

REGIONE MARCHE  
PROVINCIA DI FERMO  
COMUNE DI FERMO

IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI  
RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA PRODUZIONE DI BIOMETANO

CIG: 9880245C18 – CUP: F62F18000070004

PROGETTO ESECUTIVO

NOME ELABORATO		CLASSE	<b>10.4</b>
		STRUTTURE CAPANNONE CONFERIMENTO E TRATTAMENTO	
		N. TAVOLA	
		10.4.6	
		FORMATO	
		A4	
		SCALA	
		/	

00	28/06/2024	PRIMA EMISSIONE	B.BARONE	C. BUTTICE'	R. MARTELLO
REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO

Committente	Progettista indicato	Mandataria
 <p><b>CITTA' DI FERMO</b> <b>Settore IV e V</b> <b>Lavori Pubblici, Protezione Civile,</b> <b>Ambiente, Urbanistica, Patrimonio,</b> <b>Contratti e Appalti</b> Via Mazzini 4 63900 – Fermo (FM)  <b>DOTT. Mauro Fortuna</b> RUP</p>	 <p>OWAC ENGINEERING COMPANY Via Resuttana 360 90142 -PALERMO  OWAC Engineering Company S.R.L. <b>ING. Rocco Martello</b> Direttore Tecnico</p>	 <p>Via del Cardoncello 22 70022 – Altamura (BA)  EDILALTA S.R.L. <b>DOTT. Angelantonio Disabato</b> Socio</p> <p><b>Mandante</b></p>  <p>Fueling a Sustainable World™ Via Bassa di Casalmoro 3 46041 – Asola (MN)  ANAERGIA S.R.L. <b>DOTT. Andrea Parisi</b> Institore</p>



**Città di Fermo**  
**Settore IV e V**  
Lavori Pubblici, Protezione  
Civile, Ambiente, Urbanistica,  
Patrimonio, Contratti e Appalti

PROGETTAZIONE ESECUTIVA "IMPIANTO DI TRATTAMENTO ANAEROBICO  
DELLA FRAZIONE ORGANICA DEI RIFIUTI SOLIDI URBANI PER LA  
PRODUZIONE DI BIOMETANO"  
**CIG: 9880245C18 CUP: F62F18000070004**

00	B.BARONE	27/06/2024	C.BUTTICE'	28/06/2024	R.MARTELLO	28/06/2024
REV	ESEGUITO	DATA	VERIFICATO	DATA	APPROVATO	DATA

MANDATARIA



MANDANTE



PROGETTISTA INDICATO



**RELAZIONE SUI MATERIALI**

REV. 00

Pag. 2 di 3

<b>Trave tipo DP12[A] – L=2085 .....</b>	2
Normativa di riferimento. ....	2
Dati del progetto.....	3
Verifiche.....	9
<b>Trave tipo DP12[B] – L=1448 .....</b>	19
Normativa di riferimento. ....	19
Dati del progetto.....	20
Verifiche.....	26
<b>Tegolo tipo TT30/250 Lmax=992 .....</b>	36
Normativa di riferimento. ....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Dati del progetto.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Verifiche.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>

# Trave tipo DP12[A] – L=2085

Trave precompressa a cavi aderenti.  
Relazione di Calcolo



**CDM DOLMEN**  
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

20:42:00 lunedì 22 aprile 2024

Nome trave: dp12\_fermo\_[a].tcp

Descrizione trave: Trave precompressa a cavi aderenti.

Metodo di verifica: Stati limite secondo NTC18

Unità di misura, ove non indicate espressamente: [cm],[daN],[daN\*cm],[daN/cm<sup>2</sup>],[cm<sup>2</sup>]

## Normativa di riferimento.

Il calcolo e la verifica sono eseguiti utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni, ed inconformità alle Normative e Leggi vigenti.

- Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- D.M. 17 gennaio 2018 (Norme tecniche per le costruzioni).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.)
- UNI EN 1992-1-1 (versione corretta il 6 aprile 2006).

## Materiali.

### Calcestruzzo.

Descrizione: C45/55

Condizioni ambientali: b (moderatamente aggressivo) [4.1.2.2.4.3].

Spessore di riferimento: maggiore di 5 cm [4.1.2.2.5.1]. Per lo "step" iniziale (taglio dei cavi) il valore dell'  $R_{ck}$  è pari al 80% del valore a tempo infinito.

Step	$R_{ck}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_c$	$f_{ck}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E[daN/cm <sup>2</sup> ]
1	440	1.50	365.2	206.95	344341.39 aut
2-5	550	1.50	456.5	258.68	364161.14 aut

Step	Tipo	$\sigma_{cls, rara}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{cls, q.p.}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{cls, rara}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	iniziali	255.64	-	999999
2-5	regime	273.9	205.43	999999

### Acciaio lento.

Descrizione: B450C

Tipo	$\gamma_s$	$f_yk$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E[daN/cm <sup>2</sup> ]
B450C	1.15	4500	3913.04	2100000

Il coefficiente di omogeneizzazione, per le verifiche in esercizio, è definito dal rapporto dei moduli elastici dei materiali.

### Cavi da precompressione.

Tipo cavo: Trefolo. Tipo diagramma: bilatera con secondo tratto inclinato.

$\gamma_s$	$f_{pk}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{pl(d)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{p(le)d}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\epsilon_{p(le)d}$
1.15	18600	15965.45	14521.74	2000000	0.007261
$f_{p(1)e}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma_{sp}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma_{sp}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	
16700		14880		13360	

### Perdite (dati).

$\epsilon_{ritiro}$ (%)	0.030000
Molt. $\epsilon_{flauge}$	2.300000
Ro1000 (classe 1)	8.000000
Coef. riduzione rilassamento (inter. con viscosità e ritiro) [EC2 5.10.6]	0.800000
Riduzione perdite totali - denominatore formula (5.46) [EC2 5.10.6]	SI
Tiro massimo cavi da Norma (senza sovraresistenza) [4.1.8.1.5][daN/cm <sup>2</sup> ]	14880
Coef. rilassamento per tiro massimo cavi da Norma (non ridotto)	0.232993
% perdite attivate nei vari "step"	
Step	Ritiro
1	0.0%
2	10.0%
3	20.0%
4	60.0%
5	100.0%
	Flauge
	Rilassamento

### Dati del progetto.

#### Fasi di progetto ("step").

Il calcolo della trave prevede l'analisi di 5 fasi distinte ("step").

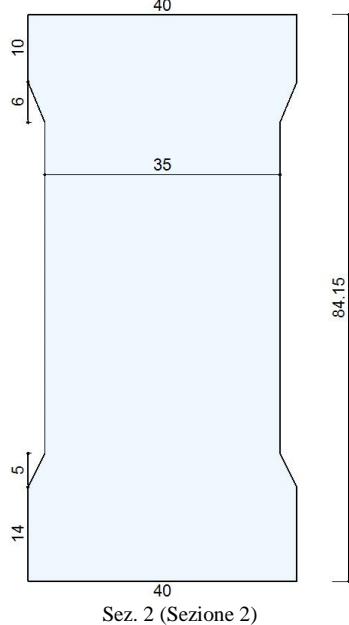
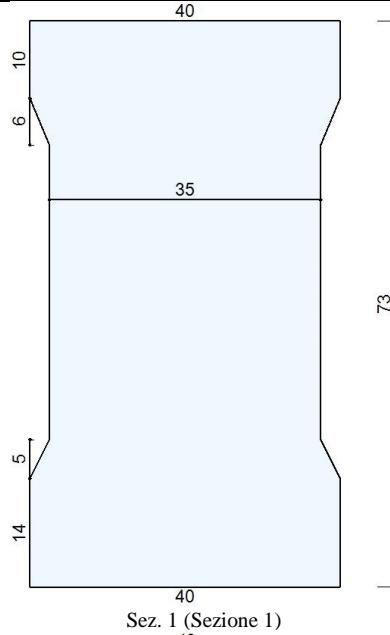
Condizioni di vincolo (distanze in [cm])						
Step	Tipo	Descrizione	Tipo sx	d.sx	Tipo dx	d.dx
1	Taglio cavi pretesi	Taglio Cavi	1 (App. Semplice)	50	1 (App. Semplice)	50

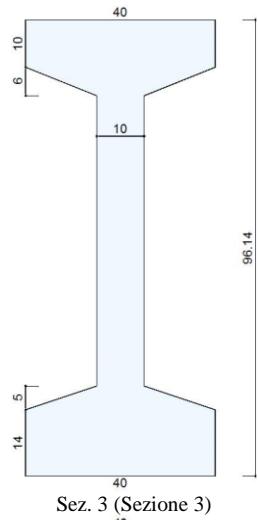
2	Stoccaggio	Stoccaggio	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
3	Trasporto	Trasporto	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
4	In Opera a tempo determinato	In opera.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0
5	In Opera a tempo infinito	In opera - tempo infinito.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0

## Sezioni.

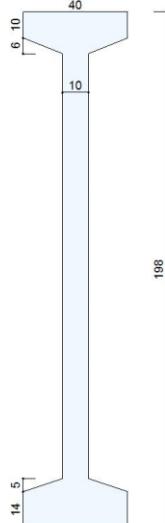
La trave è definita da 4 sezioni. Nella tabella seguente, l'area è riportata in [cm<sup>2</sup>], le coordinate del baricentro in [cm], ed i momenti d'inerzia in [cm<sup>4</sup>]

Sezione	Tipo	Descrizione	Area	$Z_g$	$y_g$	$J_{z,g}$	$J_{v,g}$
1	I Simmetrica	Sezione 1	2 703	0.0	36.4	1 261 145	312 326
2	I Simmetrica	Sezione 2	3 093	0.0	41.9	1 916 733	352 167
3	I Simmetrica	Sezione 3	1 846	0.0	46.2	2 204 343	152 574
4	I Simmetrica	Sezione 4	2 865	0.0	95.9	13 858 628	161 063





Sez. 3 (Sezione 3)

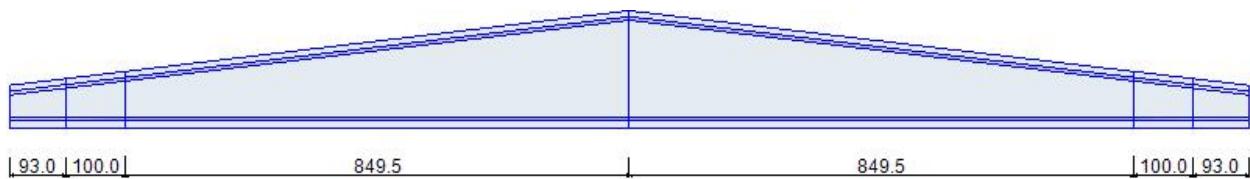


Sez. 4 (Sezione 4)

## Trave.

Lo sviluppo longitudinale della trave è definito da 6 "concii" contigui. Per ciascun "concio" è definita una sezione iniziale ed una sezione finale. Le sezioni intermedie sono derivate per interpolazione.

Concio	Progressiva sx [cm]	Sezione sx	Progressiva dx [cm]	Sezione dx	Descrizione
1	0	1	93	2	Concio 1
2	93	2	193	3	Concio 2
3	193	3	1042.5	4	Concio 3
4	1042.5	4	1892	3	Concio 4
5	1892	3	1992	2	Concio 5
6	1992	2	2085	1	Concio 6



1) Concio 1(2) Concio 2

3) Concio 3

4) Concio 4

5) Concio 5(6) Concio 6

Vista laterale della trave.

## Cavi.

Nella trave sono installati 12 cavi da precompressione rettilinei.

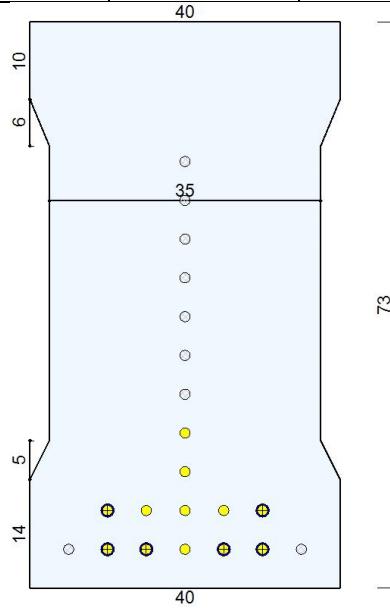
Cavo	Coord. z [cm]	Coord. y [cm]	Tipo cavo	Tipo guaina
1	-10	5	1	3
2	-5	5	1	4
3	0	5	1	1
4	5	5	1	4
5	10	5	1	3
8	-10	10	1	4
9	-5	10	1	1
10	0	10	1	1
11	5	10	1	1
12	10	10	1	4
13	0	15	1	1
14	0	20	1	1

Viene utilizzato un solo tipo di cavo.

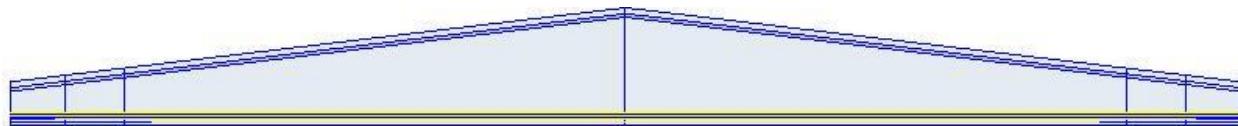
Tipo cavo	Diametro [cm]	Tensione [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tiro [daN]	Descrizione
1	1.33	14300	19877	6/10" (T15) normale

Vengono utilizzati 3 tipi di guaina.

Tipo guaina	Diametro [cm]	L. sx [cm]	L. dx [cm]	$\Delta x$ sx [cm]	$\Delta x$ dx [cm]	Descrizione
1	$d_{cav} + 0.4$	0	0	0	0	no guaina
3	$d_{cav} + 0.4$	240	240	0	0	240
4	$d_{cav} + 0.4$	75	75	0	0	75



Sezione di testata sx della trave con posizione dei cavi.



Vista laterale della trave con tracciato dei cavi.

## Armature.

## Ferri lenti.

Nella trave sono installati 28 ferri lenti.

Ferro	Diam. [cm]	X ini. [cm]	Z ini. [cm]	Y ini. [cm]	X fin. [cm]	Z fin. [cm]	Y fin. [cm]
1	1.6	100	-12	4	1985	-12	4
2	2	100	-4	4	1985	-4	4
3	2	100	8	4	1985	8	4
4	1.6	100	16	4	1985	16	4
5	1.6	100	-12	80	1042.5	-12	193
6	1.6	100	-4	80	1042.5	-4	193
7	1.6	100	4	80	1042.5	4	193
8	1.6	100	12	80	1042.5	12	193
9	1.6	1042.5	-12	193	1985	-12	80
10	1.6	1042.5	-4	193	1985	-4	80
11	1.6	1042.5	4	193	1985	4	80
12	1.6	1042.5	12	193	1985	12	80
13	2	0	-8	4	160	-8	4
14	2	0	8	4	160	8	4
15	2	0	16	8	160	16	8
16	2	0	-14.81	7.67	160	-14.81	7.67
17	2	0	-14.97	11.07	160	-14.97	11.07
18	2	0	16	12	120	16	12
19	2	0	-8	68	120	-8	82
20	2	0	8	68	120	8	82
21	2	1925	-8	4	2085	-8	4
22	2	1925	8	4	2085	8	4
23	2	1925	16	8	2085	16	8
24	2	1925	-14.81	7.67	2085	-14.81	7.67
25	2	1925	-14.97	11.07	2085	-14.97	11.07
26	2	1925	16	12	2085	16	12
27	2	1965	-8	82	2085	-8	68
28	2	1965	8	82	2085	8	68

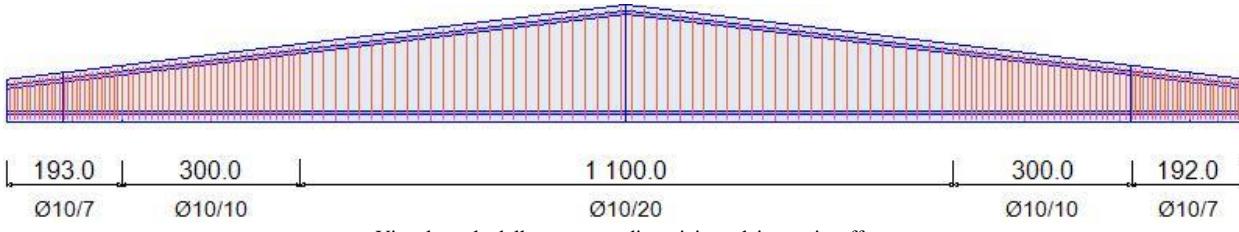


Vista laterale della trave con disposizione dei ferri.

## Staffe.

Nella trave sono definiti 5 campi staffe.

Campo	X ini. [cm]	X fin. [cm]	n° br.	Diam. [cm]	Passo [cm]		
1	0	193	2	1	7	2	0.8 15
2	193	493	2	1	10	2	0.8 15
3	493	1593	2	1	20	2	0.8 15
4	1593	1893	2	1	10	2	0.8 15
5	1893	2085	2	1	7	2	0.8 15



Vista laterale della trave con disposizione dei campi staffe.

## Sollecitazioni.

### Carichi.

Sono definiti 10 carichi applicati alla trave nelle diverse condizioni di carico.

Carico	Tipo	Cood. X [cm]	Valore	Condizione	Descrizione

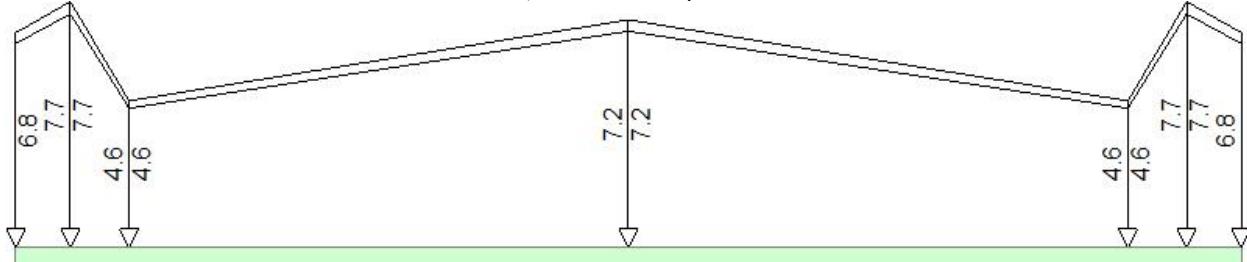
1 ute	Distribuito	trave	-17.2 [daN/cm]	3	g1
2 ute	Distribuito	trave	-3.4 [daN/cm]	4	G2
3 ute	Distribuito	trave	-7.4 [daN/cm]	5	neve
4 ute	Distribuito	trave	-4.3 [daN/cm]	6	h
1 aut	Trapezio	da 0 a 93	da -6.8 a -7.7 [daN/cm]	2	PP_trave_concio1
2 aut	Trapezio	da 93 a 193	da -7.7 a -4.6 [daN/cm]	2	PP_trave_concio2
3 aut	Trapezio	da 193 a 1042,5	da -4.6 a -7.2 [daN/cm]	2	PP_trave_concio3
4 aut	Trapezio	da 1042,5 a 1892	da -7.2 a -4.6 [daN/cm]	2	PP_trave_concio4
5 aut	Trapezio	da 1892 a 1992	da -4.6 a -7.7 [daN/cm]	2	PP_trave_concio5
6 aut	Trapezio	da 1992 a 2085	da -7.7 a -6.8 [daN/cm]	2	PP_trave_concio6

## Condizioni di carico.

Sono definite 6 condizioni di carico.

Condizione	Tipo	Step ini.	Step fin.	Descrizione
1	Deformazioni impresse	1	5	Def.Impresse
2	Peso Proprio Trave	1	5	PP Trave
3	Permanenti	4	5	G1
4	Permanenti	4	5	G2
5	Neve sotto1000m	4	5	neve
6	Altro	4	5	H

1) Deformazioni Impresse



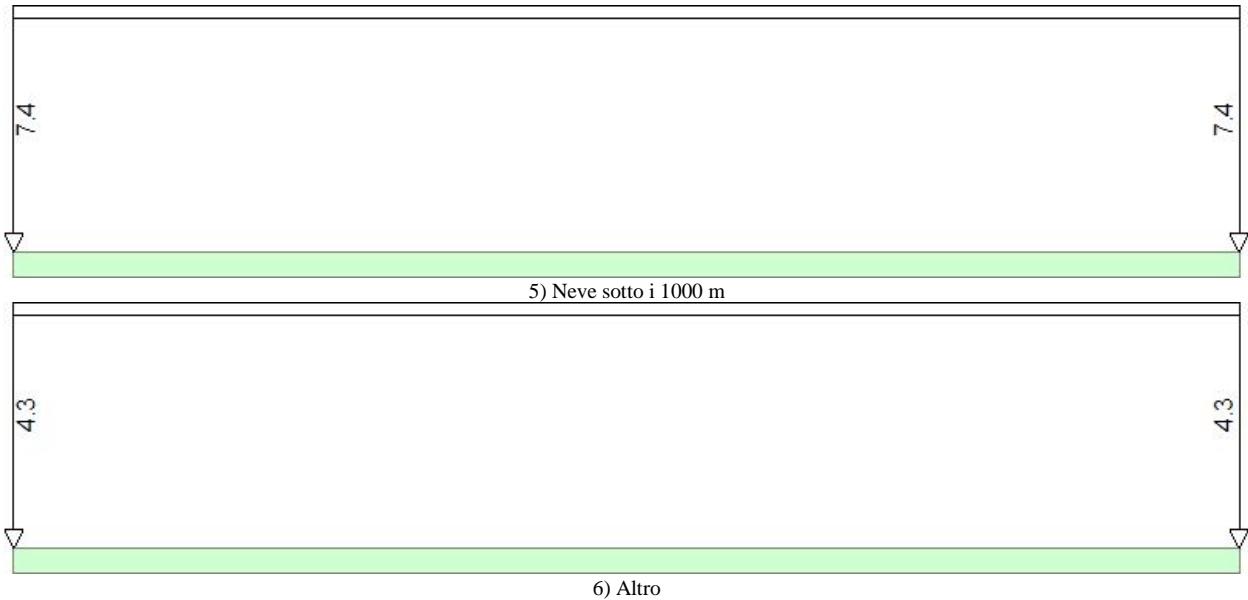
2) Peso proprio Trave



3) Permanenti



4) Permanenti



### Casi di carico e sollecitazioni agenti.

In totale, sono definiti 14 casi di carico, nei vari "step" di calcolo.

Caso	Tipo	Condizioni	Step	Descrizione
1	SLU	1.00x1+1.30x2	1	SLU Taglio
2	Rara	1.00x1+1.00x2	1	RARA Taglio
3	SLU	1.00x1+1.30x2	2	SLU Stocc.
4	Rara	1.00x1+1.00x2	2	RARA Stocc.
5	SLU	1.00x1+1.30x2	3	SLU Trasp.
6	Rara	1.00x1+1.00x2	3	RARA Trasp.
7	SLU	1.00x1+1.30x2+1.30x3+1.50x4+0.75x5+1.50x6	4	SLU OpeDet
8	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.50x5+1.00x6	4	RARA OpeDet
9	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.20x5+0.00x6	4	FREQ.OpeDet
10	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.00x5+0.00x6	4	Q.P. OpeDet
11	SLU	1.00x1+1.30x2+1.30x3+1.50x4+0.75x5+1.50x6	5	SLU OpeInf
12	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.50x5+1.00x6	5	RARA OpeInf
13	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.20x5+0.00x6	5	FREQ.OpeInf
14	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.00x5+0.00x6	5	Q.P. OpeInf

### Verifiche.

#### Ancoraggio cavi

Trasferimento della precompressione e ancoraggio della forza di trazione allo stato limite ultimo [EC2 8.10.2], tensioni in [daN/cm<sup>2</sup>].

$$\eta_{p1}=3.2; \eta_1=1; \alpha_1=1; \alpha_2=0.19; \eta_{p2}=1.2; f_{ctd}=17.88; f_{bpt}=57.22; f_{bpd}=21.46$$

$$\sigma_{pm0} = 13564.31 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pminf} = 10589.51 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pd} = 14521.74$$

Lunghezze di trasmissione e ancoraggio [cm]					
Tipo cavo	$\phi$	lpt	lpt1	lpt2	lbpd
1	1.33	59.92	47.93	71.9	102.45

## Verifiche a SLU.

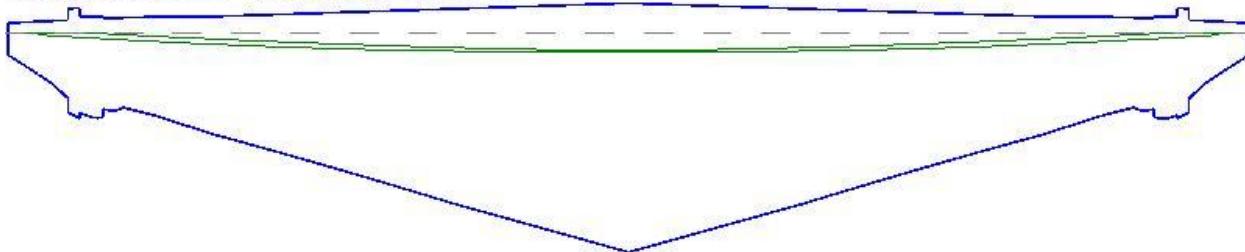
### Momento Flettente.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
121	914.09	3960737	41387560	10.45	Si	(3)
134	1042.5	3960737	45827867	11.57	Si	(4) - (5)
193	1595.66	3119295	26196164	8.40	Si	(7)
262	2035	-11263	-2313196	>100	Si	(2)
270	2085	-11263	-1944746	>100	Si	(6)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-11263 max=3960737



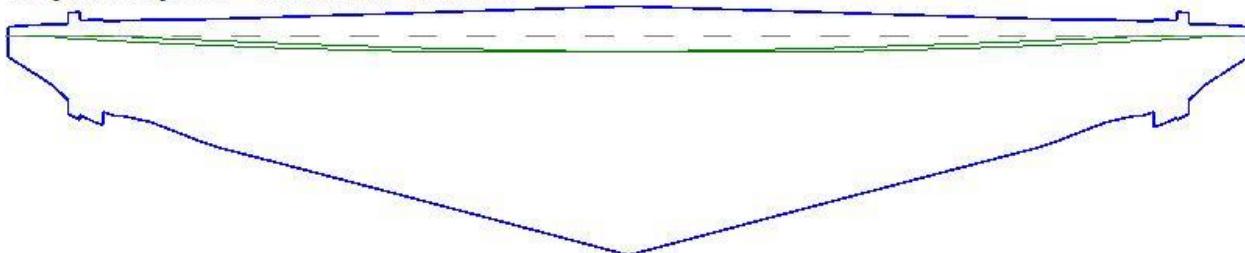
Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
4	23.14	-29270	-2206776	75.39	Si	(6)
13	72.5	-29270	-2534517	86.59	Si	(2)
134	1042.5	3715269	48820617	13.14	Si	(4) - (5)
140	1091.89	3715269	47082436	12.67	Si	(3)
183	1516.64	3169035	32266214	10.18	Si	(7)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-29270 max=3715269



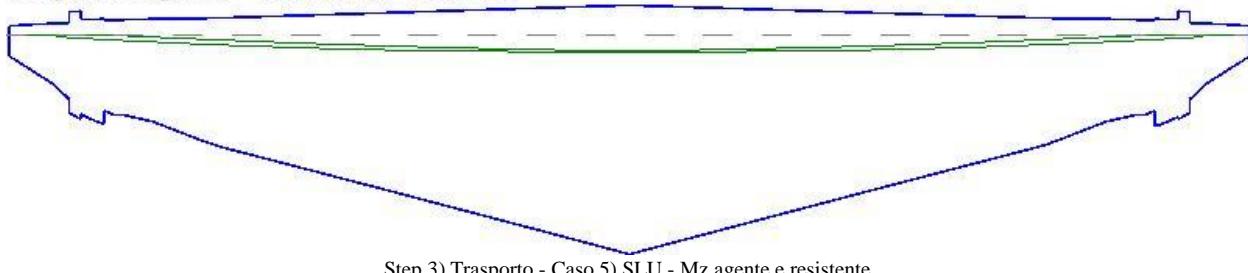
Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
4	23.14	-29270	-2207037	75.40	Si	(6)
13	72.5	-29270	-2535743	86.63	Si	(2)
134	1042.5	3715269	48799079	13.13	Si	(4) - (5)
140	1091.89	3715269	47061958	12.67	Si	(3)
183	1516.64	3169035	32254151	10.18	Si	(7)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-29270 max=3715269



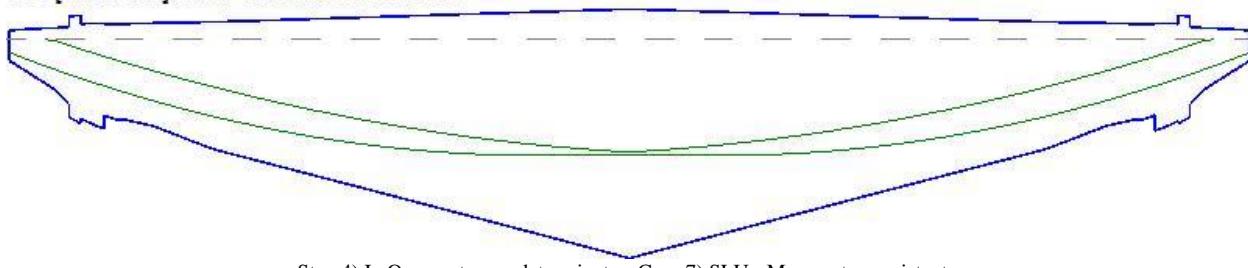
Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-1974789	>100	Si	(6)
74	469.58	20733479	28803807	1.39	Si	(7)
120	904.21	25853292	43868551	1.70	Si	(3)
134	1042.5	25853292	48712848	1.88	Si	(4) - (5)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=0 max=25853292



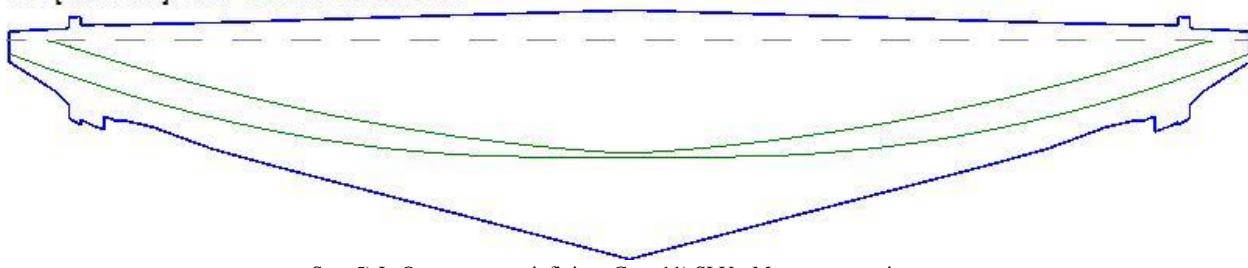
Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-1974789	>100	Si	(6)
72	449.83	20238569	28048584	1.39	Si	(7)
120	904.21	25853292	43793865	1.69	Si	(3)
134	1042.5	25853292	48626471	1.88	Si	(4) - (5)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=0 max=25853292



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU - Mz agente e resistente.

## Taglio.

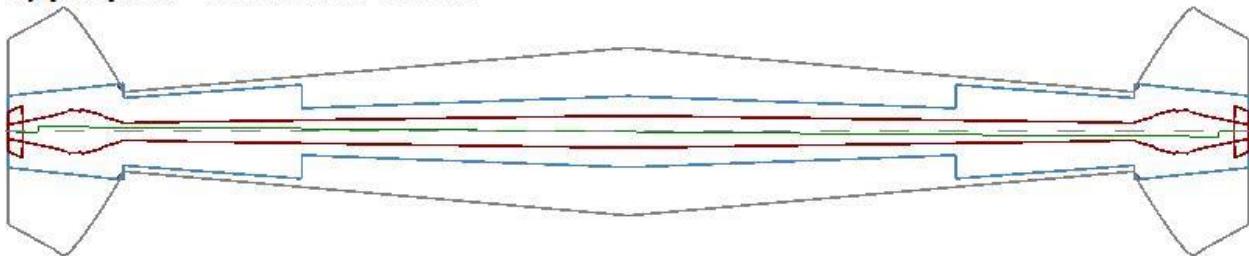
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
10	50	7726.04	19655.13	0	58871.8	1	7.62	Si	(3) - (7)
40	183	6566.71	16514.08	0	71474.53	1	10.88	Si	(5)
191	1593	-4535.28	17300.82	0	35264.1	1	7.78	Si	(4)

261	2035	-7726.04	19655.13	0	58871.8	1	7.62	Si	(2) - (6)
(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo									

Vy [daN]: min=-7726.04 max=7726.04



Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Vy agente e resistente.

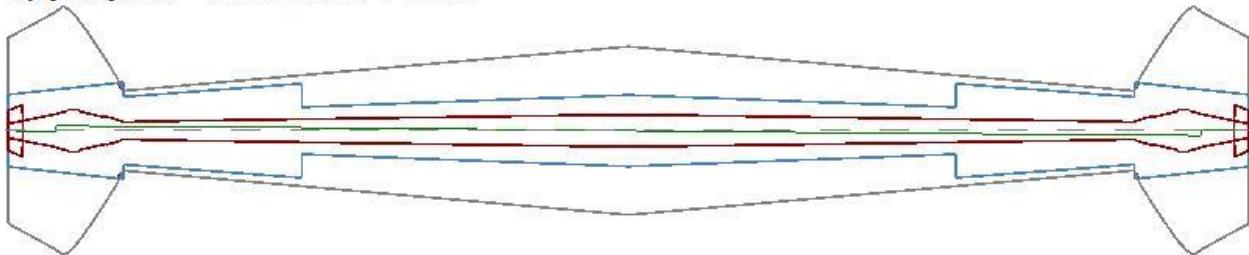
Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
17	80	7435.95	25017.62	0	61714.52	1	8.30	Si	(3)
40	183	6566.71	16514.08	0	71474.53	1	10.88	Si	(5)
42	193	6503.81	13052.94	0	50695.47	1	7.79	Si	(7)
191	1593	-4535.28	17300.82	0	35264.1	1	7.78	Si	(4) - (6)
254	2005	-7435.95	25017.62	0	61714.52	1	8.30	Si	(2)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-7435.95 max=7435.95



Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Vy agente e resistente.

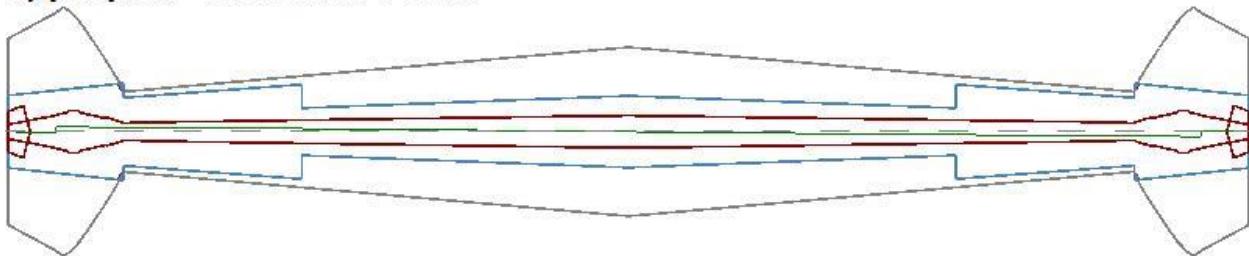
Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
17	80	7435.95	24653.69	0	61714.52	1	8.30	Si	(3)
40	183	6566.71	16514.08	0	71474.53	1	10.88	Si	(5)
42	193	6503.81	13052.94	0	50695.47	1	7.79	Si	(7)
191	1593	-4535.28	17300.82	0	35264.1	1	7.78	Si	(4) - (6)
254	2005	-7435.95	24653.69	0	61714.52	1	8.30	Si	(2)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-7435.95 max=7435.95



Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Vy agente e resistente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

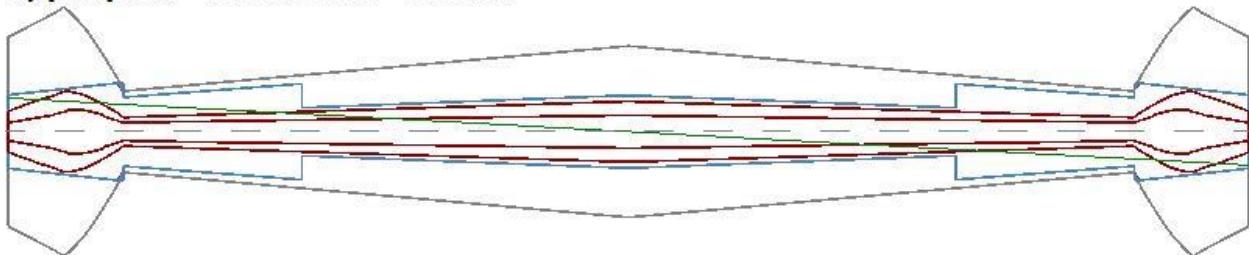
Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	49397.48	13224.39	30010.87	54133.93	1	1.10	Si	(3) - (7)
40	183	40547.04	16514.08	27922.54	71474.53	1	1.76	Si	(5)

191	1593	-26299.3	17300.82	29394.41	35264.1	1	1.34	Si	(4)
270	2085	-49397.48	13224.39	30010.87	54133.93	1	1.10	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-49397.48 max=49397.48



Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Vy agente e resistente.

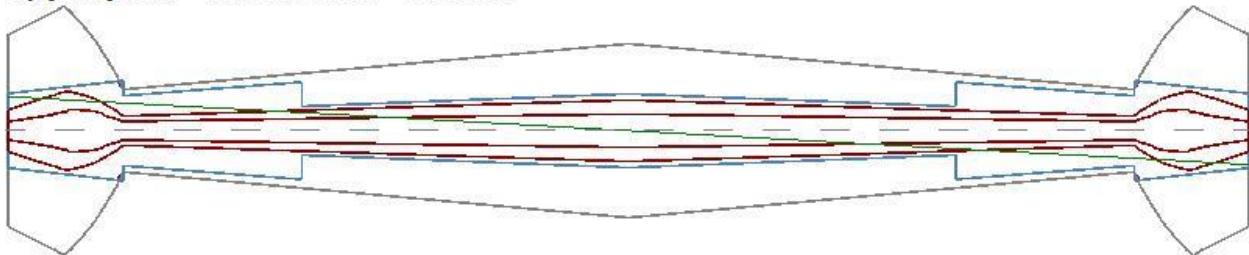
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	49397.48	13224.39	30010.87	54133.93	1	1.10	Si	(3) - (7)
40	183	40547.04	16514.08	27922.54	71474.53	1	1.76	Si	(5)
191	1593	-26299.3	17300.82	29394.41	35264.1	1	1.34	Si	(4)
270	2085	-49397.48	13224.39	30010.87	54133.93	1	1.10	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-49397.48 max=49397.48



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU - Vy agente e resistente.

### Verifiche a SLE.

## Tensioni nel cls della trave, combinazione Rara.

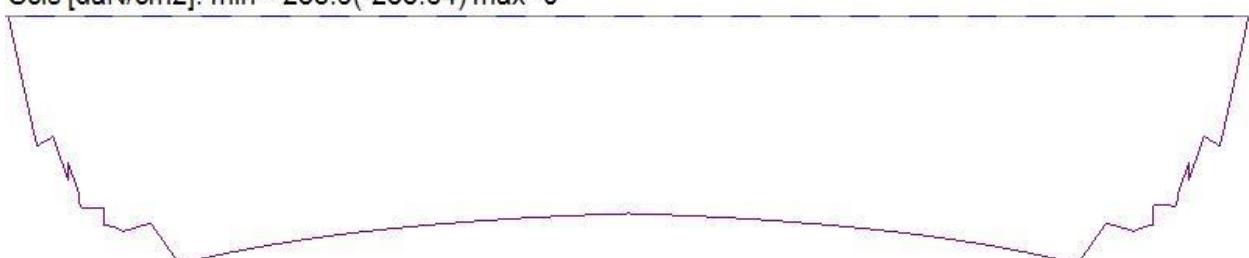
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di compressione massima ammessa è -255.64 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	σ <sup>(-)cls</sup> inf.	σ <sup>(+)cls</sup> sup.	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
215	1797.07	-253.9	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-253.9(-255.64) max=0



Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nel cls ai lembo superiore ed inferiore.

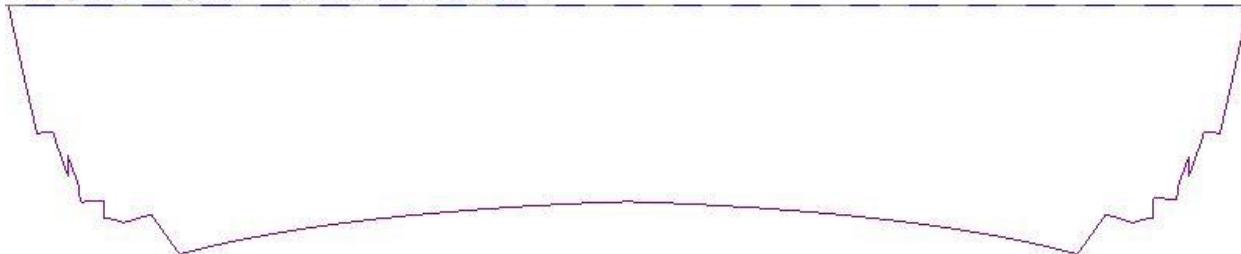
Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate

X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
54	287.93	-251.37	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-251.37(-273.9) max=0**



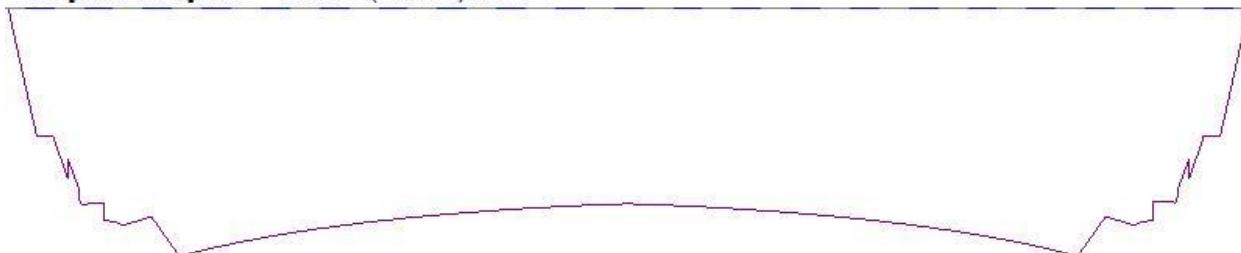
Step 2) Stoccaggio - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
54	287.93	-243.63	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-243.63(-273.9) max=0**



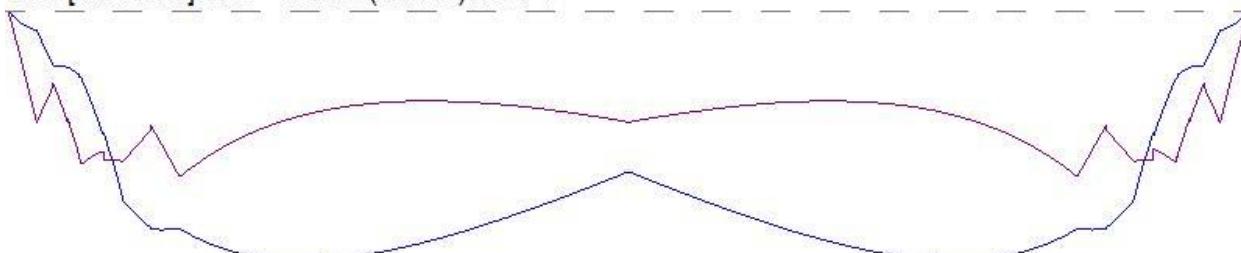
Step 3) Trasporto - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
76	489.34	-52.14	-123.65	Si	(4) - (6)
215	1797.07	-82.29	-108.01	Si	(2)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-123.65(-273.9) max=0**



Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

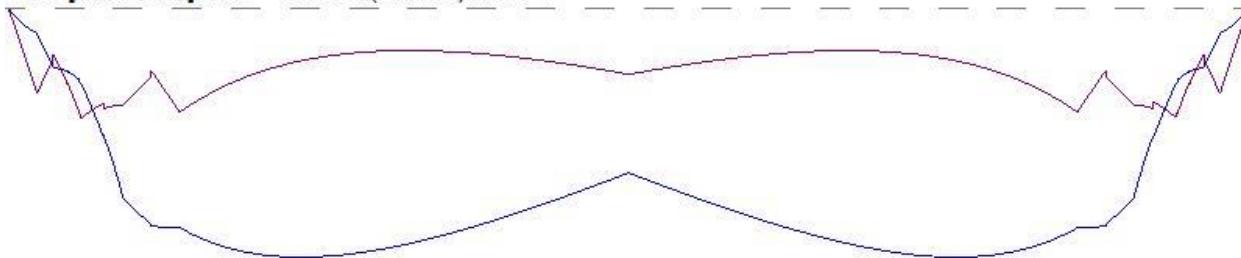
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
-------	---	---------------------------	---------------------------	------	------

1	0	0	0	Si	(3) - (5)
29	122.93	-57.37	-39.43	Si	(2)
76	489.34	-27.61	-129.71	Si	(4) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-129.71(-273.9) max=0**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

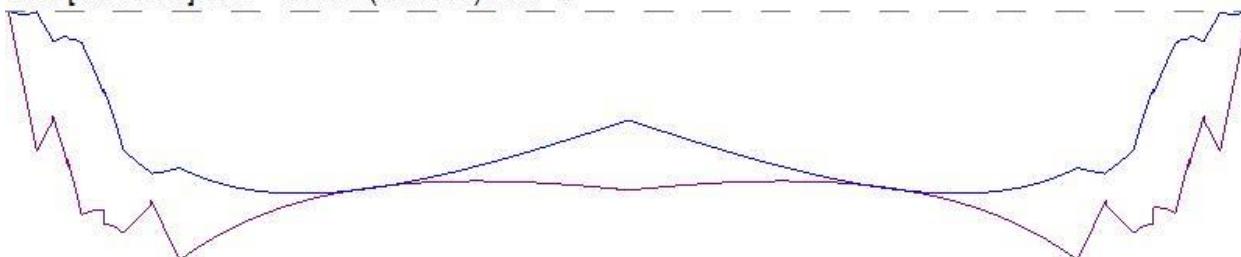
## Tensioni nel cls della trave, combinazione Quasi Permanente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -205.43 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
76	489.34	-87.35	-83.43	Si	(4)
215	1797.07	-113.86	-71.66	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-113.86(-205.43) max=0**



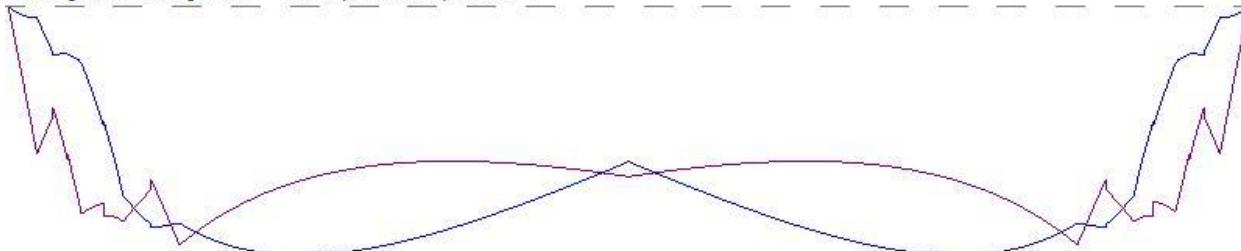
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -205.43 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
76	489.34	-62.81	-89.5	Si	(4) - (6)
215	1797.07	-85.81	-77.96	Si	(2)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-89.5(-205.43) max=0**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

# Tensioni nei cavi, combinazione Rara.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
14	75	13911.97	13775.03	13911.97	Si	(3) - (4) - (5)
263	2037.07	13908.45	13749.01	13908.45	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13911.97(14880)**



Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
257	2010	13571.16	13426.51	13571.16	Si	(3) - (4) - (5)
263	2037.07	13560.81	13405.35	13560.81	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13571.16(14880)**



Step 2) Stoccaggio - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
257	2010	13234.61	13093.52	13234.61	Si	(3) - (4) - (5)
263	2037.07	13213.18	13061.68	13213.18	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13234.61(14880)**



Step 3) Trasporto - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

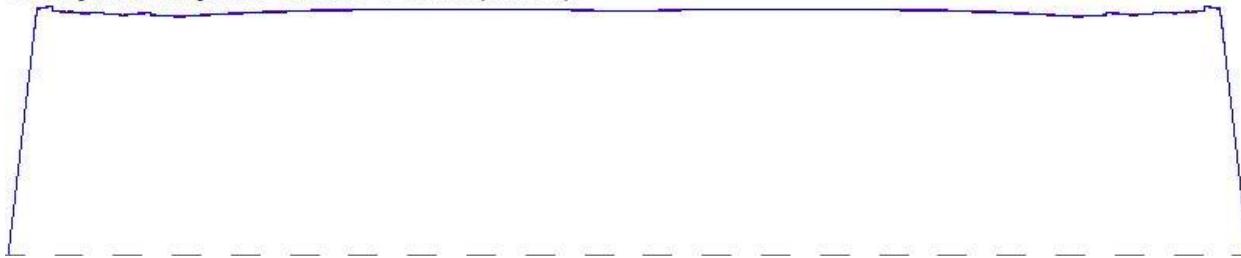
La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note

14	75	12032.4	12021.04	12032.4	Si	(3) - (4) - (5)
258	2012.5	12022.17	12007.79	12022.17	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=12032.4(14880)**



Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 13360 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,max,tot.}$	$\sigma_{p,max,inf.}$	$\sigma_{p,max,sup.}$	Ver.	Note
14	75	10689.06	10689.06	10686.6	Si	(2) - (3) - (4) - (5)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=10689.06(13360)**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

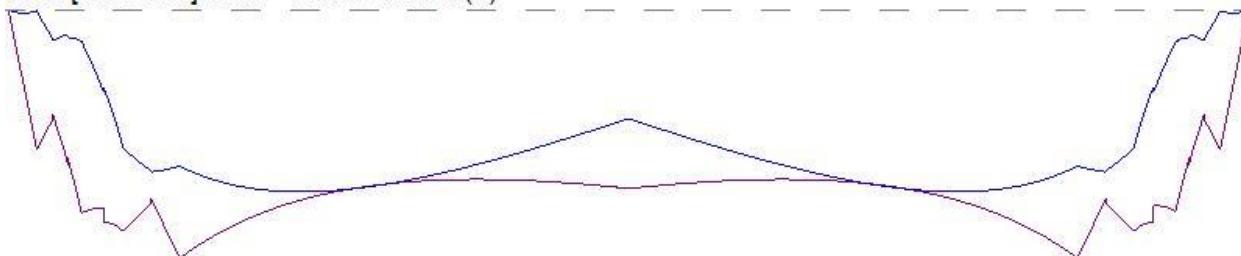
## Tensione per fessurazione, combinazione Quasi Permanente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{cls,inf.}^{(+)}$	$\sigma_{cls,sup.}^{(+)}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	8.33	-11.13	-0.84	Si	(6)
76	489.34	-87.35	-83.43	Si	(4)
215	1797.07	-113.86	-71.66	Si	(2)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-113.86 max=0(0)**



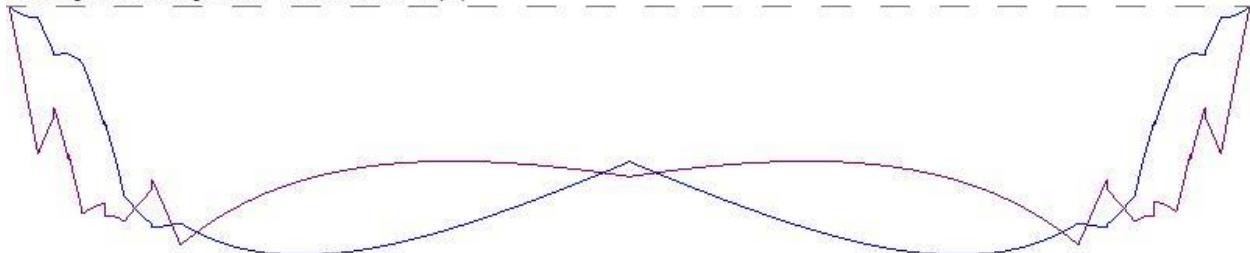
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{cls,inf.}^{(+)}$	$\sigma_{cls,sup.}^{(+)}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	8.33	-9	-1.51	Si	(6)
76	489.34	-62.81	-89.5	Si	(4)
215	1797.07	-85.81	-77.96	Si	(2)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-89.5 max=0(0)



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

## Apertura fessure, combinazione Frequent.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), in combinazione Frequent, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.  
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), in combinazione Frequent, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.

# Trave tipo DP12[B] – L=1448

Trave precompressa a cavi aderenti.  
Relazione di Calcolo



**CDM DOLMEN**  
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

20:59:03 lunedì 22 aprile 2024

Nome trave: dp12\_fermo\_[b].tcp

Descrizione trave: Trave precompressa a cavi aderenti.

Metodo di verifica: Stati limite secondo NTC18

Unità di misura, ove non indicate espressamente: [cm],[daN],[daN\*cm],[daN/cm<sup>2</sup>],[cm<sup>2</sup>]

## Normativa di riferimento.

Il calcolo e la verifica sono eseguiti utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni, ed inconformità alle Normative e Leggi vigenti.

- Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.

- D.M. 17 gennaio 2018 (Norme tecniche per le costruzioni).

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.)

- UNI EN 1992-1-1 (versione corretta il 6 aprile 2006).

## *Materiali.*

## Calcestruzzo.

Descrizione: C45/55

Condizioni ambientali: b (moderatamente aggressivo) [4.1.2.2.4.3].

Spessore di riferimento: maggiore di 5 cm [4.1.2.2.5.1]. Per lo "step" iniziale (taglio dei cavi) il valore dell'  $R_{ck}$  è pari al 80% del valore a tempo infinito.

Step	$R_{ck}[\text{daN/cm}^2]$	$\gamma_c$	$f_{ck}[\text{daN/cm}^2]$	$f_{cd}[\text{daN/cm}^2]$	$E[\text{daN/cm}^2]$
1	440	1.50	365.2	206.95	344341.39 aut
2-5	550	1.50	456.5	258.68	364161.14 aut

Step	Tipo	$\sigma^{(-)}_{\text{cls. rara}}[\text{daN/cm}^2]$	$\sigma^{(-)}_{\text{cls. q.p.}}[\text{daN/cm}^2]$	$\sigma^{(+)}_{\text{cls. rara}}[\text{daN/cm}^2]$
1	iniziali	255.64	-	999999
2-5	regime	273.9	205.43	999999

## Acciaio lento.

Descrizione: B450C

Tipo	$\gamma_s$	$f_{yk}[\text{daN/cm}^2]$	$f_{yd}[\text{daN/cm}^2]$	$E[\text{daN/cm}^2]$
B450C	1.15	4500	3913.04	2100000

Il coefficiente di omogeneizzazione, per le verifiche in esercizio, è definito dal rapporto dei moduli elastici dei materiali.

## Cavi da precompressione.

Tipo cavo: Trefolo. Tipo diagramma: bilatera con secondo tratto inclinato.

$\gamma_s$	$f_{ptk}[\text{daN/cm}^2]$	$f_{p(l)d}[\text{daN/cm}^2]$	$f_{p(le)d}[\text{daN/cm}^2]$	$E_s[\text{daN/cm}^2]$	$\epsilon_{p(le)d}$
1.15	18600	15965.45	14521.74	2000000	0.007261
$f_{p(l)k}[\text{daN/cm}^2]$		$\sigma_{sp}[\text{daN/cm}^2]$		$\sigma_{sp}[\text{daN/cm}^2]$	
16700		14880		13360	

## Perdite (dati).

$\epsilon_{ritiro} (\%)$	0.030000		
Molt. $\epsilon_{flauge}$	2.300000		
Ro1000 (classe 1)	8.000000		
Coef. riduzione rilassamento (inter. con viscosita' e ritiro) [EC2 5.10.6]	0.800000		
Riduzione perdite totali - denominatore formula (5.46) [EC2 5.10.6]	SI		
Tiro massimo cavi da Norma (senza sovraresistenza) [4.1.8.1.5][daN/cm <sup>2</sup> ]	14880		
Coef. rilassamento per tiro massimo cavi da Norma (non ridotto)	0.232993		
% perdite attivate nei vari "step"			
Step	Ritiro	Flauge	Rilassamento
1	0.0%	0.0%	0.0%
2	10.0%	10.0%	10.0%
3	20.0%	20.0%	20.0%
4	60.0%	60.0%	60.0%
5	100.0%	100.0%	100.0%

## Dati del progetto.

### Fasi di progetto ("step").

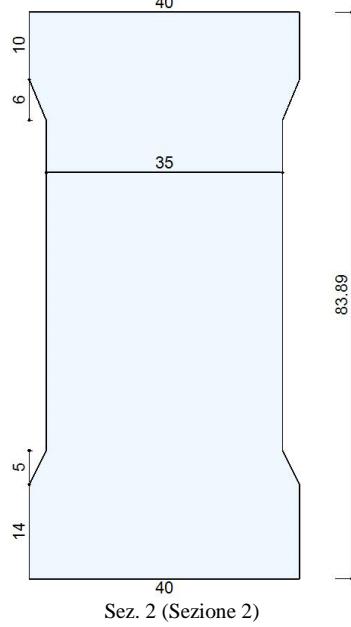
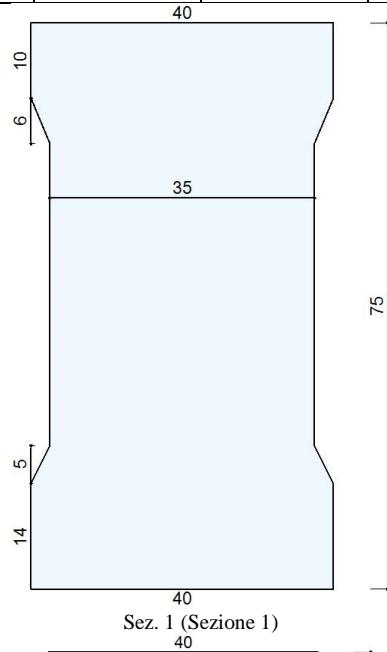
Il calcolo della trave prevede l'analisi di 5 fasi distinte ("step").

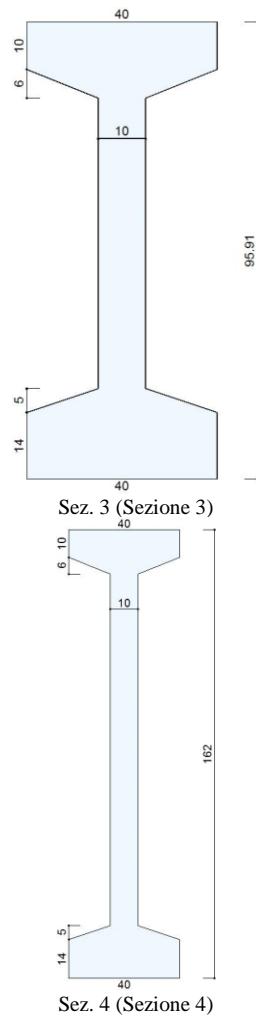
Condizioni di vincolo (distanze in [cm])						
Step	Tipo	Descrizione	Tipo sx	d.sx	Tipo dx	d.dx
1	Taglio cavi pretesi	Taglio Cavi	1 (App. Semplice)	50	1 (App. Semplice)	50
2	Stoccaggio	Stoccaggio	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
3	Trasporto	Trasporto	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
4	In Opera a tempo determinato	In opera.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0
5	In Opera a tempo infinito	In opera - tempo infinito.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0

## Sezioni.

La trave è definita da 4 sezioni. Nella tabella seguente, l'area è riportata in [cm<sup>2</sup>], le coordinate del baricentro in [cm], ed i momenti d'inerzia in [cm<sup>4</sup>]

Sezione	Tipo	Descrizione	Area	$Z_g$	$y_g$	$J_{z,g}$	$J_{y,g}$
1	I Simmetrica	Sezione 1	2 773	0.0	37.4	1 365 661	319 471
2	I Simmetrica	Sezione 2	3 084	0.0	41.8	1 899 431	351 243
3	I Simmetrica	Sezione 3	1 844	0.0	46.1	2 190 690	152 555
4	I Simmetrica	Sezione 4	2 505	0.0	78.2	8 314 534	158 063

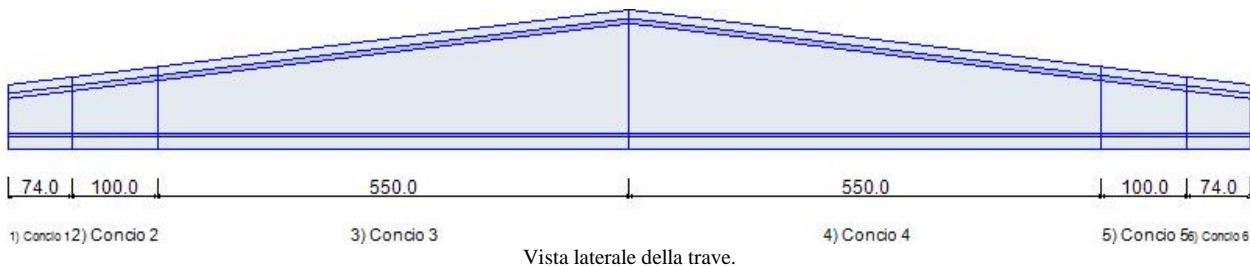




## Trave.

Lo sviluppo longitudinale della trave è definito da 6 "conci" contigui. Per ciascun "concio" è definita una sezione iniziale ed una sezione finale. Le sezioni intermedie sono derivate per interpolazione.

Concio	Progressiva sx [cm]	Sezione sx	Progressiva dx [cm]	Sezione dx	Descrizione
1	0	1	74	2	Concio 1
2	74	2	174	3	Concio 2
3	174	3	724	4	Concio 3
4	724	4	1274	3	Concio 4
5	1274	3	1374	2	Concio 5
6	1374	2	1448	1	Concio 6



## Cavi.

Nella trave sono installati 6 cavi da precompressione rettilinei.

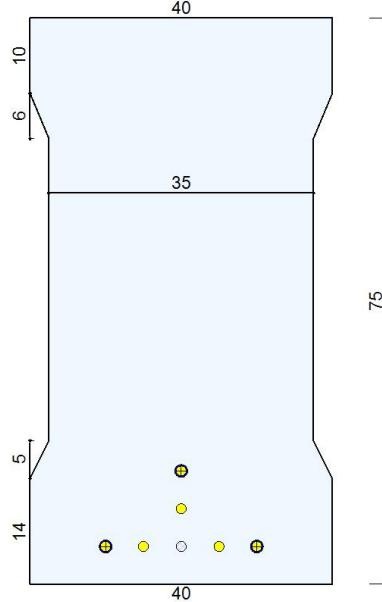
Cavo	Coord. z [cm]	Coord. y [cm]	Tipo cavo	Tipo guaina
1	-10	5	1	4
2	-5	5	1	1
4	5	5	1	1
5	10	5	1	4
6	0	10	1	1
7	0	15	1	4

Viene utilizzato un solo tipo di cavo.

Tipo cavo	Diametro [cm]	Tensione [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tiro [daN]	Descrizione
1	1.33	14300	19877	6/10" (T15) normale

Vengono utilizzati 2 tipi di guaina.

Tipo guaina	Diametro [cm]	L. sx [cm]	L. dx [cm]	Δx sx [cm]	Δx dx [cm]	Descrizione
1	d <sub>cav</sub> + 0.4	0	0	0	0	no guaina
4	d <sub>cav</sub> + 0.4	75	75	0	0	75



Sezione di testata sx della trave con posizione dei cavi.



Vista laterale della trave con tracciato dei cavi.

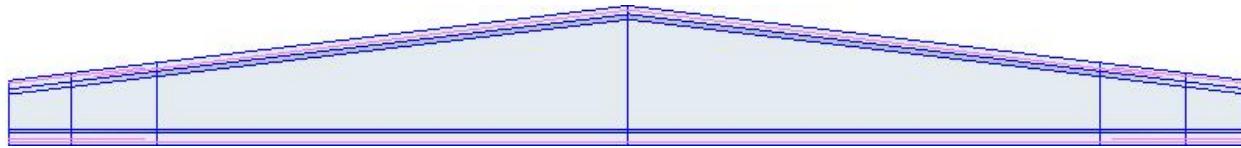
### Armature.

## Ferri lenti.

Nella trave sono installati 36 ferri lenti.

Ferro	Diam. [cm]	X ini. [cm]	Z ini. [cm]	Y ini. [cm]	X fin. [cm]	Z fin. [cm]	Y fin. [cm]
1	1.6	100	-12	4	724	-12	4
2	1.6	100	-4	4	724	-4	4
3	1.6	100	4	4	724	4	4
4	1.6	100	12	4	724	12	4
5	1.6	100	-12	80	724	-12	157
6	1.6	100	-4	80	724	-4	157
7	1.6	100	4	80	724	4	157
8	1.6	100	12	80	724	12	157
9	2	0	-16	8	160	-16	8

10	2	0	16	8	160	16	8
11	2	0	12	4	160	12	4
12	2	0	-12	4	160	-12	4
13	2	0	-8	4	160	-8	4
14	2	0	8	4	160	8	4
15	2	0	12	72	160	12	90
16	2	0	8	72	160	8	90
17	2	0	-8	72	160	-8	90
18	2	0	-12	72	160	-12	90
19	1.6	724	-12	4	1348	-12	4
20	1.6	724	-4	4	1348	-4	4
21	1.6	724	4	4	1348	4	4
22	1.6	724	12	4	1348	12	4
23	1.6	724	-12	157	1348	-12	80
24	1.6	724	-4	157	1348	-4	80
25	1.6	724	4	157	1348	4	80
26	1.6	724	12	157	1348	12	80
27	2	1288	-16	8	1448	-16	8
28	2	1288	16	8	1448	16	8
29	2	1288	12	4	1448	12	4
30	2	1288	-12	4	1448	-12	4
31	2	1288	-8	4	1448	-8	4
32	2	1288	8	4	1448	8	4
33	2	1288	12	90	1448	12	72
34	2	1288	8	90	1448	8	72
35	2	1288	-8	90	1448	-8	72
36	2	1288	-12	90	1448	-12	72

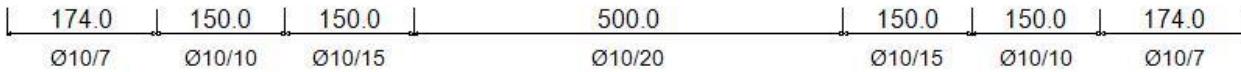
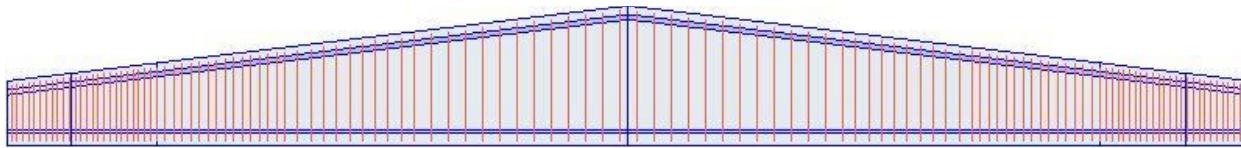


Vista laterale della trave con disposizione dei ferri.

## Staffe.

Nella trave sono definiti 7 campi staffe.

Campo	X ini. [cm]	X fin. [cm]	n° br.	Diam. [cm]	Passo [cm]			
1	0	174	2	1	7	2	0.8	15
2	174	324	2	1	10	2	0.8	15
3	324	474	2	1	15	2	0.8	15
4	474	974	2	1	20	2	0.8	15
5	974	1124	2	1	15	2	0.8	15
6	1124	1274	2	1	10	2	0.8	15
7	1274	1448	2	1	7	2	0.8	15



Vista laterale della trave con disposizione dei campi staffe.

## Sollecitazioni.

### Carichi.

Sono definiti 10 carichi applicati alla trave nelle diverse condizioni di carico.

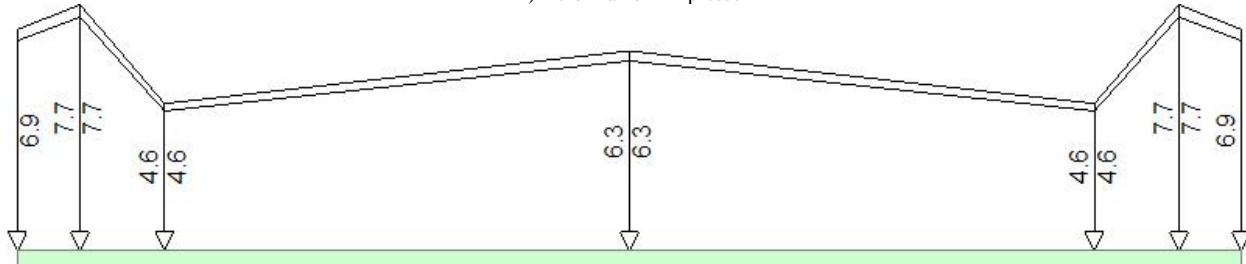
Carico	Tipo	Cood. X [cm]	Valore	Condizione	Descrizione
1 ute	Distribuito	trave	-19.9 [daN/cm]	3	g1
2 ute	Distribuito	trave	-4 [daN/cm]	4	G2
3 ute	Distribuito	trave	-8.6 [daN/cm]	5	neve
4 ute	Distribuito	trave	-5 [daN/cm]	6	h
1 aut	Trapezio	da 0 a 74	da -6.9 a -7.7 [daN/cm]	2	PP_trave_concio1
2 aut	Trapezio	da 74 a 174	da -7.7 a -4.6 [daN/cm]	2	PP_trave_concio2
3 aut	Trapezio	da 174 a 724	da -4.6 a -6.3 [daN/cm]	2	PP_trave_concio3
4 aut	Trapezio	da 724 a 1274	da -6.3 a -4.6 [daN/cm]	2	PP_trave_concio4
5 aut	Trapezio	da 1274 a 1374	da -4.6 a -7.7 [daN/cm]	2	PP_trave_concio5
6 aut	Trapezio	da 1374 a 1448	da -7.7 a -6.9 [daN/cm]	2	PP_trave_concio6

## Condizioni di carico.

Sono definite 6 condizioni di carico.

Condizione	Tipo	Step ini.	Step fin.	Descrizione
1	Deformazioni impresse	1	5	Def.Impresse
2	Peso Proprio Trave	1	5	PP Trave
3	Permanenti	4	5	G1
4	Permanenti	4	5	G2
5	Neve sotto1000m	4	5	neve
6	Altro	4	5	H

1) Deformazioni Impresse



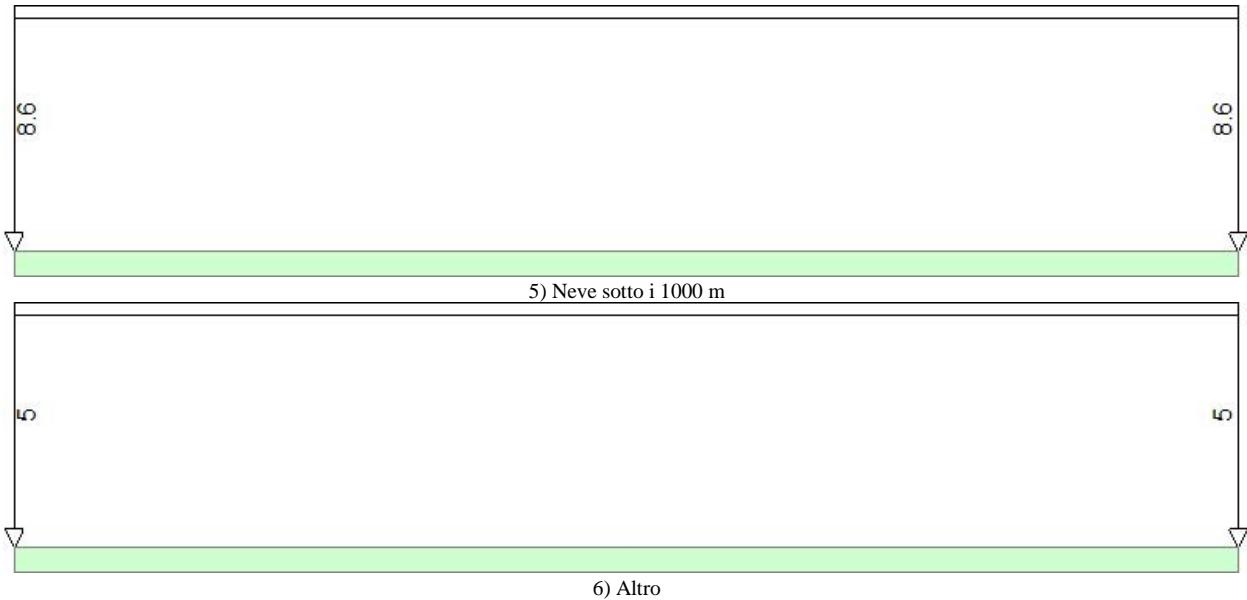
2) Peso proprio Trave



3) Permanenti



4) Permanenti



### **Casi di carico e sollecitazioni agenti.**

In totale, sono definiti 14 casi di carico, nei vari "step" di calcolo.

Caso	Tipo	Condizioni	Step	Descrizione
1	SLU	1.00x1+1.30x2	1	SLU Taglio
2	Rara	1.00x1+1.00x2	1	RARA Taglio
3	SLU	1.00x1+1.30x2	2	SLU Stocc.
4	Rara	1.00x1+1.00x2	2	RARA Stocc.
5	SLU	1.00x1+1.30x2	3	SLU Trasp.
6	Rara	1.00x1+1.00x2	3	RARA Trasp.
7	SLU	1.00x1+1.30x2+1.30x3+1.50x4+0.75x5+1.50x6	4	SLU OpeDet
8	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.50x5+1.00x6	4	RARA OpeDet
9	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.20x5+0.00x6	4	FREQ.OpeDet
10	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.00x5+0.00x6	4	Q.P. OpeDet
11	SLU	1.00x1+1.30x2+1.30x3+1.50x4+0.75x5+1.50x6	5	SLU OpeInf
12	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.50x5+1.00x6	5	RARA OpeInf
13	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.20x5+0.00x6	5	FREQ.OpeInf
14	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+1.00x4+0.00x5+0.00x6	5	Q.P. OpeInf

### **Verifiche.**

#### **Ancoraggio cavi**

Trasferimento della precompressione e ancoraggio della forza di trazione allo stato limite ultimo [EC2 8.10.2], tensioni in [daN/cm<sup>2</sup>].

$$\eta_{p1}=3.2; \eta_1=1; \alpha_1=1; \alpha_2=0.19; \eta_{p2}=1.2; f_{ctd}=17.88; f_{bpt}=57.22; f_{bpd}=21.46$$

$$\sigma_{pm0} = 13836.06 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pminf} = 10848.43 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pd} = 14521.74$$

Lunghezze di trasmissione e ancoraggio [cm]					
Tipo cavo	$\phi$	lpt	lpt1	lpt2	lbpd
1	1.33	61.12	48.89	73.34	100.77

## Verifiche a SLU.

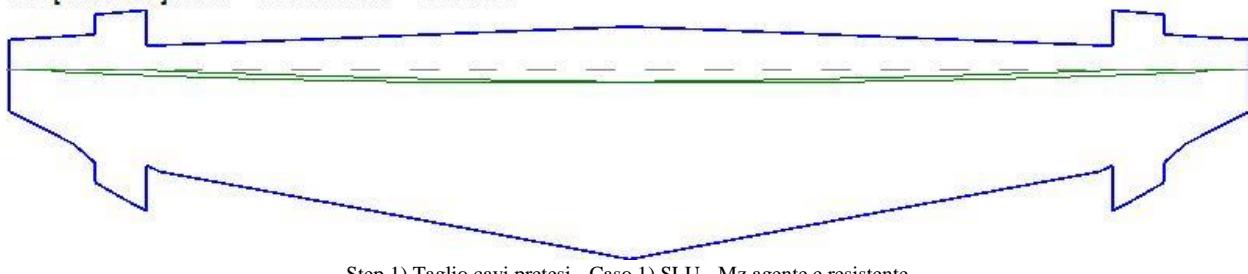
### Momento Flettente.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
33	160	774798	17597036	22.71	Si	(4)
87	606.14	1652265	21247396	12.86	Si	(3)
99	724	1652265	23624951	14.30	Si	(5)
134	1038.29	1484022	17328974	11.68	Si	(7)
182	1373	-11548	-4147684	>100	Si	(2)
182	1373	419925	9306798	22.16	Si	(2)
198	1448	-11548	-3654316	>100	Si	(6)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-11548 max=1652265



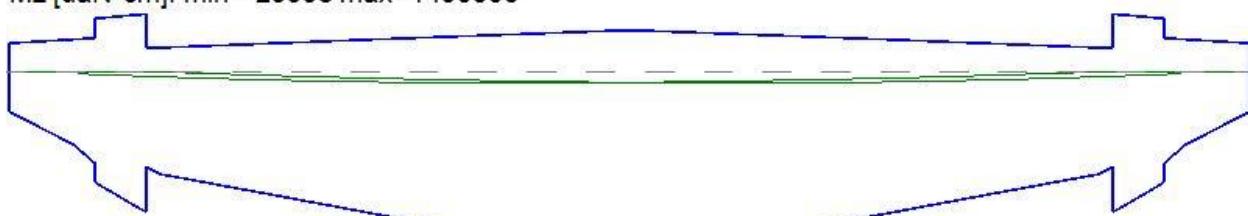
Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
33	160	-23562	-7467809	>100	Si	(4)
33	160	613039	18217059	29.72	Si	(4)
67	429.36	1355313	18506371	13.65	Si	(7)
87	606.14	1490506	22230818	14.91	Si	(3)
99	724	1490506	24712417	16.58	Si	(5)
170	1321	-29998	-7150821	>100	Si	(2)
170	1321	481705	16118727	33.46	Si	(2)
195	1426.07	-29998	-3826771	>100	Si	(6)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-29998 max=1490506



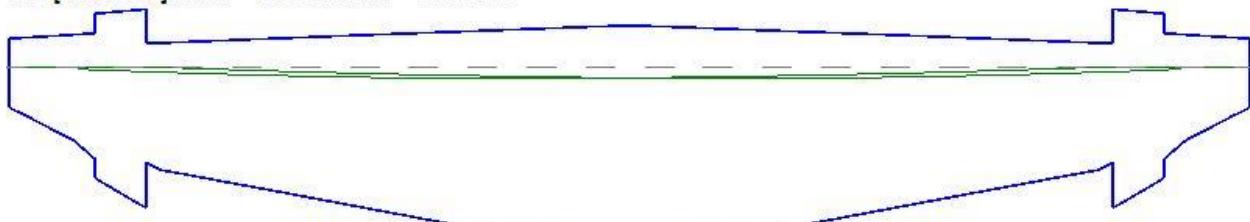
Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
33	160	-23562	-7478665	>100	Si	(4)
33	160	613039	18212161	29.71	Si	(4)
67	429.36	1355313	18499258	13.65	Si	(7)
87	606.14	1490506	22222573	14.91	Si	(3)
99	724	1490506	24709302	16.58	Si	(5)
170	1321	-29998	-7159235	>100	Si	(2)
170	1321	481705	16114543	33.45	Si	(2)

195	1426.07	-29998	-3826786	>100	Si	(6)
(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante						

Mz [daN\*cm]: min=-29998 max=1490506



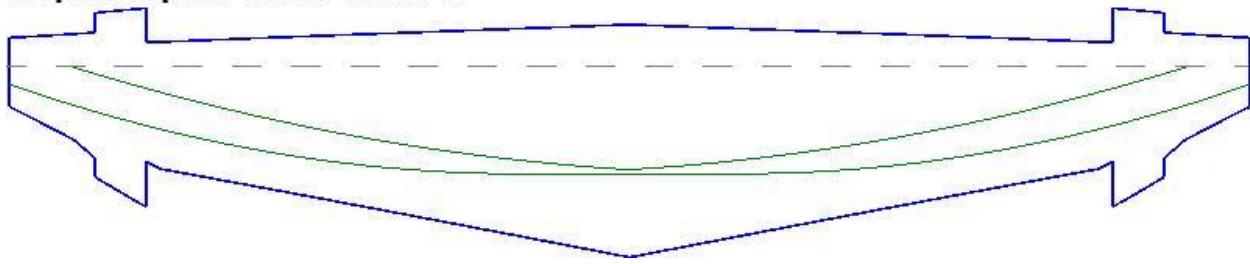
Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-3679076	>100	Si	(6)
33	160	7687744	18192554	2.37	Si	(4)
61	370.43	12231033	17245943	1.41	Si	(7)
87	606.14	13907148	22189559	1.60	Si	(3)
99	724	13907148	24692005	1.78	Si	(5)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=0 max=13907148



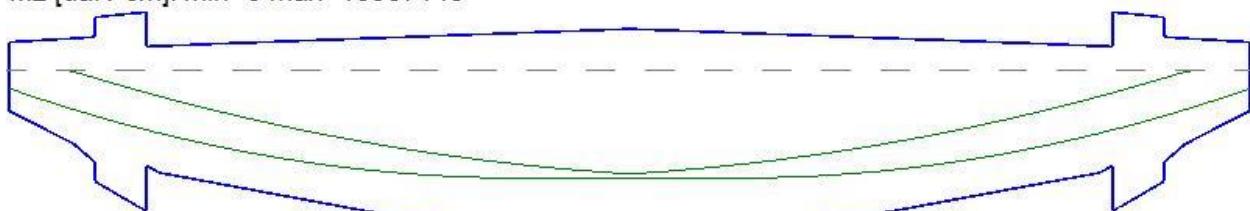
Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-3679076	>100	Si	(6)
33	160	7687744	18172940	2.36	Si	(4)
61	370.43	12231033	17218822	1.41	Si	(7)
87	606.14	13907148	22156528	1.59	Si	(3)
99	724	13907148	24667170	1.77	Si	(5)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=0 max=13907148



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU - Mz agente e resistente.

## Taglio.

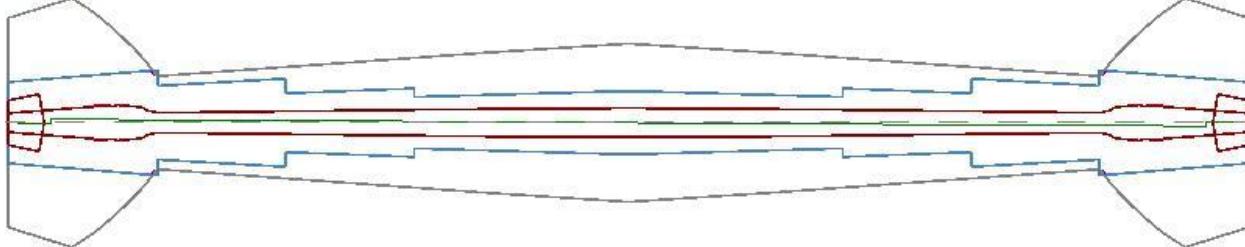
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd}[(4.1.13)]$	$V_{rd}[(4.1.24)]$	$V_{rd}[(4.1.20)]$	$\operatorname{ctg}\theta_{[(4.1.16)]}$	R/S	Ver.	Note
10	50	4924.36	17577.15	0	60462.69	1	12.28	Si	(3) - (7)
36	164.6	3945.41	16166.85	0	71345.59	1	18.08	Si	(5)
73	474	1913.12	17690.39	0	35254.62	1	18.43	Si	(4)
189	1398	4924.36	17577.15	0	60462.69	1	12.28	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-4924.36 max=4924.36



Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Vy agente e resistente.

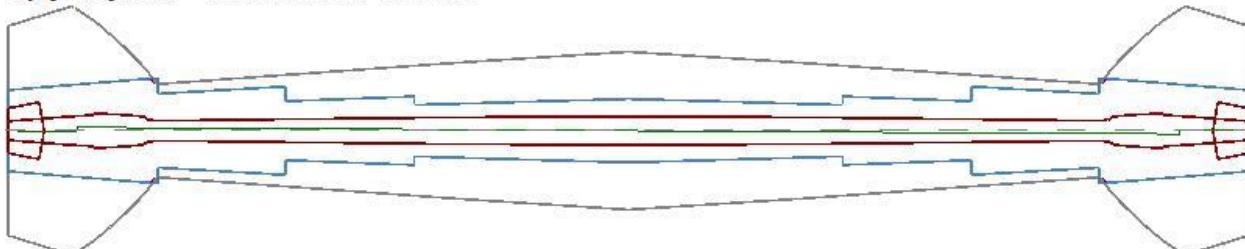
Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd}[(4.1.13)]$	$V_{rd}[(4.1.24)]$	$V_{rd}[(4.1.20)]$	$\operatorname{ctg}\theta_{[(4.1.16)]}$	R/S	Ver.	Note
20	80	4628.36	20048.9	0	63311.62	1	13.68	Si	(3)
36	164.6	3945.41	14959.4	0	71345.59	1	18.08	Si	(5)
38	174	3887	13663.01	0	50566.78	1	13.01	Si	(7)
73	474	1913.12	17690.39	0	35254.62	1	18.43	Si	(4)
161	1274	-3887	13663.01	0	50566.78	1	13.01	Si	(6)
179	1368	-4628.36	20048.9	0	63311.62	1	13.68	Si	(2)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-4628.36 max=4628.36



Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Vy agente e resistente.

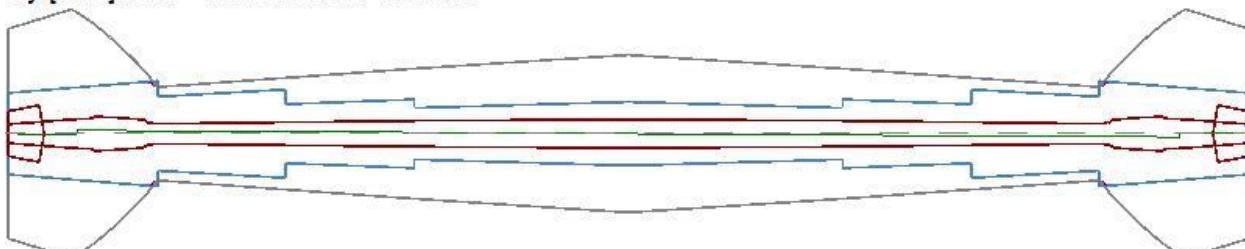
Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd}[(4.1.13)]$	$V_{rd}[(4.1.24)]$	$V_{rd}[(4.1.20)]$	$\operatorname{ctg}\theta_{[(4.1.16)]}$	R/S	Ver.	Note
20	80	4628.36	19877.23	0	63311.62	1	13.68	Si	(3)
36	164.6	3945.41	14959.4	0	71345.59	1	18.08	Si	(5)
38	174	3887	13663.01	0	50566.78	1	13.01	Si	(7)
73	474	1913.12	17670.08	0	35254.62	1	18.43	Si	(4)
161	1274	-3887	13663.01	0	50566.78	1	13.01	Si	(6)
179	1368	-4628.36	19877.23	0	63311.62	1	13.68	Si	(2)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-4628.36 max=4628.36



Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Vy agente e resistente.

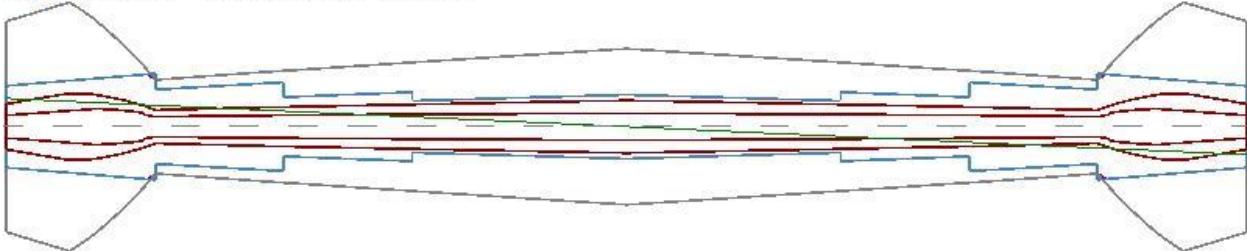
Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espresi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd}[(4.1.13)]$	$V_{rd}[(4.1.24)]$	$V_{rd}[(4.1.20)]$	$\operatorname{ctg}\theta_{[(4.1.16)]}$	R/S	Ver.	Note
1	0	38500.5	15522.12	30887.1	55714.49	1	1.45	Si	(3) - (7)
36	164.6	29526.77	15619.5	26882.64	71345.59	1	2.42	Si	(5)
73	474	13345.62	16726.84	30319.63	35254.62	1	2.64	Si	(4)
198	1448	-38500.5	15522.12	30887.1	55714.49	1	1.45	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-38500.5 max=38500.5



Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Vy agente e resistente.

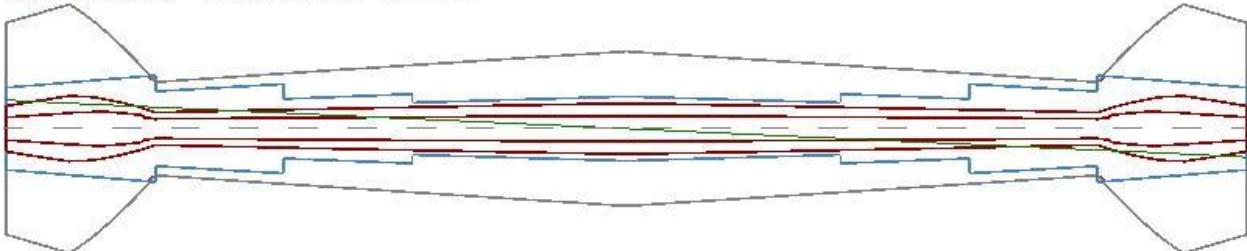
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espresi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd}[(4.1.13)]$	$V_{rd}[(4.1.24)]$	$V_{rd}[(4.1.20)]$	$\operatorname{ctg}\theta_{[(4.1.16)]}$	R/S	Ver.	Note
1	0	38500.5	15522.12	30887.1	55714.49	1	1.45	Si	(3) - (7)
36	164.6	29526.77	14673.06	25710.59	71345.59	1	2.42	Si	(5)
73	474	13345.62	15783.6	29138.48	35254.62	1	2.64	Si	(4)
198	1448	-38500.5	15522.12	30887.1	55714.49	1	1.45	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-38500.5 max=38500.5



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU - Vy agente e resistente.

## Verifiche a SLE.

## Tensioni nel cls della trave, combinazione Rara.

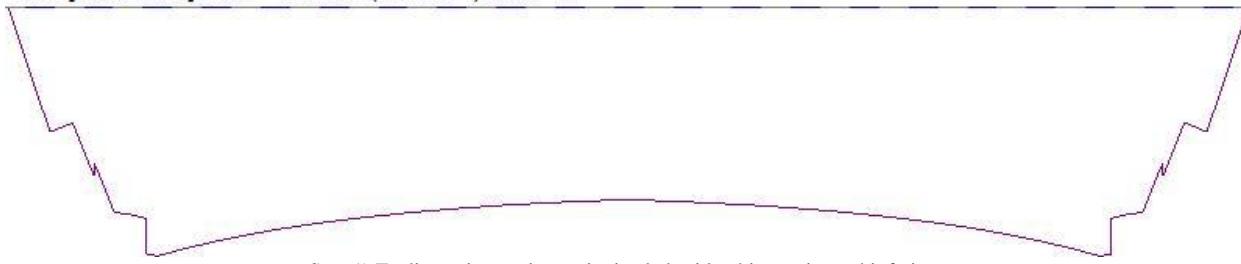
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di compressione massima ammessa è -255.64 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{cls,inf.}^{(-)}$	$\sigma_{cls,sup.}^{(-)}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
38	174	-150.13	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### **Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-150.13(-255.64) max=0**



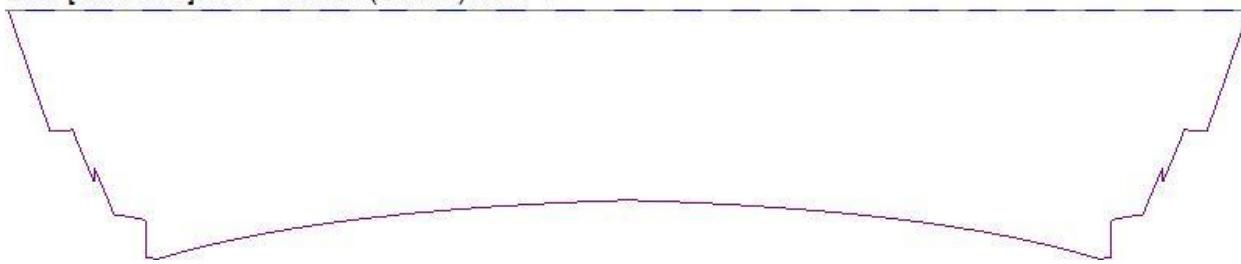
Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
161	1274	-150.86	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### **Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-150.86(-273.9) max=0**



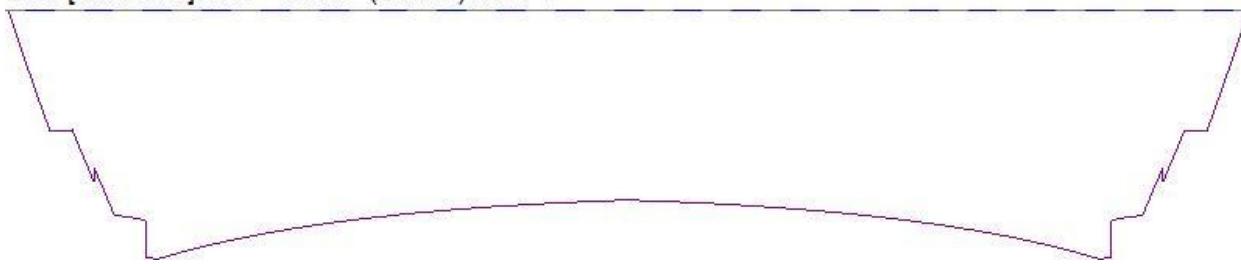
Step 2) Stoccaggio - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (4) - (5)
161	1274	-146.72	0	Si	(2) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### **Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-146.72(-273.9) max=0**



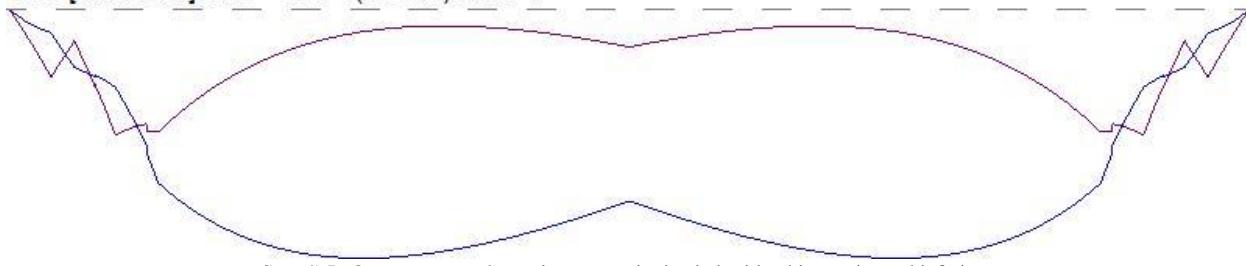
Step 3) Trasporto - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
28	123.89	-44.45	-27.5	Si	(2)
65	409.71	-8.1	-87.74	Si	(4) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-87.74(-273.9) max=0**



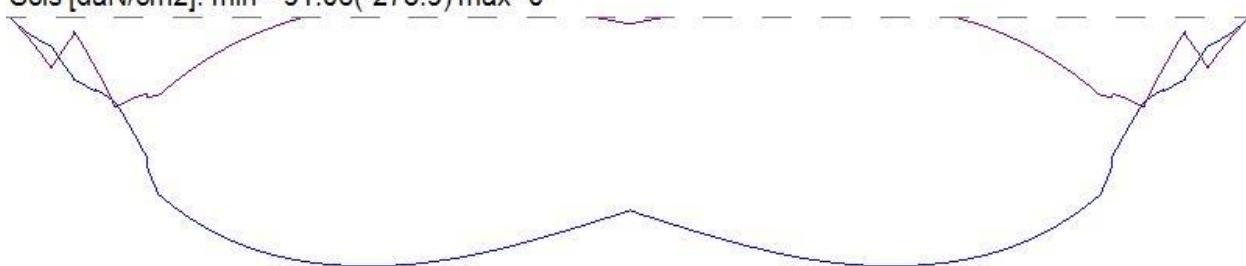
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
28	123.89	-33.03	-31.13	Si	(2)
65	409.71	0	-91.06	Si	(4) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-91.06(-273.9) max=0**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

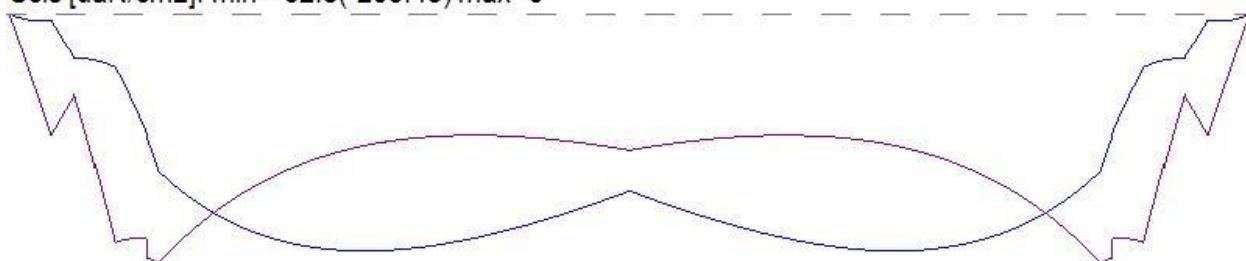
## Tensioni nel cls della trave, combinazione Quasi Permanente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -205.43 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
38	174	-62.8	-39.56	Si	(2) - (6)
65	409.71	-33.39	-59.72	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-62.8(-205.43) max=0**



Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -205.43 [daN/cm<sup>2</sup>].

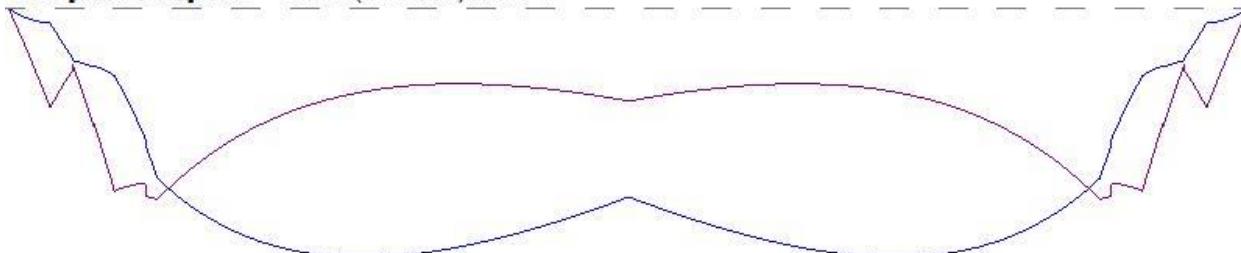
La tensione di compressione massima ammessa è -205.43 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(c)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(c)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note

1	0	0	0	Si	(3) - (5)
38	174	-48.21	-43.02	Si	(2)
65	409.71	-21.28	-62.85	Si	(4) - (6)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-62.85(-205.43) max=0**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

## Tensioni nei cavi, combinazione Rara.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
15	74	14039.2	14013.61	14039.2	Si	(3) - (4) - (5)
191	1399.11	14026.71	13998.32	14026.71	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=14039.2(14880)**



Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
15	74	13712.86	13686.6	13712.86	Si	(3) - (4) - (5)
191	1399.11	13699.52	13671.79	13699.52	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13712.86(14880)**



Step 2) Stoccaggio - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

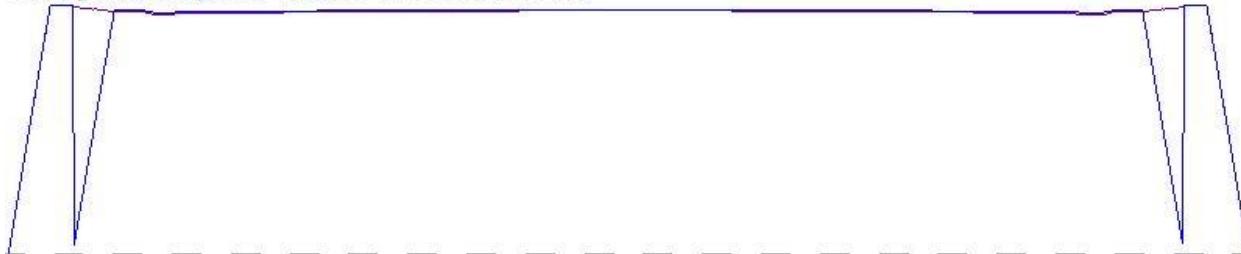
Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
16	75	13394.72	13369.08	13394.72	Si	(3) - (4) - (5)

191	1399.11	13372.33	13345.26	13372.33	Si	(2)
(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente						

Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13394.72(14880)



Step 3) Trasporto - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,max,tot.}$	$\sigma_{p,max,inf.}$	$\sigma_{p,max,sup.}$	Ver.	Note
79	527.57	12298.22	12298.22	12267.17	Si	(2) - (3) - (5)
183	1373	12287.96	12287.96	12285.25	Si	(4)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=12298.22(14880)



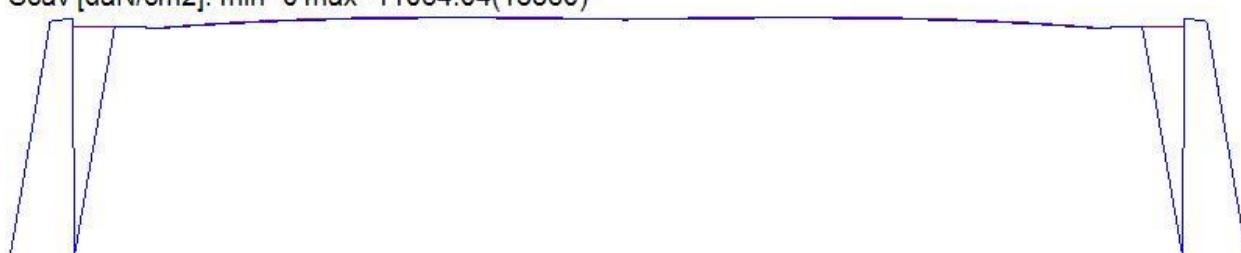
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 13360 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,max,tot.}$	$\sigma_{p,max,inf.}$	$\sigma_{p,max,sup.}$	Ver.	Note
79	527.57	11064.04	11064.04	11026.45	Si	(2) - (3) - (4) - (5)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=11064.04(13360)



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

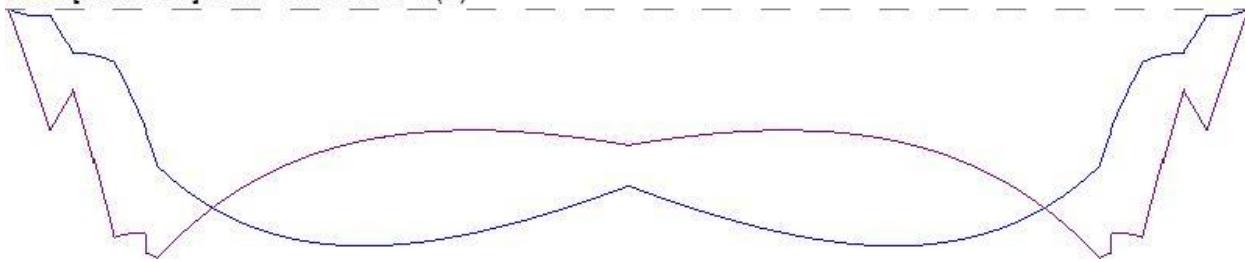
## Tensione per fessurazione, combinazione Quasi Permanente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{cls,inf.}^{(+)}$	$\sigma_{cls,sup.}^{(+)}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	7.9	-4.78	-0.72	Si	(6)
38	174	-62.8	-39.56	Si	(2)

65	409.71	-33.39	-59.72	Si	(4)
(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente					

Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-62.8 max=0(0)



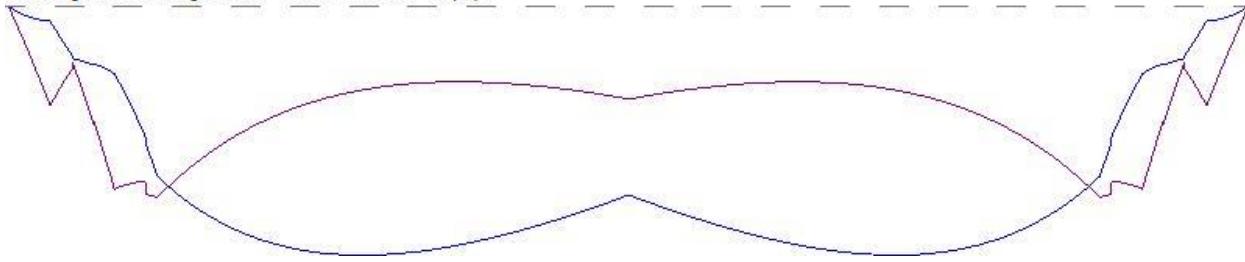
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(+)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(+)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	7.9	-3.77	-1.11	Si	(6)
38	174	-48.21	-43.02	Si	(2)
65	409.71	-21.28	-62.85	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-62.85 max=0(0)



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembo superiore ed inferiore.

## Apertura fessure, combinazione Frequenti.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), in combinazione Frequenti, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), in combinazione Frequenti, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.

# Tegolo tipo TT30/250 Lmax=992

Si verifica il tegolo più lungo e l'armatura si estende a tutti gli altri tegoli.

## Trave precompressa a cavi aderenti. Relazione di Calcolo



**CDM DOLMEN**  
CALCOLO STRUTTURALE E GEOTECNICO

20:28:59 lunedì 22 aprile 2024

Nome trave: TT30\_fermo\_copertura.tcp  
Descrizione trave: Trave precompressa a cavi aderenti.  
Metodo di verifica: Stati limite secondo NTC18  
Unità di misura, ove non indicate espressamente: [cm],[daN],[daN\*cm],[daN/cm<sup>2</sup>],[cm<sup>2</sup>]

## Normativa di riferimento.

Il calcolo e la verifica sono eseguiti utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni, ed inconformità alle Normative e Leggi vigenti.

- Legge 5/11/1971 n. 1086: Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- Legge 2/2/1974 n. 64: Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- C.N.R. 10024/86 del 23/7/1986: Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo.
- D.M. 17 gennaio 2018 (Norme tecniche per le costruzioni).
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617, (Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008.)
- UNI EN 1992-1-1 (versione corretta il 6 aprile 2006).

## Materiali.

### Calcestruzzo.

Descrizione: C45/55

Condizioni ambientali: b (moderatamente aggressivo) [4.1.2.2.4.3].

Spessore di riferimento: maggiore di 5 cm [4.1.2.2.5.1]. Per lo "step" iniziale (taglio dei cavi) il valore dell'  $R_{ck}$  è pari al 80% del valore a tempo infinito.

Step	$R_{ck}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\gamma_c$	$f_{ck}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{cd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E[daN/cm <sup>2</sup> ]
1	440	1.50	365.2	206.95	344341.39 aut
2-5	550	1.50	456.5	258.68	364161.14 aut

Step	Tipo	$\sigma_{cls, rara}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{cls, q.p.}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\sigma_{cls, rara}^{(c)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]
1	iniziali	255.64	-	999999
2-5	regime	273.9	205.43	999999

### Acciaio lento.

Descrizione: B450C

Tipo	$\gamma_s$	$f_yk$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{yd}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E[daN/cm <sup>2</sup> ]
B450C	1.15	4500	3913.04	2100000

Il coefficiente di omogeneizzazione, per le verifiche in esercizio, è definito dal rapporto dei moduli elastici dei materiali.

### Cavi da precompressione.

Tipo cavo: Trefolo. Tipo diagramma: bilatera con secondo tratto inclinato.

$\gamma_s$	$f_{pk}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{pl(d)}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	$f_{p(le)d}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	E <sub>s</sub> [daN/cm <sup>2</sup> ]	$\varepsilon_{p(le)d}$
1.15	18600	15965.45	14521.74	2000000	0.007261
$f_{p(1)e}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma_{sp}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]		$\sigma_{sp}$ [daN/cm <sup>2</sup> ]	
16700		14880		13360	

### Perdite (dati).

$\varepsilon_{ritiro}$ (%)	0.030000
Molt. $\varepsilon_{flauge}$	2.300000
Ro1000 (classe 2)	2.500000
Coef. riduzione rilassamento (inter. con viscosità e ritiro) [EC2 5.10.6]	0.800000
Riduzione perdite totali - denominatore formula (5.46) [EC2 5.10.6]	SI
Tiro massimo cavi da Norma (senza sovraresistenza) [4.1.8.1.5][daN/cm <sup>2</sup> ]	14880
Coef. rilassamento per tiro massimo cavi da Norma (non ridotto)	0.060813
% perdite attivate nei vari "step"	
Step	Ritiro
1	0.0%
2	10.0%
3	20.0%
4	75.0%
5	100.0%
	Flauge
	Rilassamento

### Dati del progetto.

#### Fasi di progetto ("step").

Il calcolo della trave prevede l'analisi di 5 fasi distinte ("step").

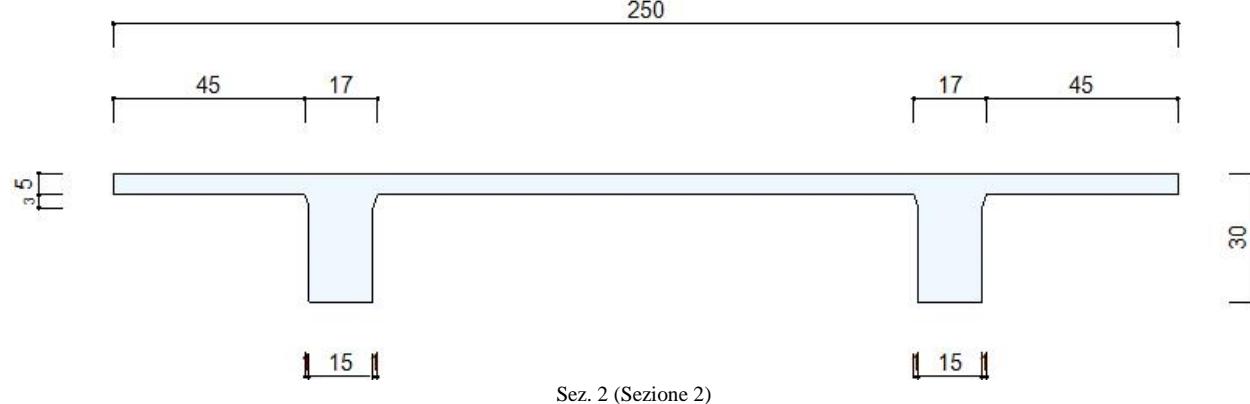
Condizioni di vincolo (distanze in [cm])						
Step	Tipo	Descrizione	Tipo sx	d.sx	Tipo dx	d.dx
1	Taglio cavi pretesi	Taglio Cavi	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80

2	Stoccaggio	Stoccaggio	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
3	Trasporto	Trasporto	1 (App. Semplice)	80	1 (App. Semplice)	80
4	In Opera a tempo determinato	In opera.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0
5	In Opera a tempo infinito	In opera - tempo infinito.	1 (App. Semplice)	0	1 (App. Semplice)	0

## Sezioni.

La trave è definita da una sola sezione. Nella tabella seguente, l'area è riportata in [cm<sup>2</sup>], le coordinate del baricentro in [cm], ed i momenti d'inerzia in [cm<sup>4</sup>]

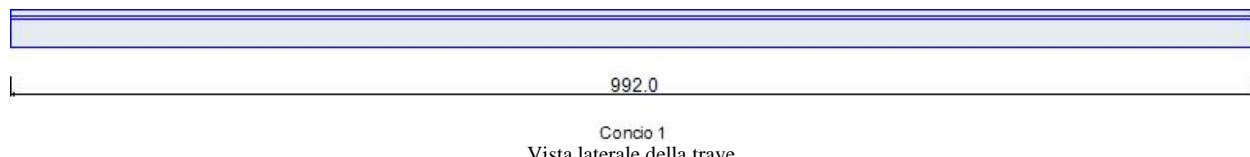
Sezione	Tipo	Descrizione	Area	Z <sub>g</sub>	y <sub>g</sub>	J <sub>z,g</sub>	J <sub>y,g</sub>
2	T Simmetrica Doppia	Sezione 2	2 006	0.0	21.9	147 165	10 389 709



## Trave.

La trave è composta da un solo "concio", definito dalle sezioni iniziale e finale. Le sezioni intermedie sono derivate per interpolazione.

Concio	Progressiva sx [cm]	Sezione sx	Progressiva dx [cm]	Sezione dx	Descrizione
1	0	2	992	2	



## Cavi.

Nella trave sono installati 6 cavi da precompressione rettilinei.

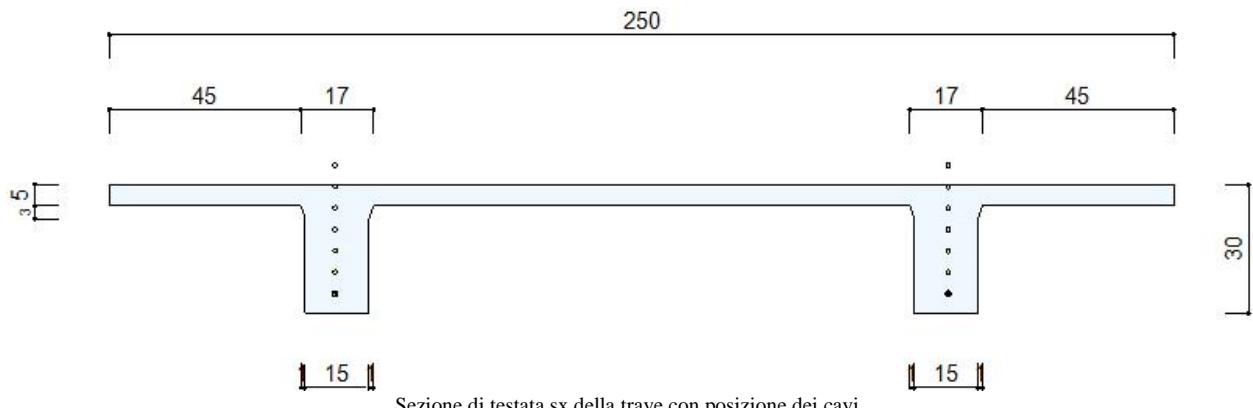
Cavo	Coord. z [cm]	Coord. y [cm]	Tipo cavo	Tipo guaina
1	72	4.5	2	2
2	72	9.5	2	1
3	72	14.5	2	1
4	-72	4.5	2	2
5	-72	9.5	2	1
6	-72	14.5	2	1

Viene utilizzato un solo tipo di cavo.

Tipo cavo	Diametro [cm]	Tensione [daN/cm <sup>2</sup> ]	Tiro [daN]	Descrizione
2	1.09	14300	13299	1/2" (T13) normale

Vengono utilizzati 2 tipi di guaina.

Tipo guaina	Diametro [cm]	L. sx [cm]	L. dx [cm]	Δx sx [cm]	Δx dx [cm]	Descrizione
1	-	0	0	0	0	no guaina
2	d <sub>cav</sub> + 0.4	80	100	0	0	80



Sezione di testata sx della trave con posizione dei cavi.



Vista laterale della trave con tracciato dei cavi.

### **Armature.**

## **Ferri lenti.**

Nella trave sono installati 16 ferri lenti.

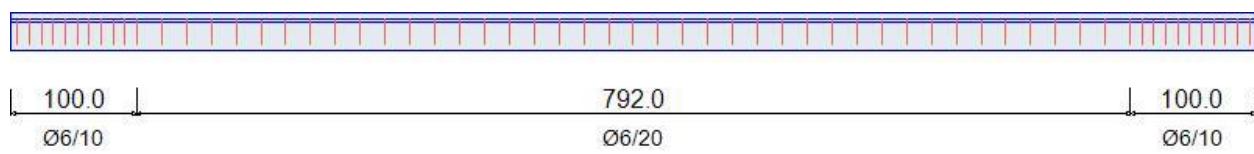
Ferro	Diam. [cm]	X ini. [cm]	Z ini. [cm]	Y ini. [cm]	X fin. [cm]	Z fin. [cm]	Y fin. [cm]
1	1.6	0	-75	5	150	-75	5
2	1.6	0	-70	5	150	-70	5
3	1.6	0	-70	25	150	-70	25
4	1.6	0	-75	25	150	-75	25
5	1.6	0	70	5	150	70	5
6	1.6	0	75	5	150	75	5
7	1.6	0	75	25	150	75	25
8	1.6	0	70	25	150	70	25
9	1.6	832	-75	5	992	-75	5
10	1.6	832	-70	5	992	-70	5
11	1.6	832	-70	25	992	-70	25
12	1.6	832	-75	25	992	-75	25
13	1.6	832	70	5	992	70	5
14	1.6	832	75	5	992	75	5
15	1.6	832	75	25	992	75	25
16	1.6	832	70	25	992	70	25

Vista laterale della trave con disposizione dei ferri.

## **Staffe.**

Nella trave sono definiti 3 campi staffe.

Campo	X ini. [cm]	X fin. [cm]	n° br.	Diam. [cm]	Passo [cm]			
1	0	100	4	0.6	10	4	1.2	19
2	100	892	4	0.6	20	4	1.2	25
3	892	992	4	0.6	10	4	1.2	19



Vista laterale della trave con disposizione dei campi staffe.

## *Sollecitazioni.*

### *Carichi.*

Sono definiti 4 carichi applicati alla trave nelle diverse condizioni di carico.

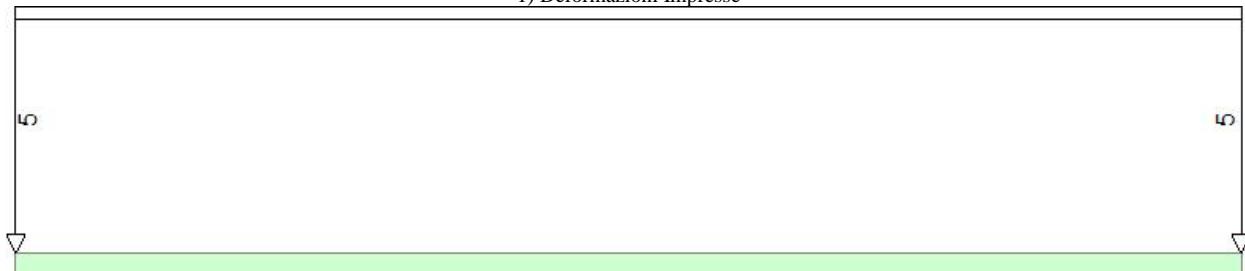
Carico	Tipo	Cood. X [cm]	Valore	Condizione	Descrizione
1 ute	Distribuito	trave	-1 [daN/cm]	3	g2
2 ute	Distribuito	trave	-2.1 [daN/cm]	4	neve
3 ute	Distribuito	trave	-1.2 [daN/cm]	5	h
1 aut	Trapezio	da 0 a 992	da -5 a -5 [daN/cm]	2	PP_trave_concio1

### *Condizioni di carico.*

Sono definite 5 condizioni di carico.

Condizione	Tipo	Step ini.	Step fin.	Descrizione
1	Deforazioni impresse	1	5	Def.Impresse
2	Peso Proprio Trave	1	5	PP Trave
3	Permanenti	4	5	g2
4	Neve sotto1000m	4	5	neve
5	Altro	4	5	h

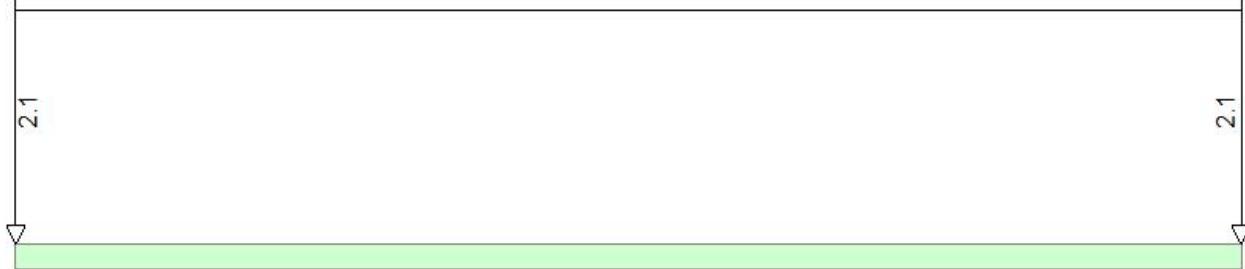
1) Deformazioni Impresse



2) Peso proprio Trave



3) Permanenti



4) Neve sotto i 1000 m



5) Altro

### Casi di carico e sollecitazioni agenti.

In totale, sono definiti 14 casi di carico, nei vari "step" di calcolo.

Caso	Tipo	Condizioni	Step	Descrizione
1	SLU	1.00x1+1.30x2	1	SLU Taglio
2	Rara	1.00x1+1.00x2	1	RARA Taglio
3	SLU	1.00x1+1.30x2	2	SLU Stocc.
4	Rara	1.00x1+1.00x2	2	RARA Stocc.
5	SLU	1.00x1+1.30x2	3	SLU Trasp.
6	Rara	1.00x1+1.00x2	3	RARA Trasp.
7	SLU	1.00x1+1.30x2+1.50x3+0.75x4+1.50x5	4	SLU OpeDet
8	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.50x4+1.00x5	4	RARA OpeDet
9	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.20x4+0.00x5	4	FREQ.OpeDet
10	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.00x4+0.00x5	4	Q.P. OpeDet
11	SLU	1.00x1+1.30x2+1.50x3+0.75x4+1.50x5	5	SLU OpeInf
12	Rara	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.50x4+1.00x5	5	RARA OpeInf
13	Frequente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.20x4+0.00x5	5	FREQ.OpeInf
14	Quasi permanente	1.00x1+1.00x2+1.00x3+0.00x4+0.00x5	5	Q.P. OpeInf

### Verifiche.

#### Ancoraggio cavi

Trasferimento della precompressione e ancoraggio della forza di trazione allo stato limite ultimo [EC2 8.10.2], tensioni in [daN/cm<sup>2</sup>].

$$\eta_{p1}=3.2 ; \eta_1=1 ; \alpha_1=0.19 ; \eta_{p2}=1.2 ; f_{ctd}=17.88 ; f_{bpt}=57.22 ; f_{bpd}=21.46$$

$$\sigma_{pm0} = 13838.66 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pminf} = 12470.36 \text{ (valore medio nelle zone di testata trave)}$$

$$\sigma_{pd} = 14521.74$$

Lunghezze di trasmissione e ancoraggio [cm]						
Tipo cavo	$\phi$	lpt	lpt1	lpt2	lbpd	
2	1.09	50	40	60	73.83	

#### Verifiche a SLU.

### Momento Flettente.

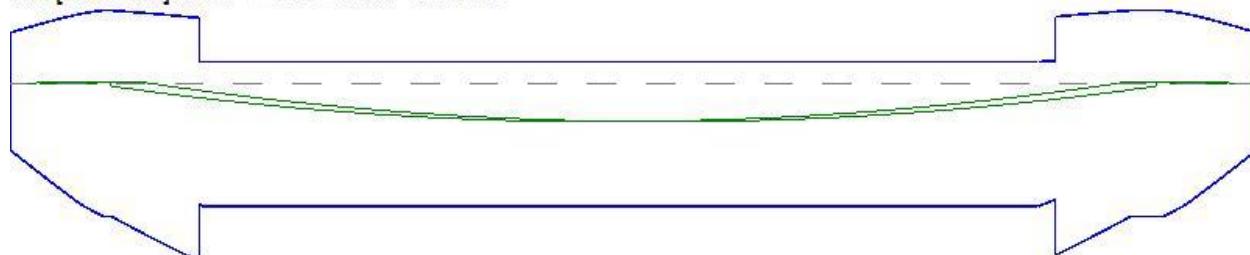
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
9	57.05	-20862	-989721	47.44	Si	(2) - (6)

12	73.83	-20862	-1032117	49.47	Si	(4)
26	150	202589	2497108	12.33	Si	(5)
61	476.35	543257	1740012	3.20	Si	(3) - (7)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-20862 max=543257



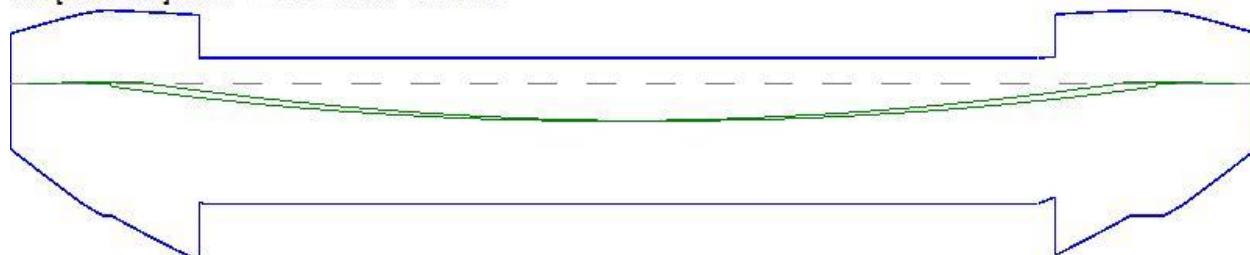
Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
26	150	202589	2578093	12.73	Si	(5)
62	486.1	543257	1754389	3.23	Si	(3) - (7)
109	892	-20862	-1074702	51.51	Si	(4)
109	892	89318	1929284	21.60	Si	(4)
113	912	-20862	-1074688	51.51	Si	(2)
117	934.95	-20862	-1024327	49.10	Si	(6)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-20862 max=543257



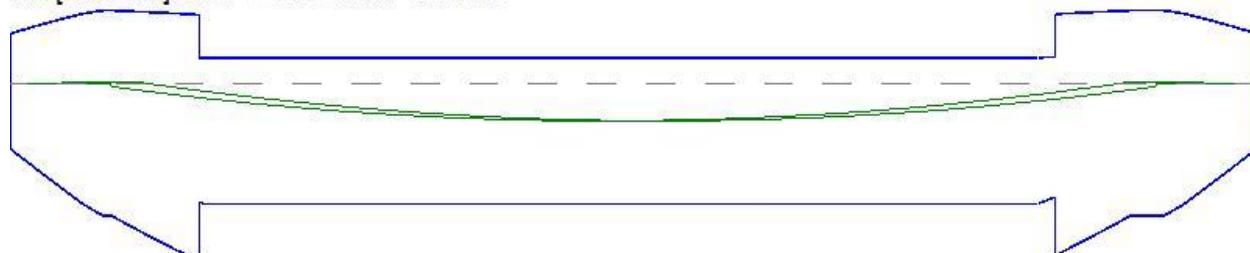
Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
26	150	202589	2577733	12.72	Si	(5)
62	486.1	543257	1754186	3.23	Si	(3) - (7)
109	892	-20862	-1074005	51.48	Si	(4)
109	892	89318	1929136	21.60	Si	(4)
113	912	-20862	-1073972	51.48	Si	(2)
117	934.95	-20862	-1024243	49.10	Si	(6)

(2) = Massimo momento agente negativo, (3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

Mz [daN\*cm]: min=-20862 max=543257



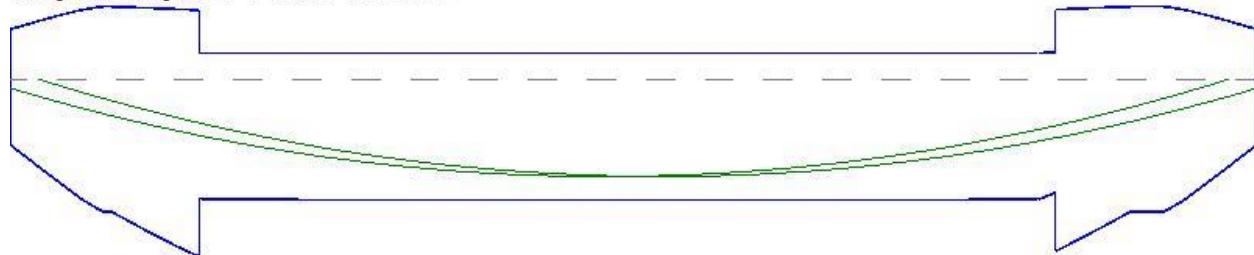
Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-736838	>100	Si	(6)
26	150	814169	2575758	3.16	Si	(5)
61	476.35	1415453	1752791	1.24	Si	(3) - (7)
109	892	614246	1928324	3.14	Si	(4)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

**Mz [daN\*cm]: min=0 max=1415453**



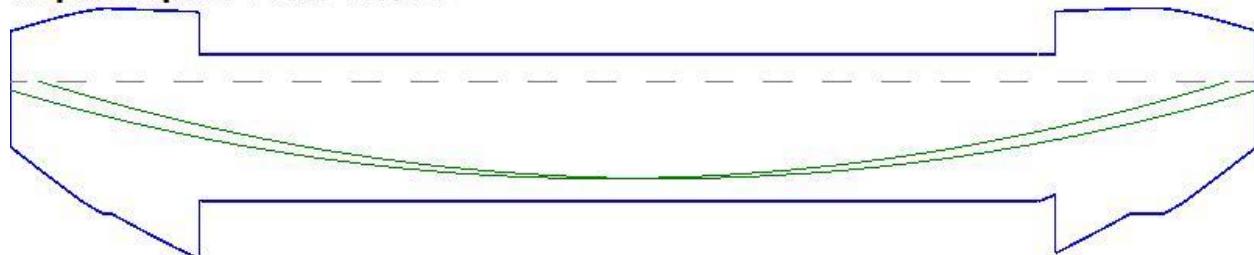
Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Mz agente e resistente.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a momento flettente Mz è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], i momenti sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN\*cm].

Prog.	X	M <sub>sd</sub>	M <sub>rd</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	-736838	>100	Si	(6)
26	150	814169	2574861	3.16	Si	(5)
61	476.35	1415453	1751905	1.24	Si	(3) - (7)
109	892	614246	1927953	3.14	Si	(4)

(3) = Massimo momento agente positivo, (4) = Massimo momento resistente negativo, (5) = Massimo momento resistente positivo, (6) = Minimo rapporto fra momento negativo resistente e sollecitante, (7) = Minimo rapporto fra momento positivo resistente e sollecitante

**Mz [daN\*cm]: min=0 max=1415453**



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU - Mz agente e resistente.

## Taglio.

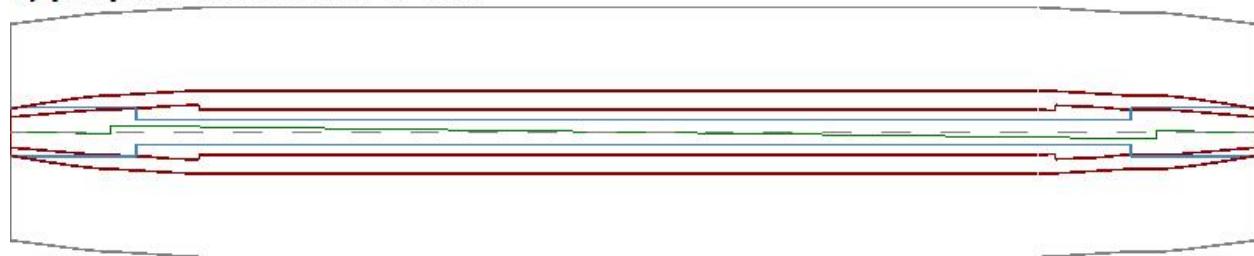
Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd</sub> [(4.1.13)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.24)]	V <sub>rd</sub> [(4.1.20)]	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	6290.5	9575.94	10156.63	1	>100	Si	(4)
14	80	2712.11	9333.5	15089.17	10156.63	1	5.56	Si	(3) - (7)
30	169.14	2130.95	9248.62	17195.21	5078.32	1	8.07	Si	(5)
112	912	-2712.11	9333.5	15089.17	10156.63	1	5.56	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

**Vy [daN]: min=-2712.11 max=2712.11**



Step 1) Taglio cavi pretesi - Caso 1) SLU - Vy agente e resistente.

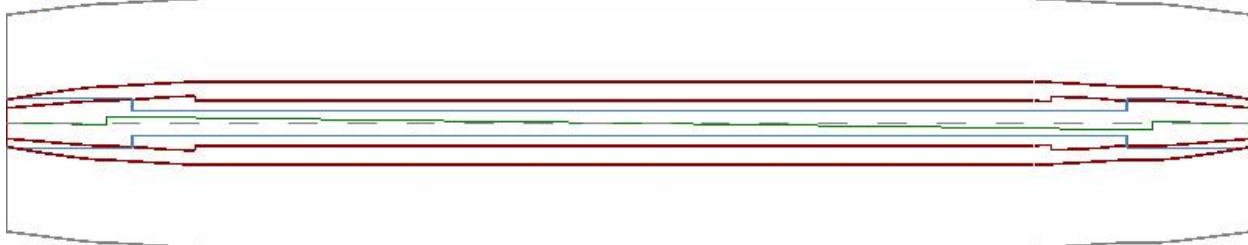
Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd [(4.1.13)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.24)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.20)]</sub>	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	6290.5	9575.94	10156.63	1	>100	Si	(4)
14	80	2712.11	9288.98	15023.1	10156.63	1	5.54	Si	(3) - (7)
63	496	0	9193.92	17123.98	5078.32	1	>100	Si	(5)
112	912	-2712.11	9298.72	15037.58	10156.63	1	5.54	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-2712.11 max=2712.11



Step 2) Stoccaggio - Caso 3) SLU - Vy agente e resistente.

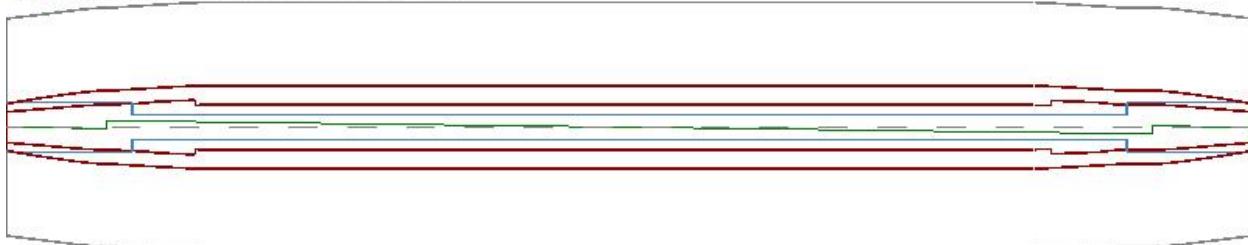
Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd [(4.1.13)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.24)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.20)]</sub>	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	0	6290.5	9575.94	10156.63	1	>100	Si	(4)
14	80	2712.11	9244.46	14956.75	10156.63	1	5.51	Si	(3) - (7)
63	496	0	9139.22	17052.46	5078.32	1	>100	Si	(5)
112	912	-2712.11	9263.94	14985.81	10156.63	1	5.53	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-2712.11 max=2712.11



Step 3) Trasporto - Caso 5) SLU - Vy agente e resistente.

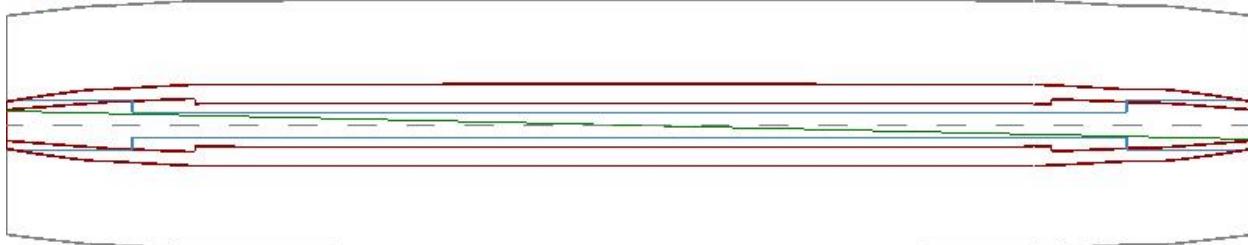
Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	V <sub>sd</sub>	V <sub>rd [(4.1.13)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.24)]</sub>	V <sub>rd [(4.1.20)]</sub>	ctgθ <sub>[(4.1.16)]</sub>	R/S	Ver.	Note
1	0	5707.47	6290.5	9575.94	10156.63	1	1.78	Si	(3) - (4) - (7)
63	496	0	8838.38	16653.6	5078.32	1	>100	Si	(5)
125	992	-5707.47	6290.5	9575.94	10156.63	1	1.78	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

Vy [daN]: min=-5707.47 max=5707.47



Step 4) In Opera a tempo determinato - Caso 7) SLU - Vy agente e resistente.

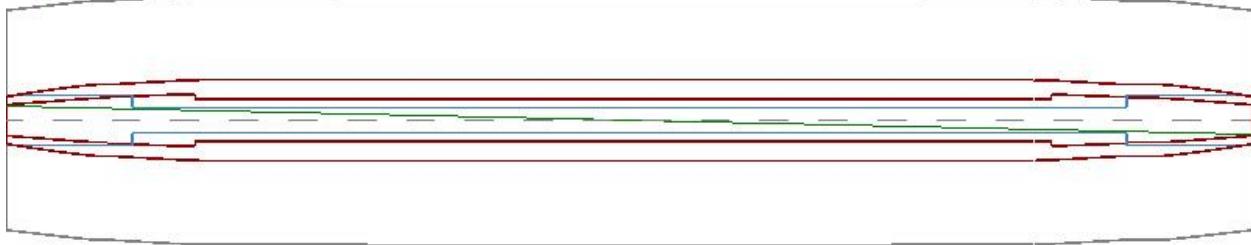
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLU a taglio Vy è riassunta di seguito.

Le coordinate X sono espresse in [cm], gli sforzi di taglio sollecitanti e resistenti sono espressi in [daN].

Prog.	X	$V_{sd}$	$V_{rd} [4.1.13]$	$V_{rd} [4.1.24]$	$V_{rd} [4.1.20]$	$\operatorname{ctg}\theta [4.1.16]$	R/S	Ver.	Note
1	0	5707.47	6290.5	9575.94	10156.63	1	1.78	Si	(3) - (4) - (7)
63	496	0	8701.63	16469.1	5078.32	1	>100	Si	(5)
125	992	-5707.47	6290.5	9575.94	10156.63	1	1.78	Si	(2) - (6)

(2) = Massimo taglio agente negativo, (3) = Massimo taglio agente positivo, (4) = Minimo taglio resistente, (5) = Massimo taglio resistente, (6) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante negativo, (7) = Minimo rapporto fra taglio resistente e sollecitante positivo

**$V_y$  [daN]: min=-5707.47 max=5707.47**



Step 5) In Opera a tempo infinito - Caso 11) SLU -  $V_y$  agente e resistente.

### Verifiche a SLE.

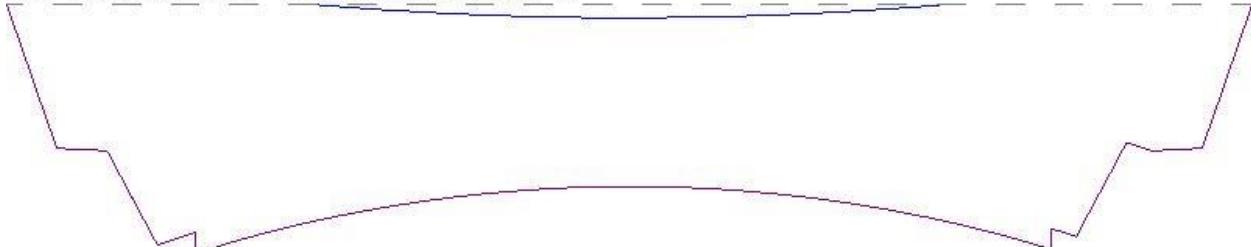
## Tensioni nel cls della trave, combinazione Rara.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -255.64 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
27	150	-163.65	0	Si	(2) - (6)
63	496	-119.36	-8.8	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**$S_{cls}$  [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-163.65(-255.64) max=0**



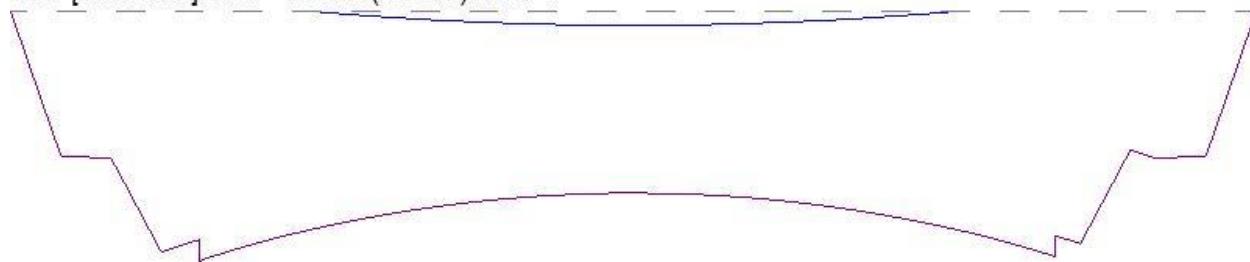
Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
27	150	-161.05	0	Si	(2) - (6)
63	496	-117.21	-8.97	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-161.05(-273.9) max=0**



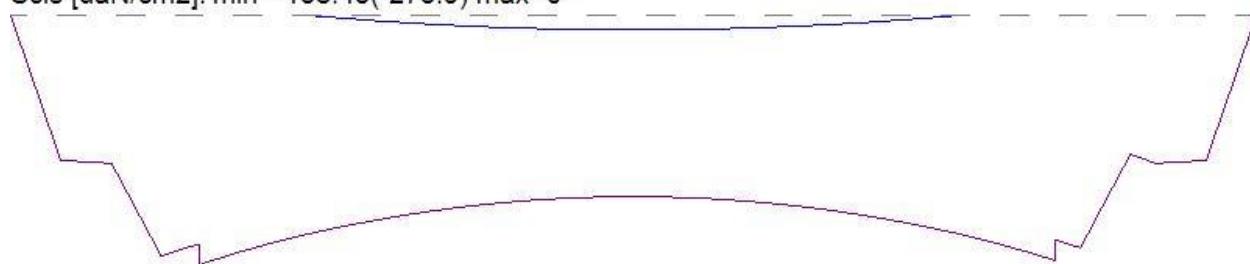
Step 2) Stoccaggio - tensioni nel cls ai letti superiore ed inferiore.

Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
27	150	-158.45	0	Si	(2) - (6)
63	496	-115.06	-9.14	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-158.45(-273.9) max=0**



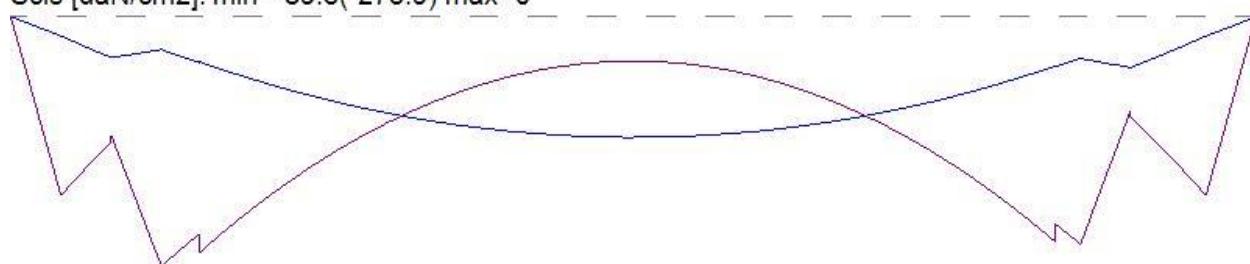
Step 3) Trasporto - tensioni nel cls ai letti superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
21	120	-89.3	-11.88	Si	(2) - (6)
63	496	-15.97	-43.29	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scls [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-89.3(-273.9) max=0**



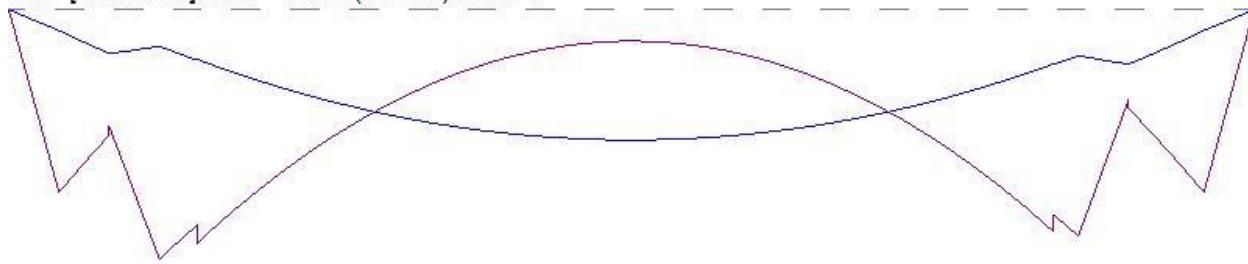
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai letti superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di compressione massima ammessa è -273.9 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(-)}_{cls,inf.}$	$\sigma^{(-)}_{cls,sup.}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
21	120	-83.52	-12.31	Si	(2) - (6)
63	496	-10.6	-43.71	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

$\text{Sc}_{\text{cls}} [\text{daN/cm}^2]$ : min=-83.52(-273.9) max=0



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

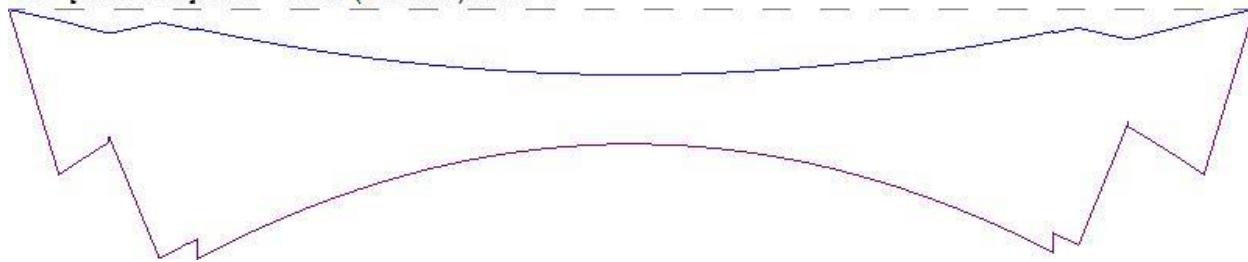
## Tensioni nel cls della trave, combinazione Quasi Permanente.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in  $[\text{daN}/\text{cm}^2]$ . La tensione di compressione massima ammessa è  $-205.43 \text{ [daN}/\text{cm}^2]$ .

Prog.	X	$\sigma^{(\cdot)}_{\text{cls},\text{inf.}}$	$\sigma^{(\cdot)}_{\text{cls},\text{sup.}}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
27	150	-105.7	-8.21	Si	(2) - (6)
63	496	-57.02	-27.66	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

$\text{Sc}_{\text{cls}} [\text{daN}/\text{cm}^2]$ : min=-105.7(-205.43) max=0



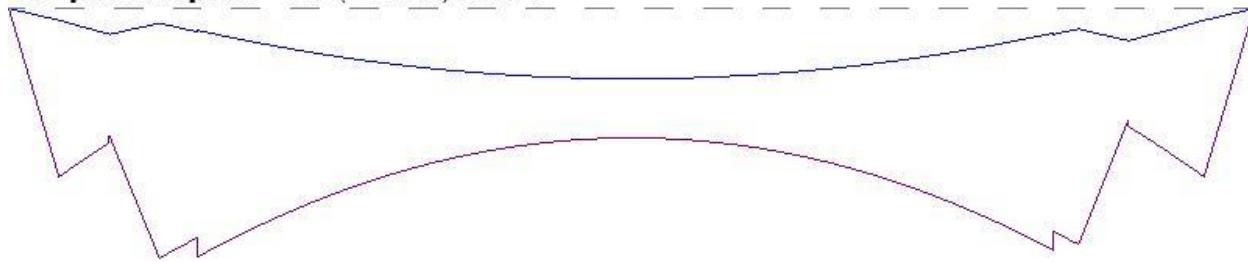
Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in  $[\text{daN}/\text{cm}^2]$ . La tensione di compressione massima ammessa è  $-205.43 \text{ [daN}/\text{cm}^2]$ .

Prog.	X	$\sigma^{(\cdot)}_{\text{cls},\text{inf.}}$	$\sigma^{(\cdot)}_{\text{cls},\text{sup.}}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
21	120	-99.6	-5.94	Si	(2) - (6)
63	496	-51.65	-28.08	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

$\text{Sc}_{\text{cls}} [\text{daN}/\text{cm}^2]$ : min=-99.6(-205.43) max=0



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

## Tensioni nei cavi, combinazione Rara.

Per lo "step" 1 (Taglio Cavi - Taglio cavi pretesi), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate

X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].  
La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
108	892	14043.79	13960.8	14043.79	Si	(3) - (4) - (5)
120	952	14036.87	13948.88	14036.87	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=14043.79(14880)



Step 1) Taglio cavi pretesi - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 2 (Stoccaggio - Stoccaggio), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
109	892	13886.77	13804.75	13886.77	Si	(3) - (4) - (5)
120	952	13869.19	13782.25	13869.19	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13886.77(14880)



Step 2) Stoccaggio - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

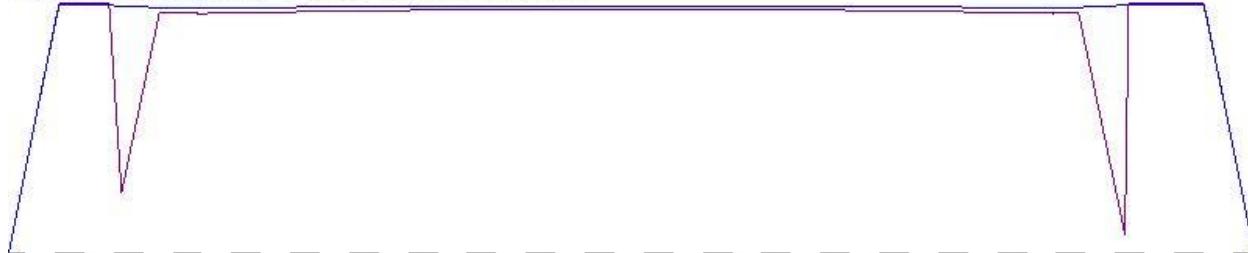
Per lo "step" 3 (Trasporto - Trasporto), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
109	892	13729.74	13648.7	13729.74	Si	(3) - (4) - (5)
120	952	13701.52	13615.62	13701.52	Si	(2)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

### Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=13729.74(14880)



Step 3) Trasporto - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>].

La tensione di trazione massima ammessa è 14880 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
109	892	12950.17	12934.1	12950.17	Si	(2) - (3) - (4) - (5)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=12950.17(14880)**



Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni nei cavi, per la combinazione Rara, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 13360 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma_{p,\max\text{tot.}}$	$\sigma_{p,\max\text{inf.}}$	$\sigma_{p,\max\text{sup.}}$	Ver.	Note
109	892	12557.61	12543.98	12557.61	Si	(2) - (3) - (4) - (5)

(2) = Tensione max. fra tutti i cavi, (3) = Tensione max. cavi inf., (4) = Tensione max. cavi sup., (5) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Scav [daN/cm<sup>2</sup>]: min=0 max=12557.61(13360)**



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nei cavi più prossimi al lembo superiore ed inferiore.

## Tensione per fessurazione, combinazione Quasi Permanente.

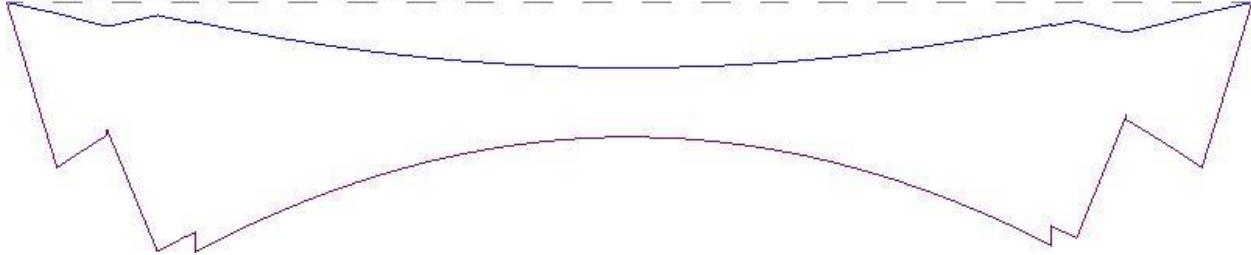
Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Prog.	X	$\sigma^{(+)}_{cls,\text{inf.}}$	$\sigma^{(+)}_{cls,\text{sup.}}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	10	-17.55	-1.21	Si	(6)
27	150	-105.7	-8.21	Si	(2)
63	496	-57.02	-27.66	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

**Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-105.7 max=0(0)**



Step 4) In Opera a tempo determinato - tensioni nel cls ai letti superiori ed inferiori.

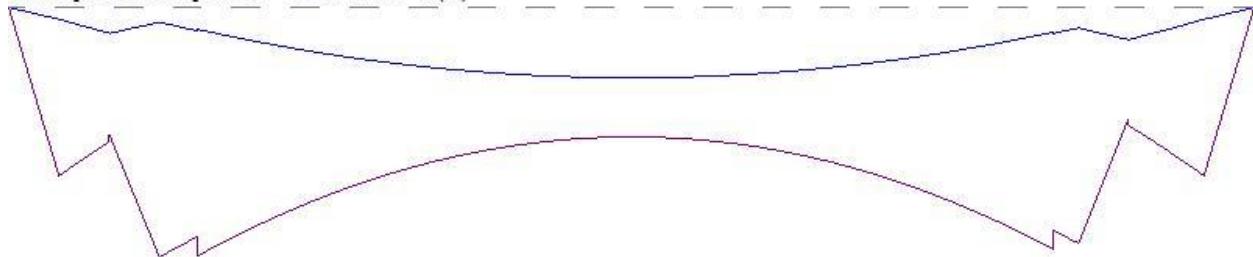
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), la verifica a SLE delle tensioni per fessurazione nel cls della trave, per la combinazione Quasi Permanente, è riassunta di seguito. Le coordinate X sono espresse in [cm], le tensioni agenti e limite sono espresse in [daN/cm<sup>2</sup>]. La tensione di trazione massima ammessa è 0 [daN/cm<sup>2</sup>].

Prog.	X	$\sigma^{(+)}_{cls,\text{inf.}}$	$\sigma^{(+)}_{cls,\text{sup.}}$	Ver.	Note
1	0	0	0	Si	(3) - (5)
2	10	-16.81	-1.22	Si	(6)

21	120	-99.6	-5.94	Si	(2)
63	496	-51.65	-28.08	Si	(4)

(2) = Tensione min. lembo inf., (3) = Tensione max. lembo inf., (4) = Tensione min. lembo sup., (5) = Tensione max. lembo sup., (6) = Minimo rapporto fra tensione limite e agente

Ften [daN/cm<sup>2</sup>]: min=-99.6 max=0(0)



Step 5) In Opera a tempo infinito - tensioni nel cls ai lembi superiore ed inferiore.

## Apertura fessure, combinazione Frequent.

Per lo "step" 4 (In opera. - In Opera a tempo determinato), in combinazione Frequent, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.  
Per lo "step" 5 (In opera - tempo infinito. - In Opera a tempo infinito), in combinazione Frequent, l'apertura delle fessure nel cls della trave è ovunque nulla.