEFFICIENTI DI SICUREZZA PER LA RESISTENZA E LA STABILITA'</b>			
Resistenza delle sezioni di classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$	-	NTC 4.2.4.1.1 - Tab. 4.2.V
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$	-	NTC 4.2.4.1.1 - Tab. 4.2.V
Resistenza delle sezioni tese indebolite dai fori	$\gamma_{M2} = 1,25$	-	NTC 4.2.4.1.1 - Tab. 4.2.V

**GEOMETRIA DELL'ASTA****DATI GEOMETRICI E STATICI DELLA SEZIONE****Tipologia e designazione del profilato**

Tipologia della sezione	: laminata	
Designazione del profilato	: IAO 180	
Opere sicuramente protette contro la corrosione o non esposte agli agenti atmosferici	: SI	NTC 4.2.9.1
Spessore minimo del profilato	: 3,0 mm	VERIFICA
Descrizione della tipologia di profilato	: Profili I ad ali parallele	

**Caratteristiche geometriche principali**

Altezza della sezione trasversale	$h = 180,0$	mm
Larghezza della sezione trasversale	$b = 60,0$	mm
Spessore dell'anima	$t_w = 8,0$	mm
Spessore delle ali	$t_f = 9,8$	mm
Raggio di raccordo	$r = 9,0$	mm
-	$r_0 =$	mm
-	$r_1 =$	mm
Altezza della porzione saldabile	$d = 176,0$	mm
Area della sezione trasversale	$A = 26,15$	cm <sup>2</sup>

**Caratteristiche statiche rispetto all'asse y-y**

Momento d'inerzia	$I_y = 1317,00$	cm <sup>4</sup>
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,y} = 146,30$	cm <sup>3</sup>
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,y} = 166,40$	cm <sup>3</sup>
Raggio d'inerzia	$i_y = 7,42$	cm

**Caratteristiche statiche rispetto all'asse z-z**

Momento d'inerzia	$I_z = 100,90$	cm <sup>4</sup>
Modulo di resistenza elastico	$W_{el,z} = 22,16$	cm <sup>3</sup>
Modulo di resistenza plastico	$W_{pl,z} = 34,60$	cm <sup>3</sup>
Raggio d'inerzia	$i_z = 2,05$	cm

**Altre caratteristiche statiche**

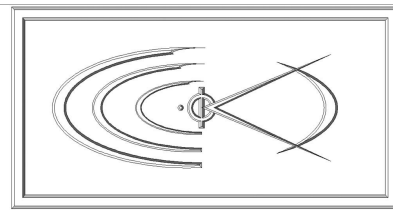
Area della sezione resistente al taglio lungo z	$A_{vz} = 11,25$	cm <sup>2</sup>	NTC 4.2.4.1.2
Area della sezione resistente al taglio lungo y	$A_{vy} = 11,76$	cm <sup>2</sup>	NTC 4.2.4.1.2
Momento d'inerzia torsionale	$I_t = 4,79$	cm <sup>4</sup>	
Costante di ingobbamento (warping)	$I_w = 7430$	cm <sup>6</sup>	
-	$C_t = 0,00$	cm <sup>3</sup>	

**FORATURA DELLA SEZIONE PER COLLEGAMENTI BULLONATI****Dati generali del collegamento bullonato**

Presenza del collegamento bullonato	: NO
-	:

**LUNGHEZZA E CONDIZIONI DI VINCOLO**

Condizioni di vincolo nel piano xz (rif. asse y-y)	: app-app	-	
Condizioni di vincolo nel piano xy (rif. asse z-z)	: inc-inc	-	
Dist. tra due ritegni torsionali succ. nel piano xz	$L_y = 7300$	mm	NTC 4.2.4.1.3.2
Dist. tra due ritegni torsionali succ. nel piano xy	$L_z = 7300$	mm	NTC 4.2.4.1.3.2

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE DELL'ASTA****CLASSIFICAZIONE DELLE PARTI DELLA SEZIONE****Parametri di calcolo**

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 235$	N/mm <sup>2</sup>	NTC 11.3.4.1 - Tab. 11.3.IX
Coefficiente $\varepsilon = (235/f_{yk})^{0.5}$	$\varepsilon = 1,00$	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II

**Classificazione dell'anima**

Altezza dell'anima depurata da racc. e saldat.	$c = 176,0$	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Spessore dell'anima	$t_w = 8,0$	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Rapporto tra altezza e spessore	$c/t_w = 22,0$	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Classificazione dell'anima per flessione	Classe : 1	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II

**Classificazione delle ali**

Semilarghezza delle ali dep. da racc. e saldat.	$c = 17,0$	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Spessore delle ali	$t_f = 9,8$	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Rapporto tra semilarghezza e spessore	$c/t_f = 1,7$	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II
Classificazione delle ali per flessione	Classe : 1	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.I e 4.2.II

**CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE**

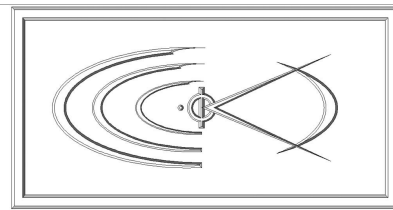
-	- =	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.III
-	- =	mm	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.III
-	- =	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.III
Classificazione della sezione per flessione	Classe : 1	-	NTC 4.2.3.1 - Tab. 4.2.II e 4.2.III

**VERIFICA A TAGLIO****VERIFICA DI RESISTENZA**

Direzione dell'azione di taglio agente	: <b>piano dell'anima</b>		
Valore di calcolo del taglio agente	$V_{Ed} = 3141,77$	daN	
Resistenza di calcolo a taglio	$V_{c,Rd} = 14537$	daN	NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.18)
Indice di verifica $V_{Ed}/V_{c,Rd}$	$= 0,22$	$\leq 1$	NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.17)

**Verifica di resistenza a taglio****SODDISFATTA****VERIFICA DI STABILITA' DELL'ANIMA DELLA SEZIONE PRIVA DI IRRIGIDIMENTI**

Coefficiente $\eta$	$\eta = 1,00$	-	NTC 4.2.4.1.2
Necessità di verifica di stabilità dell'anima	: NO	-	NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.28)

**VERIFICA A FLESSIONE MONOASSIALE (RETTA)****VERIFICA DI RESISTENZA**

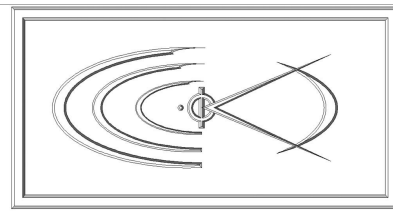
Inflessione intorno all'asse	: <b>y-y</b>	-	
Momento flettente di calcolo intorno y-y	$M_{Ed} =$	<b>5733,72</b>	daN·m
-	$W_{eff,min} =$	<b>0,00</b>	cm <sup>3</sup>
Classificazione della sezione per flessione	: Classe 1	-	
Momento resistente di calcolo intorno y-y	$M_{c,Rd} =$	3724	daN·m
-	:	-	
$V_{Ed} \leq 0.5 V_{c,Rd}$	: SI	-	
-	=	-	
-	$M_{y,V,Rd} =$	-	
Indice di verifica $M_{Ed}/M_{c,Rd}$ (o $M_{Ed}/M_{y,V,Rd}$ )	=	1,54	> 1

**UNI EN 1993-1-5****NTC 4.2.3.1****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.13)****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.16)****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.31)****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.32)****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.33)****NTC 4.2.4.1.2 - Eq. (4.2.12)****Verifica di resistenza a flessione retta****NON SODDISFATTA****VERIFICA DELLA FRECCIA**

Momento d'inerzia	J	=	13170000 mm <sup>4</sup>
Modulo di elasticità normale (di Young)	E	=	210000 N/mm <sup>2</sup>
-	m	=	<b>5</b> -
Condizioni di vincolo per il calcolo della freccia	d	=	<b>384</b> -
Carico lineare sulla trave	carico	=	<b>5,93</b> kN/m
Distanza tra gli appoggi	Luce	=	7300 mm

	L/X con X	=	<b>300</b> -
	f <sub>lim</sub>	=	24,33 mm
freccia di calcolo	F <sub>calc_tot</sub>	=	79,3 mm
<b>indice di verifica</b>	=	3,26	

**NON SODDISFATTA**



### 3.6 Verifiche del solaio a voltine – STATO DI PROGETTO

La struttura non è stata modellata con il metodo agli elementi finiti, ma risolta mediante schema statico semplificato. Le verifiche saranno effettuate direttamente sullo stato tensionale ottenuto, per le azioni di tipo statico e di esercizio. L'analisi delle sollecitazioni viene condotta in fase elastica lineare. I legami costitutivi utilizzati nelle analisi globali finalizzate al calcolo delle sollecitazioni sono elastico lineari. Si assume lo schema statico di *trave appoggiata*.

I risultati di seguito riportati sono stati ottenuti mediante il software di calcolo della ditta produttrice dei connettori.

Si verifica la longherina metallica maggiormente sollecitata.

Programma TECNARIA per travi miste acciaio e calcestruzzo - Versione programma: 5.0.1.0

TECNARIA Acciaio - Calcestruzzo

Dati di calcolo 1/2

RELAZIONE DI CALCOLO. DIMENSIONAMENTO TRAVI MISTE ACCIAIO E CALCESTRUZZO CON CONNETTORI TECNARIA.

Normativa di riferimento: NTC2018 D.M. 17-01-2018 / EN 1994-1-1:2004

Versione programma:

5.0.1.3

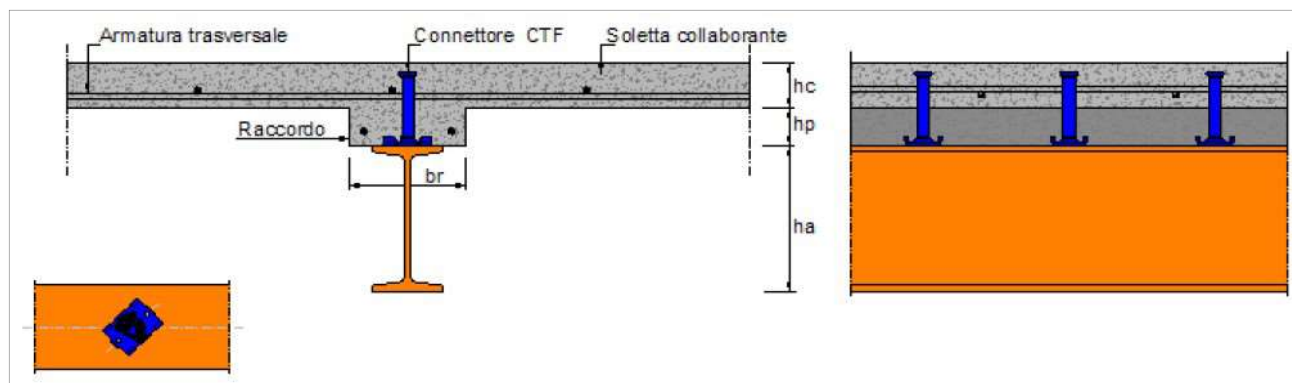
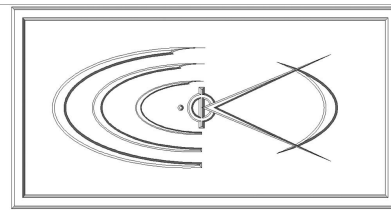
Riferimento per le caratteristiche meccaniche dei connettori: Valutazioni Tecniche Europee ETA-18/0447 ed ETA-18/0355.

Progetto: CASA RIPOSO  
Progettista: ING. NICOLA CAPPELLETTI  
Solaio: CALPESTIO

Tipologia	Soletta piena con raccordo non staffato.	Coefficienti di sicurezza	
	Trave puntellata	Azioni - Permanenti:	1.30
	Trave in semplice appoggio con carichi uniformemente distribuiti.	Azioni - Perm. non strutturali:	1.30
	Ambiente: secco	Azioni - Variabili:	1.50
		Materiali - Acciaio:	1.10
	Limite all'inflessione delta $2=L/300$	Materiali - Calcestruzzo:	1.50
	Limite all'inflessione finale = $L/250$	Materiali - Connettori:	1.25
		Materiali - Acciaio per barre :	1.15
		Materiali - Lamiera Grecata:	1.10

Geometria	Luce di calcolo:	730.0 cm	Profilo metallico	Tipo:	IAO 180 - 6
	Interasse travi: (b)	94.0 cm		Altezza trave - ha:	180.0 mm
	Spessore soletta: (hc)	5.0 cm		Larghezza ala superiore - bf:	59.0 mm
	-			Spessore ala superiore - tf:	8.3 mm
	Altezza raccordo: (hp)	4.0 cm		Larghezza ala inferiore - bfi:	59.0 mm
	Larghezza raccordo: (br)	6.0 cm		Spessore ala inferiore - tfi:	8.3 mm
				Spessore anima - tw:	9.8 mm
				Raggio - r0:	0.0 mm
				Raggio - r1:	0.0 mm
				Area:	2581 mm <sup>2</sup>
				Iy:	1078.2 cm <sup>4</sup>
				Wy Sup:	119800 mm <sup>3</sup>
				Wy Inf:	119800 mm <sup>3</sup>
				W Ply:	149495 mm <sup>3</sup>
Clas	C25/30		Acciaio	S235	
	fck:	25 N/mm <sup>2</sup>		fy:	235 N/mm <sup>2</sup>
	Rck:	30 N/mm <sup>2</sup>			
	Peso specifico:	24.0 kN/m <sup>3</sup>		Es	210000 N/mm <sup>2</sup>
	Ecm:	31476 N/mm <sup>2</sup>			

Carichi	Peso proprio:	1.48 kN/m <sup>2</sup>	Tramezzi:	0.00 kN/m <sup>2</sup>
	Altri permanenti di 1° fase:	0.50 kN/m <sup>2</sup>	Altri:	0.00 kN/m <sup>2</sup>
	Sottofondo:	0.60 kN/m <sup>2</sup>	Variabili	3.00 kN/m <sup>2</sup>
	Pavimento:	0.50 kN/m <sup>2</sup>		

**TECNARIA Acciaio - Calcestruzzo**

Verifiche 2/2

**RELAZIONE DI CALCOLO. DIMENSIONAMENTO TRAVI MISTE ACCIAIO E CALCESTRUZZO CON CONNETTORI TECNARIA**

Normativa di riferimento: NTC2018 D.M. 17-01-2018 / EN 1994-1-1:2004

Versione programma: 5.0.1.3

Progetto: **CASA RIPOSO**  
 Progettista: **ING. NICOLA CAPPELLETTI**  
 Solaio: **CALPESTIO**

**Fase 1+2 - Sezione mista - STATO LIMITE ULTIMO**

Classe sezione mista: **1**  
 Base efficace (B<sub>eff</sub>): **94.0 cm**  
 Asse neutro el. da estradosso: **9.0 cm**  
 Momento sollecitante - M<sub>Ed</sub>: **53.2 kNm**  
 Momento resistente - M<sub>Rd</sub>: **56.2 kNm**  
 Verifica momento: **0.95**

Calcolo elastico  
 Azioni: **7.99 kN/m**  
 Altezza totale: **27.0 cm**  
 Taglio sollecitante - V<sub>Ed</sub>: **29.2 kN**  
 Taglio resistente V<sub>Rd</sub>: **217.6 kN**  
 Verifica taglio: **0.13**

**Fase 1+2 - SLS - STATO LIMITE DI SERVIZIO**

Delta 0 Controlfrecce iniziale: **0.0 mm**  
 Delta 1 Peso proprio + Carico Permanente: **8.8 mm**  
 Delta 2 Carico variabile + Effetto viscosità: **12.4 mm**  
 Delta 2 Effetto ritiro cls: **7.0 mm**  
 Delta 2 Totale: **19.4 mm** = L / 377  
 Delta Finale Totale: **28.2 mm** = L / 259

Asse neutro elastico dall'estradosso cls: **9.0 cm**  
 Coeff. di omogeneizzazione - n: **- istantaneo: 6.67** - a tempo infinito: **13.34**  
 Momento di inerzia sezione omog. - I: **- istantaneo: 5764.1 cm<sup>4</sup>** - a tempo infinito: **4739.7 cm<sup>4</sup>**  
 Incremento freccia per interazione incompleta: **1.0**  
 Frequenza fondamentale naturale: **4.8 Hz** calcolata con combinazione frequente. **psi1= 0.7**

**Fase 1+2 - sezione mista - Connessione**

Connessione **elastica**  
 N<sub>c</sub> Compressione nella soletta in calcestruzzo nel caso di calcolo (kN): **275**  
 N<sub>c,f</sub> Compressione nella soletta in calcestruzzo nel caso di completo ripristino di resistenza (kN): **551**  
 N<sub>c,el</sub> Compressione nella soletta in calcestruzzo corrispondente al massimo momento elastico M<sub>el</sub>, R<sub>d</sub> (kN): **275**

Tipo Connettore: **CTF 12/80**  
 Altezza: **80 mm**  
 Resistenza del connettore - P<sub>Rd</sub>: **35.90 kN**

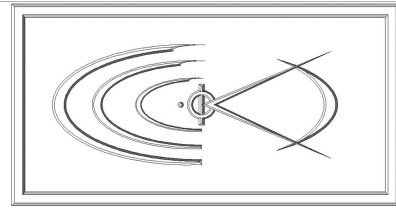
Resistenza connessione - P<sub>Rd</sub> \* k: **32.31 kN**  
 Connettore duttile **Distribuzione connettori elastica variabile**

Posizionamento connettori: **Lunghezza trave (cm)** **Connettori per trave** **Passo (cm)**  
 Distribuzione uniforme: **730** **34** **21.5**

-- alternativa --  
 Distribuzione variabile: **Lunghezza settore (cm)** **Connettori per settore**  
 settore a sinistra **183** **9** **20.3**  
 settore centrale **365** **9** **45.6**  
 settore a destra **183** **9** **20.3**  
 Totale **27**

**Fase 1+2 - sezione mista - armatura trasversale in acciaio B450C**

Soletta **Armatura trasversale soletta: 1.9 cm<sup>2</sup>/m**



### **3.7 Osservazioni sul ribaltamento di facciata**

Il progetto, infine, prevede la realizzazione di inghisaggi perimetrali e in facciata, quest'ultimi realizzati con connessioni da n.2 barre Ø8 inghisate fino al paramento esterno della parete in pietrame; tale sistema consente la duplice funzione di diatoni (per consolidamento locale muratura) e di catene diffuse efficacemente ammorsate alla parete.