CORH

VOLVO

3

1

26-giu-19

ELENCO MATERIALI
Staffa Tipo 1

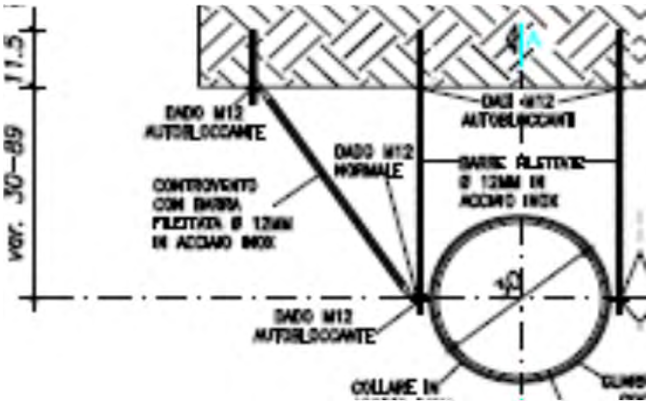
Da :

A : cc.

Attenzione :

- La schematizzazione del programma non permette di modificare il disegno.
- Il calcolo viene effettuato per la sola mensola. Non siamo in grado di valutare eventuali difetti o imperfezioni dovute al montaggio quali ad esempio spanciamenti del tubo, tenuta del tassello nel muro, ecc., per il quale l'utilizzatore deve verificare l'idoneità della struttura proposta.
- I dati riportati per i carichi e le distanze calcolate sono stati forniti dal committente Qualora i valori fossero diversi da quanto riportato, il calcolo deve essere rifatto.
- La tenuta dei tasselli deve essere preventivamente verificata dall'installatore, in quanto non sono note le caratteristiche della parete a cui ancorarsi
- Si raccomanda di verificare la soluzione proposta con il Vostro progetto, le dimensioni e gli ingombri

1) SCHEMA STRUTTURA : Tipo 1 (A - B - C - D - E)



Tubi : N. 1 tubo diam. Esterno 308 mm

Interasse tra 2 fissaggi : 1,5 metri

Materiali da utilizzare per singolo punto

		Prezzo	Q.tà	Pre. Tot
Fissaggio	825X12 Dado esag. AISI 316 M12		6	
	1001 Dado esag. AISI 316 autobloccante		3	
	1002 Barra filett. AISI 316 M12 x 2000		1,5	
	863X5180 Controv. Universale regolabile		2	
Tassello chimico	1000 MOESPE 410cc		0,15	
Collare	6150X308 Collare c/g inox AISI 316 d.308 (30x4 mm)		1	
		TOTALE		**0,00**

Computo totale materiali - 22 punti

	Prezzo	Q.tà	Q.tà tot	Pre. Tot
825X12 Dado esag. AISI 316 M12			140	
1001 Dado esag. AISI 316 autobloccante			70	
1002 Barra filett. AISI 316 M12 x 2000			33	
863X5180 Controv. Universale regolabile			44	
613410 MOESPE 410cc			4	
8074308 Fascetta c/g inox AISI 316 d.308 (30x4 mm)			22	
		TOTALE		

Attenzione : Queste informazioni corrispondono alle nostre attuali conoscenze dell'argomento. Sono offerte esclusivamente per fornire possibili suggerimenti alle Vostre proprie prove. I dati sopra riportati sono dati tipici e sono da utilizzarsi per il miglior impiego dei nostri prodotti, tuttavia sono da considerarsi come valori medi senza nessun impegno da parte nostra; non danno pertanto nessuna garanzia contrattuale. Queste informazioni possono essere soggette a revisione in ogni momento a seconda di nuove esperienze e conoscenze che diventano disponibili. Dati tecnici, consigli e raccomandazioni in questa scheda sono stati sviluppati da test che si crede siano affidabili. La pubblicazione di queste informazioni tuttavia non costituisce garanzia.
Dal momento che la CORH Srl non conosce le condizioni d'uso e di installazione del materiale, non può fornire alcuna garanzia né responsabilità legata all'uso di queste informazioni.
L'utilizzatore si assume tutta la responsabilità per determinare l'idoneità del prodotto per il Suo uso.
L'unico obbligo della CORH Srl è quello di sostituire il prodotto che sia provato essere difettoso.

CORH Srl - Via Vittorio Veneto 63 - 12030 Caramagna Piemonte (CN)
Tel. (0172) 829703 - 829900 / Fax (0172) 89070 **Web : www.corh.it**

15-lug-19

CALCOLO STATICO STRUTTURA
elenco materiali, Mensola Tipo 2

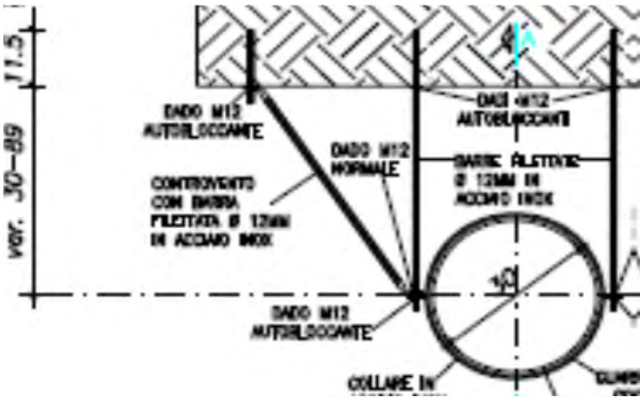
Da :

A : cc.

Attenzione :

- La schematizzazione del programma non permette di modificare il disegno.
- Il calcolo viene effettuato per la sola mensola. Non siamo in grado di valutare eventuali difetti o imperfezioni dovute al montaggio quali ad esempio spanciamenti del tubo, tenuta del tassello nel muro, ecc., per il quale l'utilizzatore deve verificare l'idoneità della struttura proposta.
- I dati riportati per i carichi e le distanze calcolate sono stati forniti dal committente Qualora i valori fossero diversi da quanto riportato, il calcolo deve essere rifatto.
- La tenuta dei tasselli deve essere preventivamente verificata dall'installatore, in quanto non sono note le caratteristiche della parete a cui ancorarsi
- Si raccomanda di verificare la soluzione proposta con il Vostro progetto, le dimensioni e gli ingombri

1) SCHEMA STRUTTURA : Lunghezza da 30 a 102 cm

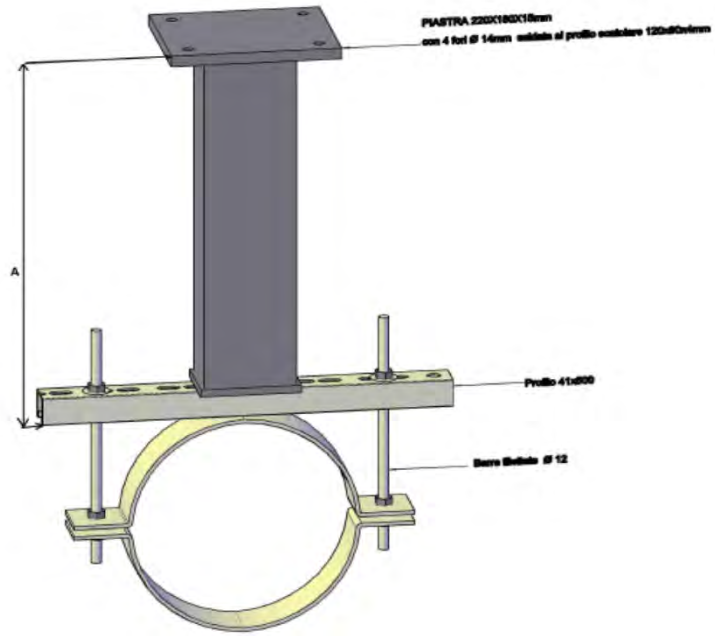


Tubi : N. 1 tubo diam. Esterno 308 mm

Interasse tra 2 fissaggi : 2 metri

Materiali da utilizzare per singolo punto - 20 punti				
		Prezzo	Q.tà	Pre. Tot
Fissaggio	825X12 Dado esag. AISI 316 M12		6	
	1001 Dado esag. AISI 316 autobloccante		3	
	611X12 Barra filett. AISI 316 M12 x 1000		3	
	863X5180 Controv. Universale regolabile		2	
Tassello chimico	1000 MOH410 410cc		0,15	
Collare	6150X308 Collare c/g inox AISI 316 d.308 (30x3 mm)		1	
		TOTALE		**0,00**

2) SCHEMA STRUTTURA - Staffaggio Tipo 2, lunghezza da 103 a 220 cm



Tubi N. 1 tubo PRFV Diam.esterno 308

Interasse : Max 2000 mm

CALCOLO STRUTTURA
N.A.

Materiali da utilizzare per singolo punto - 76 punti				
		Prezzo	Q.tà	Totale
Mensola	1006 Mensola Zincata a caldo A=1500		1	
	Piastra 220x180x15mm, scat. 120x80x4mm			
Tassello chimico	1000 MOH410 410cc		0,15	
	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		0,75	
	825X12 Dado inox 316 M12		4	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		4	
Collari	8074308 Fascette c/gomma Inox 316 d308		1	
Fissaggio collari	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		1	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		2	
	825X12 Dado inox 316 M12		6	
	901X512 Rondella Inox 316 foro diam. 13		2	
		T O T A L E		**0,00**

Cod. 1006 Mensola zinc. a caldo	
A [cm]	N°
90	6
110	5
130	35
150	12
170	14
190	4

COMPUTO TOTALE MATERIALI - Tutte le zone				
	Prezzo	Q.tà	Q.tà tot.	Totale
1000 MOH410 410cc			15	
1001 Dado esag. AISI 316 autobloccante			60	
611X12 Barra filett. AISI 316 M12 x 1000			193	
8074308 Fascette c/gomma Inox 316 d308			96	
825X12 Dado esag. AISI 316 M12			880	
861X12 Dado sciv. Inox 316 M12			152	
863X5180 Controv. Universale regolabile			40	
901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13			304	
901X512 Rondella Inox 316 foro diam. 13			152	
Piastra 220x180x15mm, scat. 120x80x4mm				
1006 Mensola Zincata a caldo A=90 cm			6	
1006 Mensola Zincata a caldo A=110 cm			5	
1006 Mensola Zincata a caldo A=130 cm			35	
1006 Mensola Zincata a caldo A=150 cm			12	
1006 Mensola Zincata a caldo A=170 cm			14	
1006 Mensola Zincata a caldo A=190 cm			4	
		T O T A L E		**0,00**

Attenzione : Queste informazioni corrispondono alle nostre attuali conoscenze dell'argomento. Sono offerte esclusivamente per fornire possibili suggerimenti alle Vostre proprie prove. I dati sopra riportati sono dati tipici e sono da utilizzarsi per il miglior impiego dei nostri prodotti, tuttavia sono da considerarsi come valori medi senza nessun impegno da parte nostra; non danno pertanto nessuna garanzia contrattuale. Queste informazioni possono essere soggette a revisione in ogni momento a seconda di nuove esperienze e conoscenze che diventano disponibili. Dati tecnici, consigli e raccomandazioni in questa scheda sono stati sviluppati da test che si crede siano affidabili. La pubblicazione di queste informazioni tuttavia non costituisce garanzia.
Dal momento che la CORH Srl non conosce le condizioni d'uso e di installazione del materiale, non può fornire alcuna garanzia né responsabilità legata all'uso di queste informazioni.
L'utilizzatore si assume tutta la responsabilità per determinare l'idoneità del prodotto per il Suo uso.
L'unico obbligo della CORH Srl è quello di sostituire il prodotto che sia provato essere difettoso.

CORH Srl - Via Vittorio Veneto 63 - 12030 Caramagna Piemonte (CN)
Tel. (0172) 829703 - 829900 / Fax (0172) 89070 **Web : www.corh.it**

09-lug-19

CALCOLO STATICO STRUTTURA
elenco materiali e preventivo
mensola 3A-3B, 4, 5

Da :

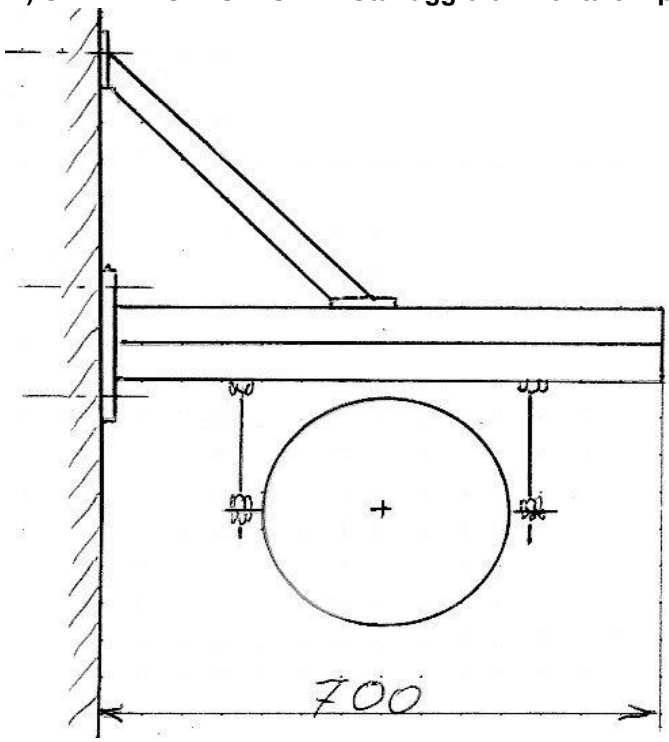
A :

cc.

Attenzione :

- La schematizzazione del programma non permette di modificare il disegno.
- Il calcolo viene effettuato per la sola mensola. Non siamo in grado di valutare eventuali difetti o imperfezioni dovute al montaggio quali ad esempio spanciamenti del tubo, tenuta del tassello nel muro, ecc., per il quale l'utilizzatore deve verificare l'idoneità della struttura proposta.
- I dati riportati per i carichi e le distanze calcolate sono stati forniti dal committente Qualora i valori fossero diversi da quanto riportato, il calcolo deve essere rifatto.
- La tenuta dei tasselli deve essere preventivamente verificata dall'installatore, in quanto non sono note le caratteristiche della parete a cui ancorarsi
- Si raccomanda di verificare la soluzione proposta con il Vostro progetto, le dimensioni e gli ingombri

1) SCHEMA STRUTTURA - Staffaggio orizzontale Tipo 3A e 3B



Tubi N. 1 tubo PRFV Diam.esterno 308
N. 1 tubo PRFV Diam.esterno 411

Interasse : Max 2000 mm

CALCOLO STRUTTURA
Vedere allegato

Materiali da utilizzare per singolo punto 3A - DE 308 - 52 punti				
		Prezzo	Q.tà	Totale
Mensola	8692750 STRUT Mensola 41x(2x41)x2,5		1	
	L=700 mm, piastra 150x150x10mm, 4 fori.ZC			
Supporto	8693340 STRUT Supporto mensola Z.C. 340		1	
	903X165 Bullone inox AISI 316 M12x35		1	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		1	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		1	
Tassello chimico	1000 MOH410 410cc		0,15	
	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		0,75	
	825X12 Dado AISI 316 M12		5	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		5	
Collari	8074308 Fascette AISI 316 c/gomma d308		1	
Fissaggio collari	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		1	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		2	
	825X12 Dado inox 316 M12		6	
	901X512 Rondella Inox 316 foro diam. 13		2	
	T O T A L E			**0,00**

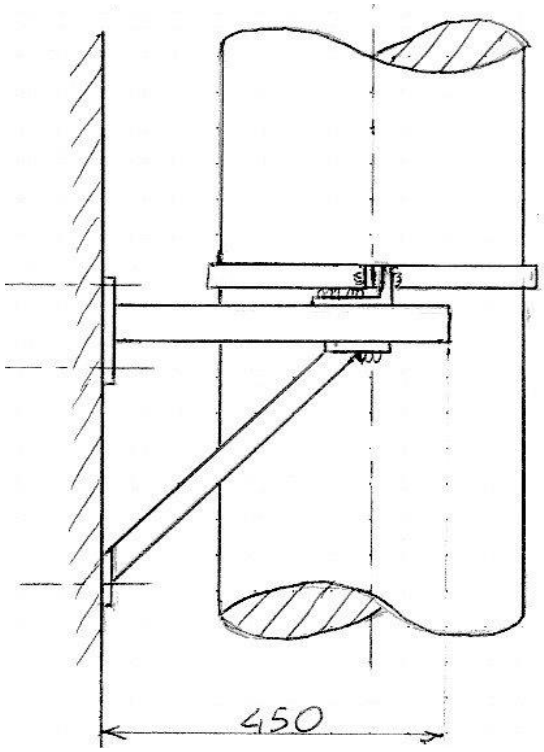
Materiali da utilizzare per singolo punto 3B - DE 411 - 8 punti				
		Prezzo	Q.tà	Totale
Mensola	8692750 STRUT Mensola 41x(2x41)x2,5		1	
	L=700 mm, piastra 150x150x10mm, 4 fori.ZC			
Supporto	8693340 STRUT Supporto mensola Z.C. 340		1	
	903X165 Bullone inox AISI 316 M12x35		1	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		1	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		1	
Tassello chimico	1000 MOH410 410cc		0,15	
	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		0,75	
	825X12 Dado AISI 316 M12		5	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		5	
Collari	8074411 Fascette AISI 316 c/gomma d411		1	
Fissaggio collari	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		1	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		2	
	825X12 Dado inox 316 M12		6	
	901X512 Rondella Inox 316 foro diam. 13		2	
	T O T A L E			**0,00**

2) SCHEMA STRUTTURA - Staffaggio verticale Tipo 4

Tubi N. 1 tubo PRFV Diam.esterno 411

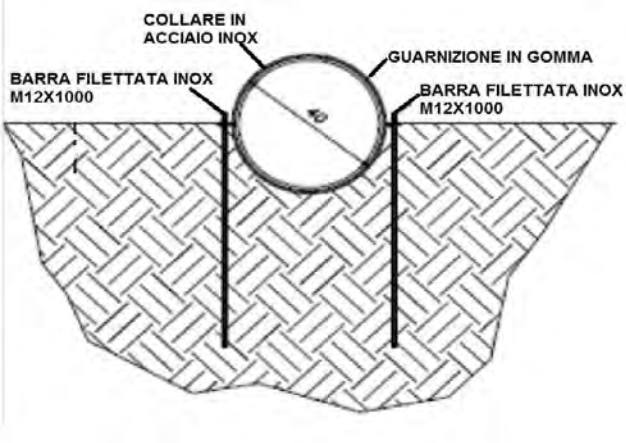
Interasse : 3000 mm

CALCOLO STRUTTURA
N.A.



Materiali da utilizzare per singolo punto verticale - 40 punti				
		Prezzo	Q.tà	Totale
Mensola	975450 Comp. fissaggio vertic.L=450 ZC		1	
Supporto	8693340 STRUT Supporto mensola Z.C. 340		2	
	903X165 Bullone inox AISI 316 M12x35		2	
	861X12 Dado sciv. Inox 316 M12		2	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		2	
Tassello chimico	1000 MOH410 410cc		0,15	
	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		0,75	
	825X12 Dado AISI 316 M12		6	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		6	
Collari	8074411 Fascette AISI 316 c/gomma d411 c/bulloni laterali		1	
	T O T A L E			**0,00**

3) SCHEMA STRUTTURA - Staffaggio a terra Tipo 5



Tubi N. 1 tubo PRFV Diam.esterno 411

Interasse : 1500 mm

CALCOLO STRUTTURA
N.A.

Materiali da utilizzare per singolo punto a terra - 24 punti				
		Prezzo	Q.tà	Totale
Collari	8074411 Fascette AISI 316 c/gomma d411		1	
	611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000		2	
	825X12 Dado AISI 316 M12		4	
	901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13		4	
	T O T A L E			**0,00**

COMPUTO TOTALE MATERIALI - TIPO 3,4,5				
	Prezzo	Q.tà	Q.tà tot.	Totale
8692750 STRUT Mensola 41x(2x41)x2,5			60	
L=700 mm, piastra 150x150x10mm, 4 fori.ZC				
1000 MOH410 410cc			15	
611X12 Barra filettata Inox 316 M12x1000			183	
8074308 Fascette AISI 316 c/gomma d308			52	
8074411 Fascette AISI 316 c/gomma d411			32	
8074411 Fascette AISI 316 c/gomma d411 c/bulloni lat.			40	
825X12 Dado AISI 316 M12			996	
861X12 Dado sciv. Inox 316 M12			260	
8693340 STRUT Supporto mensola Z.C. 340			140	
901X12 Rondella inox 316 foro diam. 13			776	
901X512 Rondella Inox 316 foro diam. 13			120	
903X165 Bullone inox AISI 316 M12x35			140	
975450 Comp. fissaggio vertic.L=450 ZC			40	
		T O T A L E		

<u>Attenzione</u> : Queste informazioni corrispondono alle nostre attuali conoscenze dell'argomento. Sono offerte esclusivamente per fornire possibili suggerimenti alle Vostre proprie prove. I dati sopra riportati sono dati tipici e sono da utilizzarsi per il miglior impiego dei nostri prodotti, tuttavia sono da considerarsi come valori medi senza nessun impegno da parte nostra; non danno pertanto nessuna garanzia contrattuale. Queste informazioni possono essere soggette a revisione in ogni momento a seconda di nuove esperienze e conoscenze che diventano disponibili. Dati tecnici, consigli e raccomandazioni in questa scheda sono stati sviluppati da test che si crede siano affidabili. La pubblicazione di queste informazioni tuttavia non costituisce garanzia.
Dal momento che la CORH Srl non conosce le condizioni d'uso e di installazione del materiale, non può fornire alcuna garanzia né responsabilità legata all'uso di queste informazioni.
L'utilizzatore si assume tutta la responsabilità per determinare l'idoneità del prodotto per il Suo uso.
L'unico obbligo della CORH Srl è quello di sostituire il prodotto che sia provato essere difettoso.

CORH Srl - Via Vittorio Veneto 63 - 12030 Caramagna Piemonte (CN)
Tel. (0172) 829703 - 829900 / Fax (0172) 89070 **Web : www.corh.it**

PROGETTISTA
OPERE STRUTTURALI :

Ing.

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

REGIONE LOMBARDIA

A9 MILANO-COMO-CHIASSO

Interventi di protezione delle pendici tra Prog. Km 36+000 e Km 38+000 e sistemazione idraulica V.tto Terrazze tra Prog. Km 38+274 e Km 38+474

STAFFAGGI VIADOTTO TERRAZZE

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

staffaggio tipo 2

REV:	NOTE:	DATA:
A	Emissione iniziale	18/09/2019

FILE :	RELAZIONE N.:	REV:	SCALA :
	RC 01	A	-

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1 PREMESSA 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 4

4 ANALISI DEI CARICHI 5

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI 7

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo 8

5.2 Condizioni di calcolo 8

5.3 Casi di carico 9

6 VERIFICA PROFILI 10

6.1 Scatolare 120x80x4mm 10

6.2 Mensola sospensione tubo 16

7 VERIFICA COLLEGAMENTI 20

7.1 Ancoranti chimici alla soletta del viadotto 20

7.2 Piastra di collegamento 23

8 DEFORMAZIONI 24

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 2 25

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione di calcolo è la verifica strutturale dello staffaggio da realizzarsi sul viadotto Terrazze, nei pressi di Como (CO). Tale staffaggio è necessario per il sostegno delle nuove tubazioni in PRFV previste nell'ambito della nuova rete di smaltimento acque.

Dal punto di vista strutturale l'opera è realizzata con profili in acciaio INOX e in acciaio S235, a costituire una mensola appesa alla soletta del suddetto viadotto.

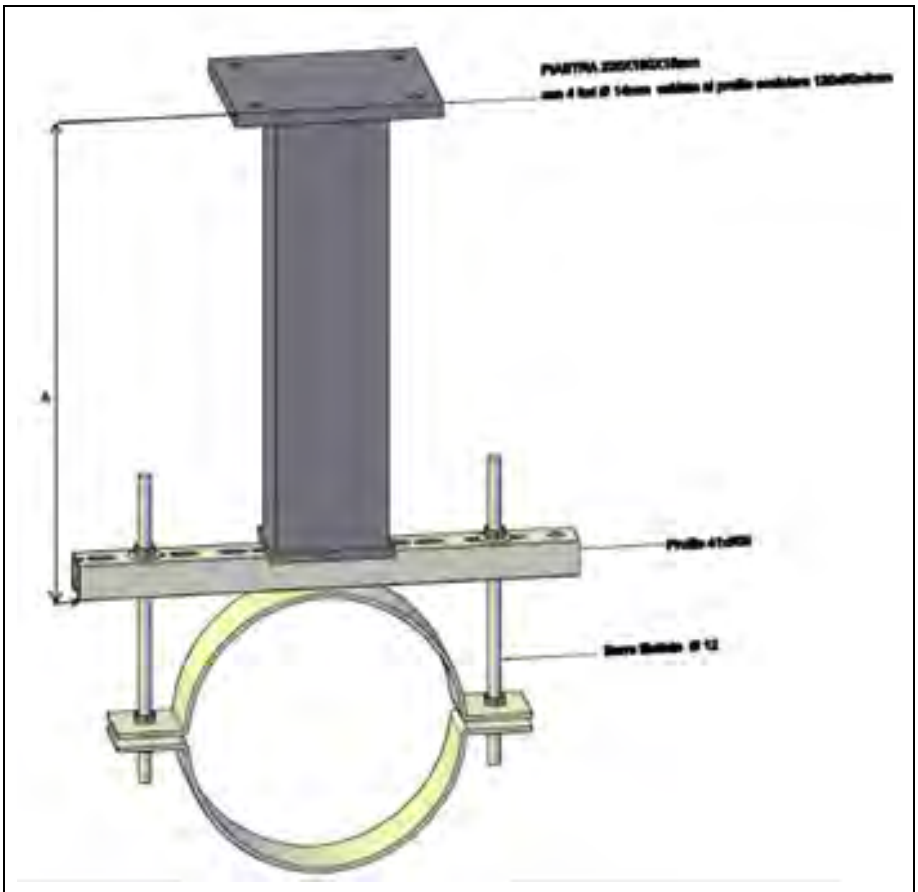


***Figura 1** – Schema staffaggio*

Si utilizza il metodo di calcolo agli stati limite.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata è la seguente:

- **Decreto Ministeriale del 17/01/18 – Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018**
- **Circolare ministero dei LL.PP. del 21/01/2019 n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"**

Le norme tecniche rimandano ad altre normative di comprovata validità, tra cui:

- Decreto Ministeriale del 14/01/08 – Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008
- Decreto ministeriale LL.PP. del 16/01/96 - Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi».
- Circolare ministero dei LL.PP. del 04/07/96 n. 156AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" (D.M. del 16/01/96).
- Decreto Ministeriale LL.PP. del 03/12/87 - Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Decreto ministeriale LL.PP. del 9/01/96 - Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO INOSSIDABILE AISI 316

f_T = 530-680 Mpa

f_y = 240 Mpa **(Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2%)**

E = 200000 Mpa

γ = 8000 kg/m³

ACCIAIO S235

f_T = 360 Mpa

f_y = 235 Mpa

E = 210000 Mpa

γ = 7850 kg/m³

4 ANALISI DEI CARICHI

Questo capitolo è dedicato all'analisi dettagliata dei carichi agenti sulla struttura.

TUBO IN PRFV Ø300 = *82.40* kg/m

Peso tubo = 11.8 kg/m

Acqua = 70,6 kg/m

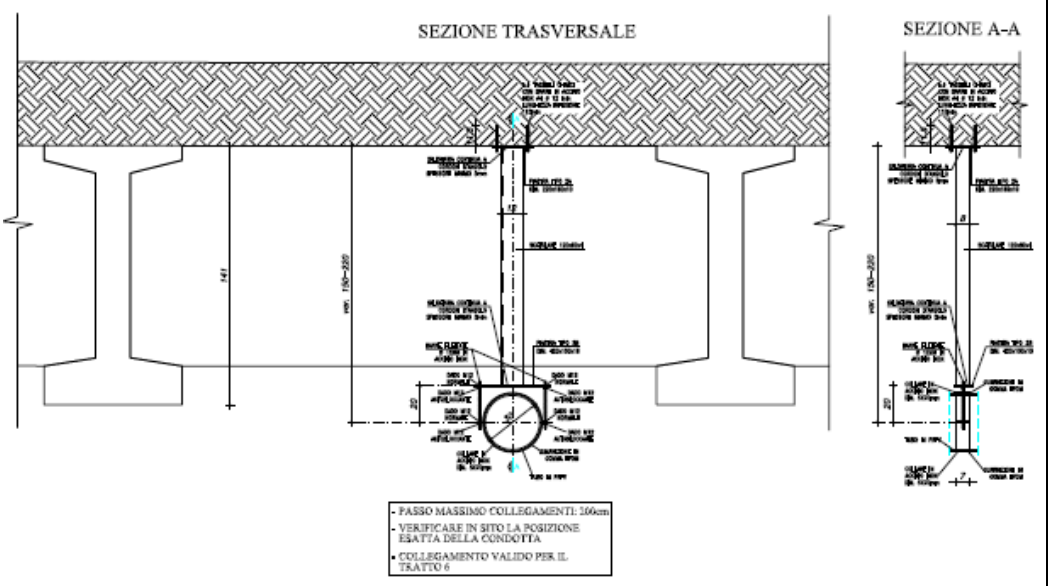


Figura 2 – *Esempio staffaggio tipo 2*

Interasse = 2.00m

$P_{Ø300}$ = 82.40 kg/m × 2.00 m = **166 kg**

VENTO

```
VENTO                    LAVORO : STA_2X
UNITÀ DI MISURA :  M ; KGF/MQ ; M/S

CONVENZIONE DI SEGNO:
(+) COMPRESSIONE
(-) DECOMPRESSIONE

ZONA 1
```

ALTITUDINE: 201
PERIODO DI RITORNO [ANNI]: 50
CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO:C
DISTANZA DALLA COSTA [KM]: >30
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: III

VREF (VELOCITÀ DI RIFERIMENTO) = 25.
QREF (PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO) = 39.83
CD (COEFFICIENTE DINAMICO) = 1.
CF (COEFFICIENTE D' ATTRITO) = .01

z [m]	ce(z) [-]	cp [-]	qr [daN/mq]
1	1.708	1.0	66.70
2	1.708	1.0	66.70
3	1.708	1.0	66.70
4	1.708	1.0	66.70
5	1.708	1.0	66.70
6	1.817	1.0	70.98
7	1.912	1.0	74.67
8	1.995	1.0	77.93
9	2.070	1.0	80.85
10	2.138	1.0	83.51
11	2.200	1.0	85.93
12	2.257	1.0	88.18
13	2.311	1.0	90.26
14	2.360	1.0	92.21
15	2.407	1.0	94.03
16	2.451	1.0	95.76
17	2.493	1.0	97.39
18	2.533	1.0	98.93
19	2.570	1.0	100.41
20	2.606	1.0	101.81

Pressione massima = 101.80daN/mq

Interasse = 2.00m

Superficie investita = 0.47m

P_{Vento} = 101.80 kg/mq × 2.00 m × 0.47 m = **96 kg**

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo: **DOLMENWIN, versione 19/** 2019, prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN S.r.l., con sede in Via Drovetti 9/F – 10138 Torino.

Questa procedura, nata e sviluppata in ambiente UNIX ed ora aggiornata all'ambiente Windows 2000/XP, è stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran, Visual C e Visual Basic.

DOLMENWIN permette l'analisi elastico lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni traslazionali o rotazionali attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra.

I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

DOLMENWIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo

Per la determinazione delle sollecitazioni sui vari elementi strutturali e delle reazioni vincolari è stato fatto ricorso a uno schema bi-dimensionale con vincoli esterni rappresentati da un incastro per la mensola, con quattro cerniere sferiche a rappresentare il vincolo degli ancoraggi alla struttura esistente che costituisce la soletta del viadotto.

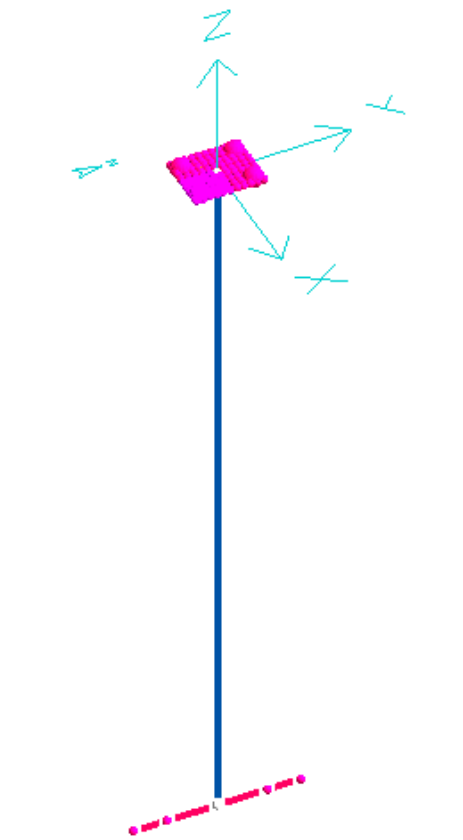


Figura 3 – *Modello di calcolo*

5.2 Condizioni di calcolo

Partendo dall'analisi dei carichi effettuata al capitolo 4, si riportano gli estratti del tabulato di calcolo con le condizioni inserite (n.3).

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      3
  Nome
     1  Peso_proprio_______    N. carichi:   85
```

```
      Lista carichi: 4-88

   2                Tubi   N. carichi:    2
      Lista carichi: 1-2

   3               Vento   N. carichi:    1
      Lista carichi: 3

RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
   1  0.000000E+00  0.000000E+00 -3.223850E+01  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00
   2  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.660000E+02  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00
   3  0.000000E+00  9.600000E+01  0.000000E+00  2.160000E+04  0.000000E+00  0.000000E+00
```

5.3 Casi di carico

Partendo dalle varie condizioni di calcolo, si generano le combinazioni previste dalla normativa

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.6)$$

Si riporta l'estratto del tabulato di calcolo con i casi di carico inseriti :

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	SLU+Vento	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		

3	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
4	ESERCIZIO+Vento	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		

In allegato 1, si riportano i dati del modello di calcolo relativo allo staffaggio tipo 2 le sollecitazioni sui vari elementi, gli spostamenti e le reazioni vincolari.

6 VERIFICA PROFILI

Si riportano le verifiche dei profili a SLU

6.1 Scatolare 120x80x4mm

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE

W_{forte}= 51.51 cm^3 (modulo di resistenza asse forte)

W_{debole}= 40.91 cm^3 (modulo di resistenza asse debole)

A = 15.36 cm^2 (area lorda sezione)

A_V = 9.216 cm^2 (area resistente a taglio per carico parallelo all'altezza del profilo)

A_V = 6.144 cm^2 (area resistente a taglio per carico parallelo alla base del profilo)

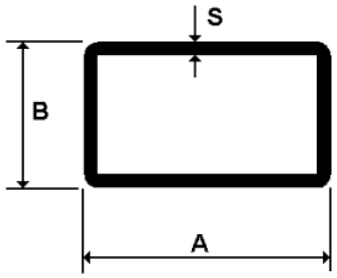


DIAGRAMMA DI MOMENTO FLETTENTE (inviluppo casi di carico SLU)

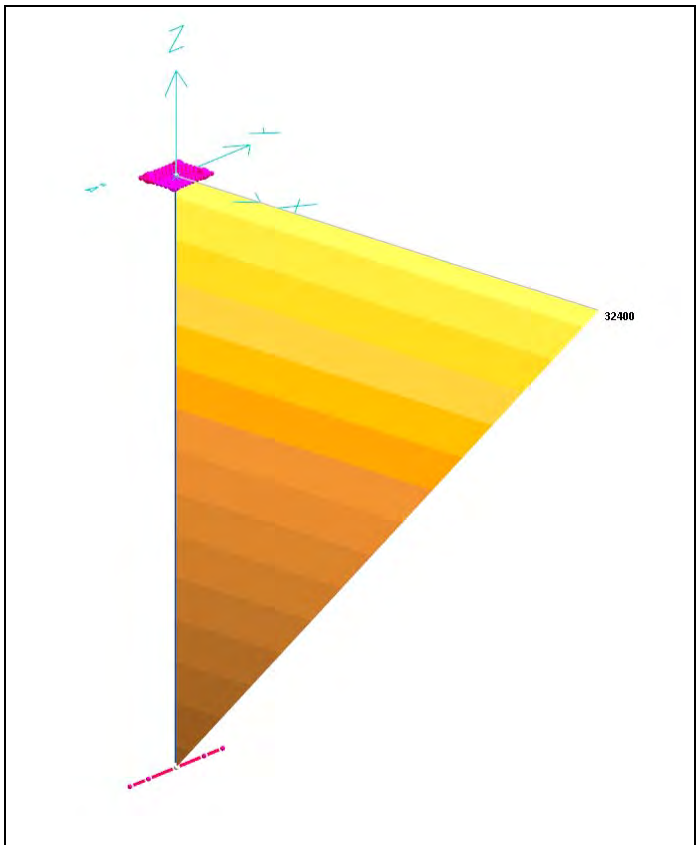


Figura 4 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

M_{SD} = 32400 kgcm

VERIFICA A FLESSIONE MONOASSIALE

Il riferimento è quanto riportato nel NTC2018 (par. 4.2.4.1.2.3)

4.2.4.1.2.3 ***Flessione monoassiale (retta)***

Il momento flettente di progetto M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad [4.2.11]$$

dove la resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ si valuta tenendo conto della presenza di eventuali fori in zona tesa per collegamenti bullonati o chiodati.

La resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 1 e 2;} \qquad [4.2.12]$$

in cui W_{pl} rappresenta il modulo di resistenza plastico della sezione

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 3;} \qquad [4.2.13]$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 4;} \qquad [4.2.14]$$

per le sezioni di classe 3, $W_{el,min}$ è il modulo resistente elastico minimo della sezione in acciaio; per le sezioni di classe 4, invece, il modulo $W_{eff,min}$ è calcolato eliminando le parti della sezione inattive a causa dei fenomeni di instabilità locali, secondo il procedimento esposto in UNI EN1993-1-5, e scegliendo il minore tra i moduli così ottenuti.

$M_{C,RD} = M_{el,RD} = W_{el} \times f_y \ / \ \gamma_{M0}$ dove $f_y = 235$ MPa $= 2350$ kg/cm^2 e $\gamma_{M0} = 1.10$

$M_{RD} = 51.51 \times 2350 / 1.10 = 110044$ kgcm

$M_{RD} = 110044$ kg cm $>$ 32400 kgcm

VERIFICA SODDISFATTA

DIAGRAMMA DI SFORZO ASSIALE (inviluppo casi di carico SLU)

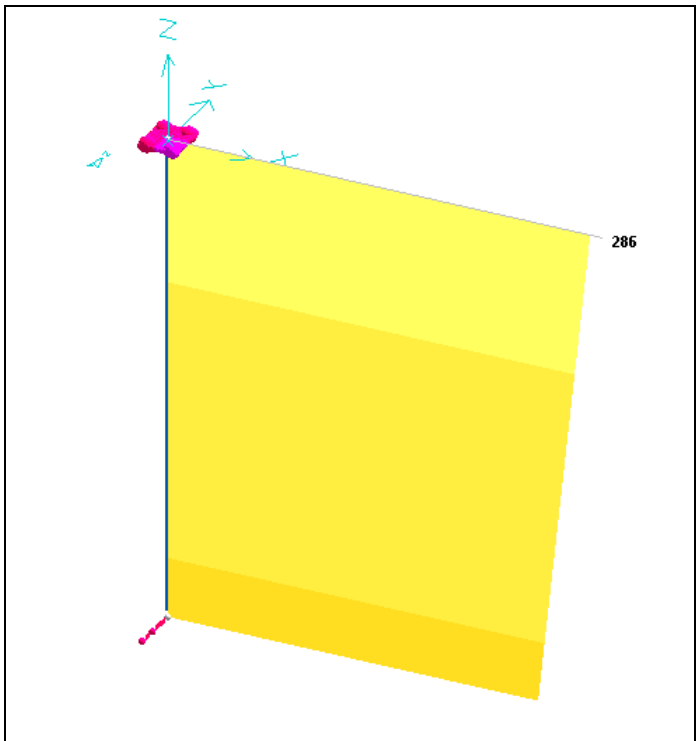


Figura 5 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

N_{SD} = 286 kg

VERIFICA A TRAZIONE

Il riferimento è quanto riportato nel NTC2018 (par. 4.2.4.1.2.1)

4.2.4.1.2.1 *Trazione*

L'azione assiale di progetto N_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \qquad [4.2.5]$$

dove la resistenza di progetto a trazione $N_{t,Rd}$ di membrature con sezioni indebolite da fori per collegamenti bullonati o chiodati deve essere assunta pari al minore dei valori seguenti:

a) la resistenza plastica di progetto della sezione lorda, A,

$$N_{pl,Rd} = \frac{Af_{yk}}{\gamma_{M0}} \qquad [4.2.6]$$

b) la resistenza di progetto a rottura della sezione netta, A_{net}, in corrispondenza dei fori per i collegamenti

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}}. \qquad [4.2.7]$$

Qualora il progetto preveda la gerarchia delle resistenze, come avviene in presenza di azioni sismiche, la resistenza di progetto plastica della sezione lorda, $N_{pl,Rd}$, deve risultare minore della resistenza di progetto a rottura delle sezioni indebolite dai fori per i collegamenti, $N_{u,Rd}$:

$$N_{pl,Rd} \leq N_{u,Rd} \qquad [4.2.8]$$

$N_{pl,RD} = A \times f_y \ / \ \gamma_{M0}$ dove $f_y = 235$ MPa $= 2350$ kg/cm^2 e $\gamma_{M0} = 1.10$

$N_{pl,RD} = 15.36 \times 2350 \ / \ 1.10 = 32815$ kg

$N_{RD} = 32815$ kg $>$ 286 kg

VERIFICA SODDISFATTA

DIAGRAMMA DI TAGLIO (inviluppo casi di carico SLU)

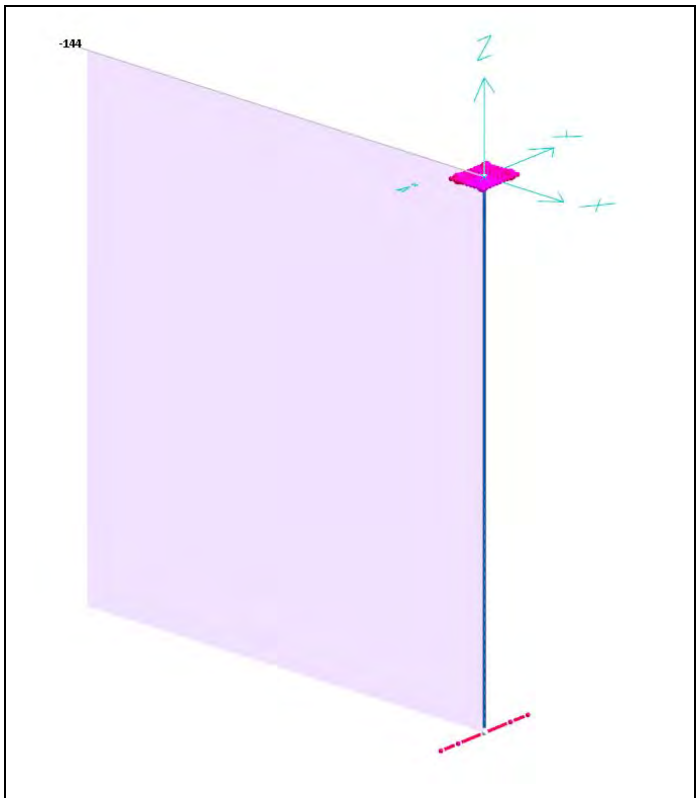


Figura 6 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

V_{SD} = 144 kg

VERIFICA A TAGLIO

$V_{RD} = A_V \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 235 MPa = 2350 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

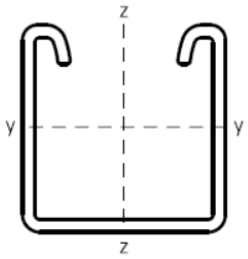
$V_{RD} = 9.216 \times (2350 / \sqrt{3}) / 1.10 = 11367$ kg

$V_{RD} = 11367$ kg > 144 kg

VERIFICA SODDISFATTA

6.2 Mensola sospensione tubo

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE (spessore 2.5mm)



W_{orizz}= 2.97 cm^3 (modulo di resistenza asse perpendicolare alle ali)

W_{vert}= 4.49 cm^3 (modulo di resistenza asse parallelo alle ali)

A = 3.39 cm^2 (area lorda sezione)

DIAGRAMMA DI MOMENTO FLETTENTE (inviluppo casi di carico SLU)

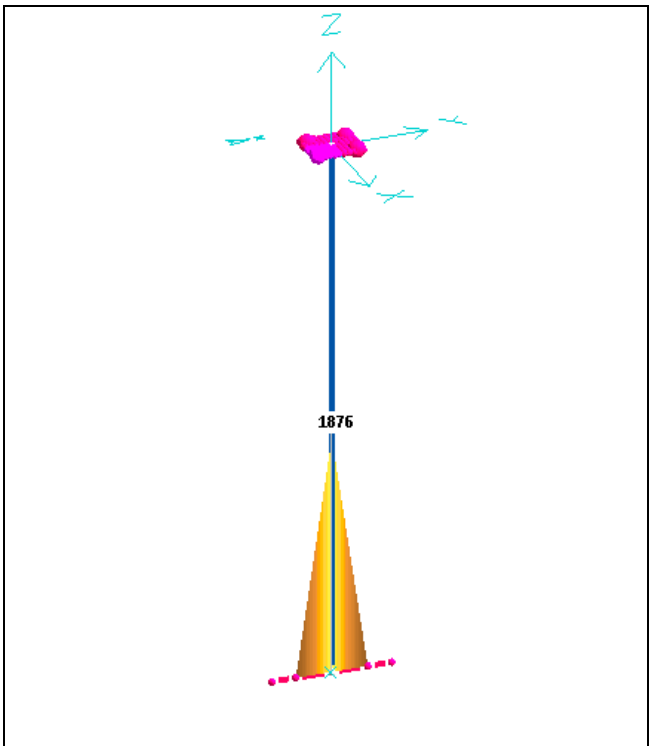


Figura 7 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

M_{SD} = 1876 kgcm

VERIFICA A FLESSIONE MONOASSIALE

Il riferimento è quanto riportato nel NTC2018 (par. 4.2.4.1.2.3)

4.2.4.1.2.3 ***Flessione monoassiale (retta)***

Il momento flettente di progetto M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad [4.2.11]$$

dove la resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ si valuta tenendo conto della presenza di eventuali fori in zona tesa per collegamenti bullonati o chiodati.

La resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 1 e 2;} \qquad [4.2.12]$$

in cui W_{pl} rappresenta il modulo di resistenza plastico della sezione

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 3;} \qquad [4.2.13]$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 4;} \qquad [4.2.14]$$

per le sezioni di classe 3, $W_{el,min}$ è il modulo resistente elastico minimo della sezione in acciaio; per le sezioni di classe 4, invece, il modulo $W_{eff,min}$ è calcolato eliminando le parti della sezione inattive a causa dei fenomeni di instabilità locali, secondo il procedimento esposto in UNI EN1993-1-5, e scegliendo il minore tra i moduli così ottenuti.

$M_{RD} = W_{el} \times f_y \ / \ \gamma_{M0}$ dove $f_y = 240$ MPa $= 2400$ kg/cm^2 e $\gamma_{M0} = 1.10$

$M_{RD} = 2.97 \times 2400 / 1.10 = 6480$ kg cm

$M_{RD} = 6480$ kg cm > 1876 kgcm

VERIFICA SODDISFATTA

DIAGRAMMA DI TAGLIO (inviluppo casi di carico SLU)

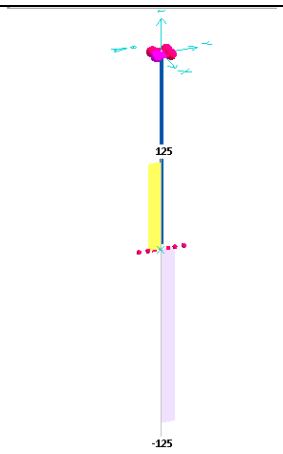


Figura 8 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

V_{SD} = 125 kg

VERIFICA A TAGLIO

$V_{RD} = A_V \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

$V_{RD} = (2 \times 3.5 \times 0.25) \times (2400 / \sqrt{3}) / 1.10 = 2204$ kg

$V_{RD} = 2204$ kg > 125 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7 VERIFICA COLLEGAMENTI

Si riportano le verifiche a SLU, dei collegamenti alla struttura esistente.

7.1 Ancoranti chimici alla soletta del viadotto

Il collegamento della piastra in testa allo scatolato 220x180x15mm al'impalcato esistente del viadotto è realizzato con n.4 ancoranti chimici tipo M12 in acciaio INOX A4-70 con resina INDEX MOH410 o in alternativa con resina FISHER FIS-V. Gli sforzi agenti nel tassello maggiormente sollecitato valgono:

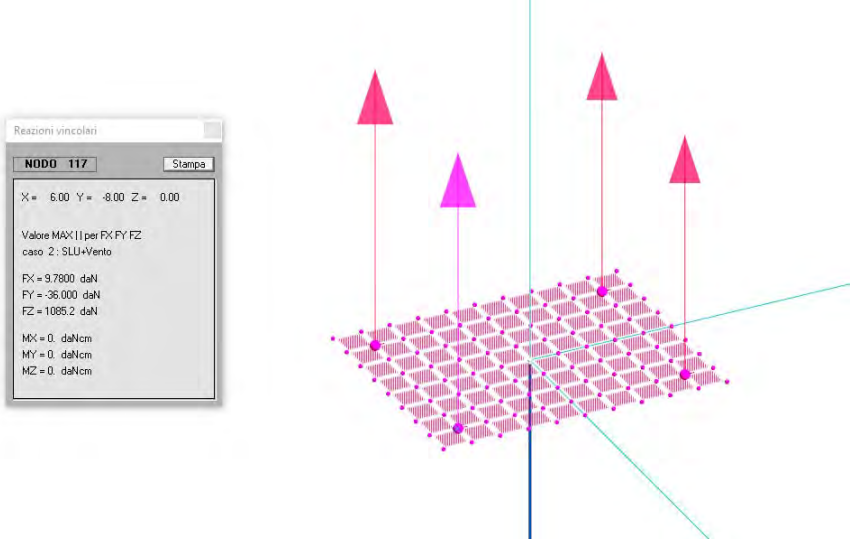


Figura 9 – *Reazioni vincolari in corrispondenza degli ancoranti*

- Trazione $F_{T,SD}$ = 1086 kg
- Taglio risultante $F_{V,SD}$ = 37 kg

Dalla scheda tecnica del ancorante, risulta:

con resina INDEX MOH410

MAXIMUM LOADS RECOMMENDED (when γ_F= 1.4)

CONCRETE CLASS			SIZE			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
NON-CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*8,5*	*13,8*	*20,0*	*37,6*	*58,5*	*84,2*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,1*	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	*65,7*	*80,0*
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*9,77*	*15,41*	*22,18*	*41,35*	*64,66*	*92,86*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,95*	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	*73,72*	*89,74*
CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	--	--
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	--	--

1 KN ≈ 100 kg

The italic font underlined values indicate steel failure; rest indicates pull-out failure.

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1360 kg > 1086 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1200 kg > 37 kg

VERIFICA SODDISFATTA

con resina FISHER FIS-V

CARICHI

Sistema a iniezione FIS V / FIS V-BOND con barre filettate FIS A / RG M (classe A4-70)
Carichi ammissibili massimi per un ancorante singolo[1) 6)] in calcestruzzo C20/25[5)] non fessurato e in foro a rotopercussione
Per la progettazione deve essere consultata la Valutazione Tecnica Europea ETA - 02/0024.

				Calcestruzzo non fessurato																
Tipo	Coppia di serraggio	Interasse minimo	Distanza bordo minima	Carico ammissibile a trazione N_{amm}[3)] [kN] – Profondità di ancoraggio efficace																Carico amm. taglio
	T_{inst} [Nm]	s_{min}[2)] [mm]	c_{min}[2)] [mm]	50 [mm]	60 [mm]	70 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	100 [mm]	120 [mm]	140 [mm]	160 [mm]	200 [mm]	220 [mm]	260 [mm]	300 [mm]	400 [mm]	500 [mm]	600 [mm]	V_{amm}[3) 4)] [kN]
FIS A M 6 (A4)	5	40	40	4,0	**4,8**	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2
FIS A M 8 (A4)	10	40	40	-	7,9	9,2	**9,8**	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	-	-	-	-	-	-	-	5,9
FIS A M 10 (A4)	20	45	45	-	9,9	11,5	13,2	**14,8**	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	-	-	-	-	-	-	9,3
FIS A M 12 (A4)	40	55	55	-	-	13,8	15,8	17,8	**19,7**	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	-	-	-	-	-	13,5
FIS A M 16 (A4)	60	65	65	-	-	-	17,2	20,5	23,9	**28,7**	33,5	38,3	42,1	42,1	42,1	42,1	-	-	-	25,2
FIS A M 20 (A4)	120	85	85	-	-	-	-	20,5	24,0	31,6	39,8	**45,5**	56,8	62,5	65,6	65,6	65,6	-	-	39,4
FIS A M 24 (A4)	150	105	105	-	-	-	-	-	24,0	31,6	39,8	48,7	**64,6**	71,1	84,0	94,6	94,6	-	-	45,2
FIS A M 27 (A4)	200	125	125	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	**75,5**	89,3	103,0	122,9	122,9	-	54,0
FIS A M 30 (A4)	300	140	140	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	78,5	**99,2**	114,4	150,3	150,3	150,3	63,2

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1970 kg > 1086 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1350 kg > 37 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7.2 Piastra di collegamento

Si riporta di seguito anche la verifica della piastra di collegamento.

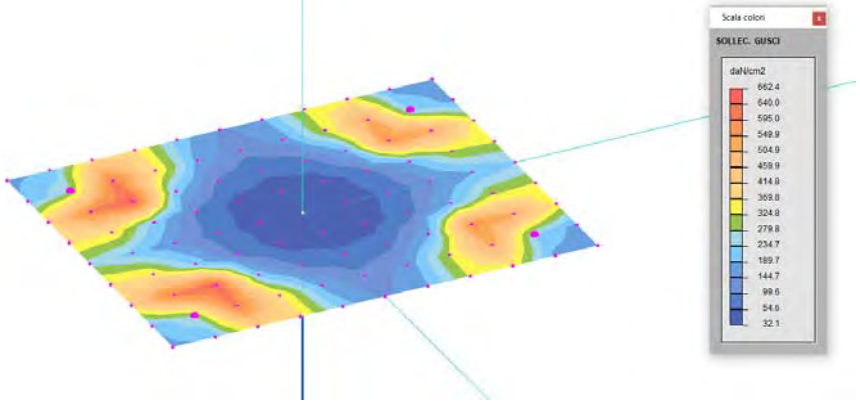


Figura 10 – *Piastra di collegamento*

σ_{max} = 662.4 kg/cmq < σ_{adm} = 2350 kg/cmq

VERIFICA SODDISFATTA

8 DEFORMAZIONI

Si riporta il diagramma degli spostamenti (in combinazione RARA).

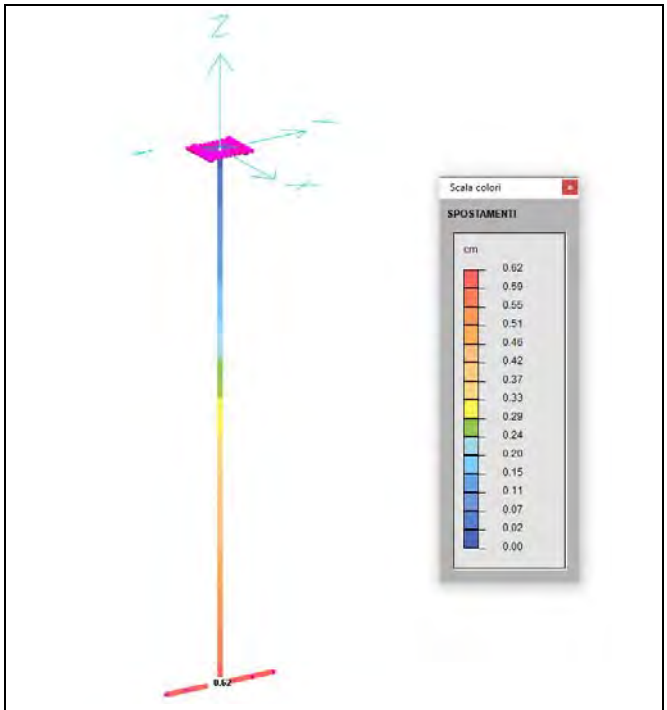


Figura 11 – *Staffaggio tipo 2 (lunghezza braccio 220cm)*

d = 0.62cm

L = 220 cm

La deformazione deve essere inferiore ad 1/400 del doppio dello sbalzo, ovvero :

0.62 cm < 440cm /400cm = 1.10 cm

VERIFICA SODDISFATTA

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 2

DATI STRUTTURA:

```
*** DATI STRUTTURA

Unita` di misura :
LUNGHEZZE        : cm
SUPERFICI        : cm2
DATI SEZIONALI   : cm
ANGOLI           : gradi
FORZE            : daN
MOMENTI          : daNcm
CARICHI LINEARI  : daN/cm
CARICHI SUPERFIC.: daN/cm2
TENSIONI         : daN/cm2
PESI DI VOLUME   : daN/cm3
COEFF. DI WINKLER: daN/cm3
RIGIDEZZE VINCOL.: daN/cm - daNcm/rad


NODI--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=    104
  Nome    Coord. X    Coord. Y    Coord. Z
     1       0.000       0.000       0.000
    21       0.000       0.000    -225.000
    22       0.000     -25.000    -225.000
    23       0.000      25.000    -225.000
    24       0.000     -15.000    -225.000
    25       0.000      15.000    -225.000
    26      -2.000       0.000       0.000
    27      -2.000       2.000       0.000
    28       0.000       2.000       0.000
    29      -4.000       0.000       0.000
    30      -4.000       2.000       0.000
    31       2.000       2.000       0.000
    32       2.000       0.000       0.000
    33       4.000       2.000       0.000
    34       4.000       0.000       0.000
    35       6.000       2.000       0.000
    36       6.000       0.000       0.000
    37       8.000       2.000       0.000
    38       8.000       0.000       0.000
    39      -6.000       0.000       0.000
    40      -6.000       2.000       0.000
    41      -8.000       0.000       0.000
    42      -8.000       2.000       0.000
    43      -8.000       4.000       0.000
    44      -6.000       4.000       0.000
    45      -4.000       4.000       0.000
    46      -2.000       4.000       0.000
    47       0.000       4.000       0.000
    48       2.000       4.000       0.000
    49       4.000       4.000       0.000
    50       6.000       4.000       0.000
    51       8.000       4.000       0.000
    52       6.000       6.000       0.000
    53       8.000       6.000       0.000
    54       4.000       6.000       0.000
    55       2.000       6.000       0.000
    56       0.000       6.000       0.000
    57      -4.000       6.000       0.000
    58      -2.000       6.000       0.000
    59      -6.000       6.000       0.000
    60      -8.000       6.000       0.000
    61      -8.000       8.000       0.000
    62      -6.000       8.000       0.000
    63      -4.000       8.000       0.000
    64      -2.000       8.000       0.000
    65       0.000       8.000       0.000
    66       2.000       8.000       0.000
    67       4.000       8.000       0.000
    68       6.000       8.000       0.000
    69       8.000       8.000       0.000
    70       6.000      10.000       0.000
    71       8.000      10.000       0.000
    72       4.000      10.000       0.000
    73       2.000      10.000       0.000
    74       0.000      10.000       0.000
    75      -2.000      10.000       0.000
    76      -4.000      10.000       0.000
```

77	-6.000	10.000	0.000
78	-8.000	10.000	0.000
79	-8.000	-2.000	0.000
80	-6.000	-2.000	0.000
81	-8.000	-4.000	0.000
82	-6.000	-4.000	0.000
83	-8.000	-6.000	0.000
84	-6.000	-6.000	0.000
85	-8.000	-8.000	0.000
86	-6.000	-8.000	0.000
87	-8.000	-10.000	0.000
88	-6.000	-10.000	0.000
89	-4.000	-2.000	0.000
90	-4.000	-4.000	0.000
91	-4.000	-6.000	0.000
92	-4.000	-8.000	0.000
93	-4.000	-10.000	0.000
94	-2.000	-2.000	0.000
95	-2.000	-4.000	0.000
96	-2.000	-6.000	0.000
97	-2.000	-8.000	0.000
98	-2.000	-10.000	0.000
99	0.000	-2.000	0.000
100	0.000	-4.000	0.000
101	0.000	-6.000	0.000
102	0.000	-8.000	0.000
103	0.000	-10.000	0.000
104	2.000	-2.000	0.000
105	2.000	-4.000	0.000
106	2.000	-6.000	0.000
107	2.000	-8.000	0.000
108	2.000	-10.000	0.000
109	4.000	-2.000	0.000
110	4.000	-4.000	0.000
111	4.000	-6.000	0.000
112	4.000	-8.000	0.000
113	4.000	-10.000	0.000
114	6.000	-2.000	0.000
115	6.000	-4.000	0.000
116	6.000	-6.000	0.000
117	6.000	-8.000	0.000
118	6.000	-10.000	0.000
119	8.000	-2.000	0.000
120	8.000	-4.000	0.000
121	8.000	-6.000	0.000
122	8.000	-8.000	0.000
123	8.000	-10.000	0.000

ASTE--|----------|----------|----------|----------|----------|num.= 13

Nome	Proprieta`	Nodo iniz.	Nodo fin.	Rilasci in.	Rilasci fin.	Orient.
19	5	21	1			0.0
20	6	22	24			180.0
21	6	21	25			180.0
22	6	24	21			180.0
23	6	25	23			180.0
24	4	1	57			0.0
25	4	29	1			0.0
26	4	91	1			0.0
27	4	111	1			0.0
28	4	101	1			0.0
29	4	1	34			0.0
30	4	1	54			0.0
31	4	1	56			0.0

GUSCI RETTANGOLARI|----------|----------|----------|----------|num.= 80

Nome	Proprieta`	Nodo 1	Nodo 2	Nodo 3	Nodo 4
1	1	26	27	28	1
2	1	29	30	27	26
3	1	1	28	31	32
4	1	32	31	33	34
5	1	34	33	35	36
7	1	36	35	37	38
8	1	39	40	30	29
9	1	41	42	40	39
10	1	42	43	44	40
11	1	40	44	45	30
12	1	30	45	46	27
13	1	27	46	47	28
14	1	28	47	48	31

15	1	31	48	49	33
16	1	33	49	50	35
17	1	35	50	51	37
18	1	50	52	53	51
19	1	49	54	52	50
20	1	48	55	54	49
21	1	47	56	55	48
22	1	45	57	58	46
23	1	46	58	56	47
24	1	44	59	57	45
25	1	43	60	59	44
26	1	60	61	62	59
27	1	59	62	63	57
28	1	57	63	64	58
29	1	58	64	65	56
30	1	56	65	66	55
31	1	55	66	67	54
32	1	54	67	68	52
33	1	52	68	69	53
34	1	68	70	71	69
35	1	67	72	70	68
36	1	66	73	72	67
37	1	65	74	73	66
38	1	64	75	74	65
39	1	63	76	75	64
40	1	62	77	76	63
41	1	61	78	77	62
42	1	79	41	39	80
43	1	81	79	80	82
44	1	83	81	82	84
45	1	85	83	84	86
46	1	87	85	86	88
47	1	80	39	29	89
48	1	82	80	89	90
49	1	84	82	90	91
50	1	86	84	91	92
51	1	88	86	92	93
52	1	89	29	26	94
53	1	90	89	94	95
54	1	91	90	95	96
55	1	92	91	96	97
56	1	93	92	97	98
57	1	94	26	1	99
58	1	95	94	99	100
59	1	96	95	100	101
60	1	97	96	101	102
61	1	98	97	102	103
62	1	99	1	32	104
63	1	100	99	104	105
64	1	101	100	105	106
65	1	102	101	106	107
66	1	103	102	107	108
67	1	104	32	34	109
68	1	105	104	109	110
69	1	106	105	110	111
70	1	107	106	111	112
71	1	108	107	112	113
72	1	109	34	36	114
73	1	110	109	114	115
74	1	111	110	115	116
75	1	112	111	116	117
76	1	113	112	117	118
77	1	114	36	38	119
78	1	115	114	119	120
79	1	116	115	120	121
80	1	117	116	121	122
81	1	118	117	122	123

PROPRIETA` ASTE---|----------|----------|----------|----------|num.= 3

Nome	Materiale	Base Kw vertic.	Altezza Kw orizz.	Area J tors.	Area tag. Y J fless. Y	Area tag. Z J fless. Z
4	2	500.00	500.00	2.50000E+05	2.08333E+05	2.08333E+05
		0.000000	0.000000	8.80195E+09	5.20833E+09	5.20833E+09
5	2	12.00	8.00	1.53600E+01	6.40000E+00	9.60000E+00
		0.000000	0.000000	3.23841E+02	3.09043E+02	1.63635E+02
6	4	4.10	4.10	3.39469E+00	3.39469E+00	3.39469E+00
		0.000000	0.000000	1.00000E+00	9.21762E+00	7.30184E+00

```
PROPRIETA` GUSCI--|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      1
  Nome   Materiale   Sp.membr. Sp. piastra          Kw
     1           2        1.50        1.50    0.000000

MATERIALI---------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome Mod. elast.   Coeff. nu  Mod. tang.  Peso spec.    Dil. te.
     2 2.10000E+06 3.00000E-01 8.50000E+05 7.85000E-03  1.00000E-05
     4 1.96000E+06 3.00000E-01 8.50000E+05 7.90000E-03  1.00000E-05

VINCOLI-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      4
  Nodo    Rigid. X    Rigid. Y    Rigid. Z   Rigid. RX   Rigid. RY   Rigid. RZ
    62    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero
    68    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero
    86    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero
   117    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero

CARICHI NODI------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      3
  Nome                        Nodo   Direzione  Intensita`
     1 PHI_300                  24           Z      -83.0
     2 PHI_300                  25           Z      -83.0
     3 Vento                    21           Y       96.0

PESI PROPRI ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
  Cond.  Nome Carichi          Aste
     1   4-8                    19-23

CARICHI DI LINEA   |-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      0
           numero coordinata                        Intensità
  Nome     inizio       fine   Cond. Direz.   inizio        fine  Descrizione

PESI PROPRI GUSCI-|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
  Cond.  Nome Carichi          Gusci
     1   9-88                   1-5, 7-81

CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      3
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:   85
        Lista carichi: 4-88

     2                 Tubi   N. carichi:    2
        Lista carichi: 1-2

     3                Vento   N. carichi:    1
        Lista carichi: 3

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.          FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
     1  0.000000E+00  0.000000E+00 -3.223850E+01  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00
     2  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.660000E+02  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00
     3  0.000000E+00  9.600000E+01  0.000000E+00  2.160000E+04  0.000000E+00  0.000000E+00
```

DESCRIZIONE CASI DI CARICO:

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	SLU+Vento	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
				3	1.500	+		
3	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
4	ESERCIZIO+Vento	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		
				3	1.000	+		

REAZIONI VINCOLARI:

```
REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO   :       1  SLU                                    COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.30
    2      Tubi                +    1.50

  1) +1.30*c001     +1.50*c002
 Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo:       1.000000

Nodo    62      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       72.7        0.0        0.0        0.0

Nodo    68      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       72.7        0.0        0.0        0.0

Nodo    86      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       72.7        0.0        0.0        0.0

Nodo   117      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       72.7        0.0        0.0        0.0


REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO   :       2  SLU+Vento                               COMBINAZIONE

N.  3 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.30
    2      Tubi                +    1.50
    3      Vento               +    1.50

  1) +1.30*c001     +1.50*c002     +1.50*c003
 Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo:       1.000000

Nodo    62      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               9.8      -36.0     -939.8        0.0        0.0        0.0

Nodo    68      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
              -9.8      -36.0     -939.8        0.0        0.0        0.0

Nodo    86      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
              -9.8      -36.0     1085.2        0.0        0.0        0.0

Nodo   117      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               9.8      -36.0     1085.2        0.0        0.0        0.0


REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO   :       3  ESERCIZIO                               COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.00
    2      Tubi                +    1.00

  1) +1.00*c001     +1.00*c002
 Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo:       1.000000

Nodo    62      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       49.6        0.0        0.0        0.0

Nodo    68      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       49.6        0.0        0.0        0.0

Nodo    86      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               0.0        0.0       49.6        0.0        0.0        0.0

Nodo   117      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
```

```
              0.0        0.0       49.6        0.0        0.0        0.0

REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO   :       4  ESERCIZIO+Vento                        COMBINAZIONE

N.  3 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.00
    2      Tubi                +    1.00
    3      Vento               +    1.00

  1) +1.00*c001     +1.00*c002     +1.00*c003
 Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo:       1.000000

Nodo    62      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               6.5      -24.0     -625.4        0.0        0.0        0.0

Nodo    68      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
              -6.5      -24.0     -625.4        0.0        0.0        0.0

Nodo    86      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
              -6.5      -24.0      724.6        0.0        0.0        0.0

Nodo   117      SX         SY         SZ         RX         RY         RZ
               6.5      -24.0      724.6        0.0        0.0        0.0
```

SOLLECITAZIONI ASTE:

```
SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO   :       1  SLU                              COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.30
    2      Tubi                +    1.50

  1) +1.30*c001     +1.50*c002

 Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
 MZZ,MYY,TORS [daNcm]
  Asta           1       nodi          1          11
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -790.5     -396.1        0.0        0.0        0.0     1469.2
     9.     -790.5     -396.7        0.0        0.0        0.0    -2098.3
    18.     -790.5     -397.3        0.0        0.0        0.0    -5671.5

  Asta           2       nodi          2           3
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -790.5     -428.5        0.0        0.0        0.0    -7813.3
     3.     -790.5     -428.7        0.0        0.0        0.0    -8884.9
     5.     -790.5     -428.9        0.0        0.0        0.0    -9956.9

  Asta           3       nodi          3          12
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -790.5     -459.7        0.0        0.0        0.0    -9956.9
     1.     -790.5     -459.8        0.0        0.0        0.0   -10416.7
     2.     -790.5     -459.9        0.0        0.0        0.0   -10876.5

  Asta           4       nodi          4           8
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      164.8        0.0        0.0        0.0    -2257.1
     7.        0.0      164.3        0.0        0.0        0.0    -1130.0
    14.        0.0      163.8        0.0        0.0        0.0       -6.1

  Asta           7       nodi          8           5
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0        0.9        0.0        0.0        0.0       -6.1
     7.        0.0        0.5        0.0        0.0        0.0       -1.5
    13.        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0

  Asta           8       nodi         12          10
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      330.0        0.0        0.0        0.0   -10876.5
    10.        0.0      329.3        0.0        0.0        0.0    -7695.5
```

```
   19.        0.0      328.6        0.0        0.0        0.0    -4521.0

  Asta          9       nodi         10          4
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      165.7        0.0        0.0        0.0    -4521.0
     7.        0.0      165.3        0.0        0.0        0.0    -3387.4
    14.        0.0      164.8        0.0        0.0        0.0    -2257.1

  Asta         10       nodi         11          2
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -790.5     -428.2        0.0        0.0        0.0    -5671.5
     3.     -790.5     -428.4        0.0        0.0        0.0    -6742.2
     5.     -790.5     -428.5        0.0        0.0        0.0    -7813.3

  Asta         11       nodi         12         14
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     1117.5        0.0       -0.4        0.0        0.0        0.0
    21.     1117.9        0.0        0.0        0.0        4.7        0.0
    42.     1118.3        0.0        0.4        0.0        0.0        0.0


SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO   :       2  ESERCIZIO                       COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.00
    2      Tubi                +    1.00

  1) +1.00*c001     +1.00*c002

 Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
 MZZ,MYY,TORS [daNcm]
  Asta          1       nodi          1         11
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -528.0     -264.4        0.0        0.0        0.0      980.2
     9.     -528.0     -264.9        0.0        0.0        0.0    -1401.6
    18.     -528.0     -265.4        0.0        0.0        0.0    -3787.7

  Asta          2       nodi          2          3
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -528.0     -286.2        0.0        0.0        0.0    -5218.0
     3.     -528.0     -286.3        0.0        0.0        0.0    -5933.7
     5.     -528.0     -286.5        0.0        0.0        0.0    -6649.7

  Asta          3       nodi          3         12
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -528.0     -307.0        0.0        0.0        0.0    -6649.7
     1.     -528.0     -307.1        0.0        0.0        0.0    -6956.7
     2.     -528.0     -307.1        0.0        0.0        0.0    -7263.8

  Asta          4       nodi          4          8
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      110.0        0.0        0.0        0.0    -1507.3
     7.        0.0      109.7        0.0        0.0        0.0     -754.8
    14.        0.0      109.3        0.0        0.0        0.0       -4.7

  Asta          7       nodi          8          5
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0        0.7        0.0        0.0        0.0       -4.7
     7.        0.0        0.4        0.0        0.0        0.0       -1.2
    13.        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0

  Asta          8       nodi         12         10
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      220.4        0.0        0.0        0.0    -7263.8
    10.        0.0      219.9        0.0        0.0        0.0    -5139.4
    19.        0.0      219.4        0.0        0.0        0.0    -3019.9

  Asta          9       nodi         10          4
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      110.8        0.0        0.0        0.0    -3019.9
     7.        0.0      110.4        0.0        0.0        0.0    -2262.4
    14.        0.0      110.0        0.0        0.0        0.0    -1507.3

  Asta         10       nodi         11          2
  PROGR.      NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.     -528.0     -285.9        0.0        0.0        0.0    -3787.7
     3.     -528.0     -286.1        0.0        0.0        0.0    -4502.7
```

5.	-528.0	-286.2	0.0	0.0	0.0	-5218.0

Asta	11	nodi	12	14		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	746.4	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
21.	746.8	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0
42.	747.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0

SOLLECITAZIONI GUSCI:

SOLLECITAZIONI GUSCI RETTANGOLARI

CASO DI CARICO : 1 SLU COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.30
2 Tubi + 1.50

1) +1.30*c001 +1.50*c002
Unità di misura: SI,SS [daN/cm2]

GUSCIO	1	SS =	4.3	SI =	4.3
GUSCIO	2	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	3	SS =	4.3	SI =	4.3
GUSCIO	4	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	5	SS =	8.1	SI =	8.1
GUSCIO	7	SS =	9.7	SI =	9.7
GUSCIO	8	SS =	8.1	SI =	8.1
GUSCIO	9	SS =	9.7	SI =	9.7
GUSCIO	10	SS =	21.0	SI =	21.0
GUSCIO	11	SS =	18.5	SI =	18.5
GUSCIO	12	SS =	7.6	SI =	7.6
GUSCIO	13	SS =	4.2	SI =	4.2
GUSCIO	14	SS =	4.2	SI =	4.2
GUSCIO	15	SS =	7.6	SI =	7.6
GUSCIO	16	SS =	18.5	SI =	18.5
GUSCIO	17	SS =	21.0	SI =	21.0
GUSCIO	18	SS =	35.1	SI =	35.1
GUSCIO	19	SS =	59.3	SI =	59.3
GUSCIO	20	SS =	9.4	SI =	9.4
GUSCIO	21	SS =	7.1	SI =	7.1
GUSCIO	22	SS =	9.4	SI =	9.4
GUSCIO	23	SS =	7.1	SI =	7.1
GUSCIO	24	SS =	59.3	SI =	59.3
GUSCIO	25	SS =	35.1	SI =	35.1
GUSCIO	26	SS =	29.5	SI =	29.5
GUSCIO	27	SS =	78.4	SI =	78.4
GUSCIO	28	SS =	60.3	SI =	60.3

GUSCIO	29	SS =	18.3	SI =	18.3
GUSCIO	30	SS =	18.3	SI =	18.3
GUSCIO	31	SS =	60.3	SI =	60.3
GUSCIO	32	SS =	78.4	SI =	78.4
GUSCIO	33	SS =	29.5	SI =	29.5
GUSCIO	34	SS =	17.2	SI =	17.2
GUSCIO	35	SS =	29.6	SI =	29.6
GUSCIO	36	SS =	34.6	SI =	34.6
GUSCIO	37	SS =	21.8	SI =	21.8
GUSCIO	38	SS =	21.8	SI =	21.8
GUSCIO	39	SS =	34.6	SI =	34.6
GUSCIO	40	SS =	29.6	SI =	29.6
GUSCIO	41	SS =	17.2	SI =	17.2
GUSCIO	42	SS =	9.7	SI =	9.7
GUSCIO	43	SS =	21.0	SI =	21.0
GUSCIO	44	SS =	35.1	SI =	35.1
GUSCIO	45	SS =	29.5	SI =	29.5
GUSCIO	46	SS =	17.2	SI =	17.2
GUSCIO	47	SS =	8.1	SI =	8.1
GUSCIO	48	SS =	18.5	SI =	18.5
GUSCIO	49	SS =	59.3	SI =	59.3
GUSCIO	50	SS =	78.4	SI =	78.4
GUSCIO	51	SS =	29.6	SI =	29.6
GUSCIO	52	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	53	SS =	7.6	SI =	7.6
GUSCIO	54	SS =	9.4	SI =	9.4
GUSCIO	55	SS =	60.3	SI =	60.3
GUSCIO	56	SS =	34.6	SI =	34.6
GUSCIO	57	SS =	4.3	SI =	4.3
GUSCIO	58	SS =	4.2	SI =	4.2
GUSCIO	59	SS =	7.1	SI =	7.1
GUSCIO	60	SS =	18.3	SI =	18.3
GUSCIO	61	SS =	21.8	SI =	21.8
GUSCIO	62	SS =	4.3	SI =	4.3
GUSCIO	63	SS =	4.2	SI =	4.2
GUSCIO	64	SS =	7.1	SI =	7.1
GUSCIO	65	SS =	18.3	SI =	18.3
GUSCIO	66	SS =	21.8	SI =	21.8
GUSCIO	67	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	68	SS =	7.6	SI =	7.6

GUSCIO	69	SS =	9.4	SI =	9.4
GUSCIO	70	SS =	60.3	SI =	60.3
GUSCIO	71	SS =	34.6	SI =	34.6
GUSCIO	72	SS =	8.1	SI =	8.1
GUSCIO	73	SS =	18.5	SI =	18.5
GUSCIO	74	SS =	59.3	SI =	59.3
GUSCIO	75	SS =	78.4	SI =	78.4
GUSCIO	76	SS =	29.6	SI =	29.6
GUSCIO	77	SS =	9.7	SI =	9.7
GUSCIO	78	SS =	21.0	SI =	21.0
GUSCIO	79	SS =	35.1	SI =	35.1
GUSCIO	80	SS =	29.5	SI =	29.5
GUSCIO	81	SS =	17.2	SI =	17.2

tensione max = 78.4 guscio = 75

SOLLECITAZIONI GUSCI RETTANGOLARI

CASO DI CARICO : 2 SLU+Vento COMBINAZIONE

N. 3 CONDIZIONI ANALISI STATICA

1	Peso_proprio_____	+	1.30
2	Tubi	+	1.50
3	Vento	+	1.50

1) +1.30*c001 +1.50*c002 +1.50*c003

Unità di misura: SI,SS [daN/cm2]

GUSCIO	1	SS =	43.6	SI =	42.8
GUSCIO	2	SS =	47.0	SI =	47.9
GUSCIO	3	SS =	43.6	SI =	42.8
GUSCIO	4	SS =	47.0	SI =	47.9
GUSCIO	5	SS =	110.1	SI =	113.9
GUSCIO	7	SS =	161.5	SI =	163.2
GUSCIO	8	SS =	110.1	SI =	113.9
GUSCIO	9	SS =	161.5	SI =	163.2
GUSCIO	10	SS =	287.6	SI =	287.9
GUSCIO	11	SS =	238.5	SI =	241.9
GUSCIO	12	SS =	94.5	SI =	93.6
GUSCIO	13	SS =	53.3	SI =	53.4
GUSCIO	14	SS =	53.2	SI =	53.4
GUSCIO	15	SS =	94.5	SI =	93.6
GUSCIO	16	SS =	238.5	SI =	241.9
GUSCIO	17	SS =	287.6	SI =	287.9
GUSCIO	18	SS =	463.3	SI =	459.3

GUSCIO	19	SS =	766.3	SI =	773.7
GUSCIO	20	SS =	119.5	SI =	119.7
GUSCIO	21	SS =	94.0	SI =	93.1
GUSCIO	22	SS =	119.5	SI =	119.7
GUSCIO	23	SS =	94.0	SI =	93.1
GUSCIO	24	SS =	766.3	SI =	773.7
GUSCIO	25	SS =	463.3	SI =	459.3
GUSCIO	26	SS =	387.7	SI =	380.7
GUSCIO	27	SS =	1018.8	SI =	1017.3
GUSCIO	28	SS =	787.0	SI =	783.3
GUSCIO	29	SS =	238.5	SI =	239.5
GUSCIO	30	SS =	238.5	SI =	239.5
GUSCIO	31	SS =	787.0	SI =	783.3
GUSCIO	32	SS =	1018.8	SI =	1017.3
GUSCIO	33	SS =	387.7	SI =	380.7
GUSCIO	34	SS =	226.4	SI =	222.4
GUSCIO	35	SS =	379.8	SI =	384.7
GUSCIO	36	SS =	447.9	SI =	448.1
GUSCIO	37	SS =	281.0	SI =	285.3
GUSCIO	38	SS =	281.0	SI =	285.3
GUSCIO	39	SS =	447.9	SI =	448.1
GUSCIO	40	SS =	379.8	SI =	384.7
GUSCIO	41	SS =	226.4	SI =	222.4
GUSCIO	42	SS =	179.1	SI =	180.7
GUSCIO	43	SS =	329.6	SI =	329.8
GUSCIO	44	SS =	533.4	SI =	529.4
GUSCIO	45	SS =	446.7	SI =	439.6
GUSCIO	46	SS =	260.7	SI =	256.8
GUSCIO	47	SS =	125.3	SI =	129.1
GUSCIO	48	SS =	275.5	SI =	278.9
GUSCIO	49	SS =	884.9	SI =	892.3
GUSCIO	50	SS =	1175.6	SI =	1174.1
GUSCIO	51	SS =	438.9	SI =	443.9
GUSCIO	52	SS =	54.9	SI =	56.0
GUSCIO	53	SS =	109.5	SI =	108.6
GUSCIO	54	SS =	138.1	SI =	138.3
GUSCIO	55	SS =	907.6	SI =	903.9
GUSCIO	56	SS =	517.1	SI =	517.3
GUSCIO	57	SS =	50.0	SI =	49.4

```
GUSCIO          58    SS =      61.4      SI =      61.6
GUSCIO          59    SS =     108.2      SI =     107.3
GUSCIO          60    SS =     275.1      SI =     276.1
GUSCIO          61    SS =     324.6      SI =     329.0
GUSCIO          62    SS =      50.0      SI =      49.4
GUSCIO          63    SS =      61.5      SI =      61.6
GUSCIO          64    SS =     108.2      SI =     107.3
GUSCIO          65    SS =     275.1      SI =     276.1
GUSCIO          66    SS =     324.6      SI =     329.0
GUSCIO          67    SS =      54.9      SI =      56.0
GUSCIO          68    SS =     109.5      SI =     108.6
GUSCIO          69    SS =     138.1      SI =     138.3
GUSCIO          70    SS =     907.6      SI =     903.9
GUSCIO          71    SS =     517.1      SI =     517.3
GUSCIO          72    SS =     125.3      SI =     129.1
GUSCIO          73    SS =     275.5      SI =     278.9
GUSCIO          74    SS =     884.9      SI =     892.3
GUSCIO          75    SS =    1175.6      SI =    1174.1
GUSCIO          76    SS =     438.9      SI =     443.9
GUSCIO          77    SS =     179.1      SI =     180.7
GUSCIO          78    SS =     329.6      SI =     329.8
GUSCIO          79    SS =     533.4      SI =     529.4
GUSCIO          80    SS =     446.7      SI =     439.6
GUSCIO          81    SS =     260.7      SI =     256.8
 tensione max =    1175.6           guscio =    75


SOLLECITAZIONI GUSCI RETTANGOLARI

CASO DI CARICO   :       3  ESERCIZIO                                COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.00
    2      Tubi                +    1.00

  1) +1.00*c001     +1.00*c002
 Unità di misura: SI,SS [daN/cm2]

GUSCIO           1    SS =       3.0      SI =       3.0
GUSCIO           2    SS =       3.6      SI =       3.6
GUSCIO           3    SS =       3.0      SI =       3.0
GUSCIO           4    SS =       3.6      SI =       3.6
GUSCIO           5    SS =       5.5      SI =       5.5
GUSCIO           7    SS =       6.6      SI =       6.6
```

GUSCIO	8	SS =	5.5	SI =	5.5
GUSCIO	9	SS =	6.6	SI =	6.6
GUSCIO	10	SS =	14.3	SI =	14.3
GUSCIO	11	SS =	12.6	SI =	12.6
GUSCIO	12	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	13	SS =	2.8	SI =	2.8
GUSCIO	14	SS =	2.8	SI =	2.8
GUSCIO	15	SS =	5.2	SI =	5.2
GUSCIO	16	SS =	12.6	SI =	12.6
GUSCIO	17	SS =	14.3	SI =	14.3
GUSCIO	18	SS =	23.9	SI =	23.9
GUSCIO	19	SS =	40.4	SI =	40.4
GUSCIO	20	SS =	6.4	SI =	6.4
GUSCIO	21	SS =	4.8	SI =	4.8
GUSCIO	22	SS =	6.4	SI =	6.4
GUSCIO	23	SS =	4.8	SI =	4.8
GUSCIO	24	SS =	40.4	SI =	40.4
GUSCIO	25	SS =	23.9	SI =	23.9
GUSCIO	26	SS =	20.1	SI =	20.1
GUSCIO	27	SS =	53.4	SI =	53.4
GUSCIO	28	SS =	41.1	SI =	41.1
GUSCIO	29	SS =	12.5	SI =	12.5
GUSCIO	30	SS =	12.5	SI =	12.5
GUSCIO	31	SS =	41.1	SI =	41.1
GUSCIO	32	SS =	53.4	SI =	53.4
GUSCIO	33	SS =	20.1	SI =	20.1
GUSCIO	34	SS =	11.7	SI =	11.7
GUSCIO	35	SS =	20.1	SI =	20.1
GUSCIO	36	SS =	23.6	SI =	23.6
GUSCIO	37	SS =	14.9	SI =	14.9
GUSCIO	38	SS =	14.9	SI =	14.9
GUSCIO	39	SS =	23.6	SI =	23.6
GUSCIO	40	SS =	20.1	SI =	20.1
GUSCIO	41	SS =	11.7	SI =	11.7
GUSCIO	42	SS =	6.6	SI =	6.6
GUSCIO	43	SS =	14.3	SI =	14.3
GUSCIO	44	SS =	23.9	SI =	23.9
GUSCIO	45	SS =	20.1	SI =	20.1
GUSCIO	46	SS =	11.7	SI =	11.7
GUSCIO	47	SS =	5.5	SI =	5.5

```
GUSCIO          48    SS =      12.6      SI =      12.6
GUSCIO          49    SS =      40.4      SI =      40.4
GUSCIO          50    SS =      53.4      SI =      53.4
GUSCIO          51    SS =      20.1      SI =      20.1
GUSCIO          52    SS =       3.6      SI =       3.6
GUSCIO          53    SS =       5.2      SI =       5.2
GUSCIO          54    SS =       6.4      SI =       6.4
GUSCIO          55    SS =      41.1      SI =      41.1
GUSCIO          56    SS =      23.6      SI =      23.6
GUSCIO          57    SS =       3.0      SI =       3.0
GUSCIO          58    SS =       2.8      SI =       2.8
GUSCIO          59    SS =       4.8      SI =       4.8
GUSCIO          60    SS =      12.5      SI =      12.5
GUSCIO          61    SS =      14.9      SI =      14.9
GUSCIO          62    SS =       3.0      SI =       3.0
GUSCIO          63    SS =       2.8      SI =       2.8
GUSCIO          64    SS =       4.8      SI =       4.8
GUSCIO          65    SS =      12.5      SI =      12.5
GUSCIO          66    SS =      14.9      SI =      14.9
GUSCIO          67    SS =       3.6      SI =       3.6
GUSCIO          68    SS =       5.2      SI =       5.2
GUSCIO          69    SS =       6.4      SI =       6.4
GUSCIO          70    SS =      41.1      SI =      41.1
GUSCIO          71    SS =      23.6      SI =      23.6
GUSCIO          72    SS =       5.5      SI =       5.5
GUSCIO          73    SS =      12.6      SI =      12.6
GUSCIO          74    SS =      40.4      SI =      40.4
GUSCIO          75    SS =      53.4      SI =      53.4
GUSCIO          76    SS =      20.1      SI =      20.1
GUSCIO          77    SS =       6.6      SI =       6.6
GUSCIO          78    SS =      14.3      SI =      14.3
GUSCIO          79    SS =      23.9      SI =      23.9
GUSCIO          80    SS =      20.1      SI =      20.1
GUSCIO          81    SS =      11.7      SI =      11.7
 tensione max =      53.4           guscio =    75


SOLLECITAZIONI GUSCI RETTANGOLARI
CASO DI CARICO   :       4  ESERCIZIO+Vento                        COMBINAZIONE
```

```
N.  3 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.00
    2      Tubi                +    1.00
    3      Vento               +    1.00

  1) +1.00*c001     +1.00*c002     +1.00*c003
 Unità di misura: SI,SS [daN/cm2]
```

GUSCIO	1	SS =	29.0	SI =	28.5
GUSCIO	2	SS =	31.3	SI =	31.9
GUSCIO	3	SS =	29.0	SI =	28.5
GUSCIO	4	SS =	31.3	SI =	31.9
GUSCIO	5	SS =	73.3	SI =	75.8
GUSCIO	7	SS =	107.6	SI =	108.7
GUSCIO	8	SS =	73.3	SI =	75.8
GUSCIO	9	SS =	107.6	SI =	108.7
GUSCIO	10	SS =	191.4	SI =	191.6
GUSCIO	11	SS =	158.7	SI =	161.0
GUSCIO	12	SS =	62.9	SI =	62.3
GUSCIO	13	SS =	35.5	SI =	35.5
GUSCIO	14	SS =	35.4	SI =	35.6
GUSCIO	15	SS =	62.9	SI =	62.3
GUSCIO	16	SS =	158.7	SI =	161.0
GUSCIO	17	SS =	191.4	SI =	191.6
GUSCIO	18	SS =	308.4	SI =	305.7
GUSCIO	19	SS =	510.0	SI =	514.9
GUSCIO	20	SS =	79.6	SI =	79.7
GUSCIO	21	SS =	62.5	SI =	62.0
GUSCIO	22	SS =	79.6	SI =	79.7
GUSCIO	23	SS =	62.5	SI =	62.0
GUSCIO	24	SS =	510.0	SI =	514.9
GUSCIO	25	SS =	308.4	SI =	305.7
GUSCIO	26	SS =	258.1	SI =	253.4
GUSCIO	27	SS =	678.1	SI =	677.1
GUSCIO	28	SS =	523.8	SI =	521.3
GUSCIO	29	SS =	158.7	SI =	159.4
GUSCIO	30	SS =	158.7	SI =	159.4
GUSCIO	31	SS =	523.8	SI =	521.3
GUSCIO	32	SS =	678.1	SI =	677.1
GUSCIO	33	SS =	258.1	SI =	253.4
GUSCIO	34	SS =	150.6	SI =	148.0
GUSCIO	35	SS =	252.7	SI =	256.1
GUSCIO	36	SS =	298.1	SI =	298.2

GUSCIO	37	SS =	187.0	SI =	189.9
GUSCIO	38	SS =	187.0	SI =	189.9
GUSCIO	39	SS =	298.1	SI =	298.2
GUSCIO	40	SS =	252.7	SI =	256.1
GUSCIO	41	SS =	150.6	SI =	148.0
GUSCIO	42	SS =	119.5	SI =	120.6
GUSCIO	43	SS =	220.0	SI =	220.2
GUSCIO	44	SS =	356.1	SI =	353.5
GUSCIO	45	SS =	298.2	SI =	293.5
GUSCIO	46	SS =	174.1	SI =	171.4
GUSCIO	47	SS =	83.7	SI =	86.2
GUSCIO	48	SS =	183.9	SI =	186.2
GUSCIO	49	SS =	590.8	SI =	595.7
GUSCIO	50	SS =	784.9	SI =	783.8
GUSCIO	51	SS =	293.0	SI =	296.3
GUSCIO	52	SS =	36.7	SI =	37.4
GUSCIO	53	SS =	73.1	SI =	72.5
GUSCIO	54	SS =	92.2	SI =	92.4
GUSCIO	55	SS =	605.9	SI =	603.5
GUSCIO	56	SS =	345.2	SI =	345.4
GUSCIO	57	SS =	33.4	SI =	33.0
GUSCIO	58	SS =	41.0	SI =	41.2
GUSCIO	59	SS =	72.2	SI =	71.7
GUSCIO	60	SS =	183.7	SI =	184.4
GUSCIO	61	SS =	216.7	SI =	219.7
GUSCIO	62	SS =	33.4	SI =	33.0
GUSCIO	63	SS =	41.1	SI =	41.1
GUSCIO	64	SS =	72.2	SI =	71.7
GUSCIO	65	SS =	183.7	SI =	184.4
GUSCIO	66	SS =	216.7	SI =	219.7
GUSCIO	67	SS =	36.7	SI =	37.4
GUSCIO	68	SS =	73.1	SI =	72.5
GUSCIO	69	SS =	92.2	SI =	92.4
GUSCIO	70	SS =	605.9	SI =	603.5
GUSCIO	71	SS =	345.2	SI =	345.4
GUSCIO	72	SS =	83.7	SI =	86.2
GUSCIO	73	SS =	183.9	SI =	186.2
GUSCIO	74	SS =	590.8	SI =	595.7
GUSCIO	75	SS =	784.9	SI =	783.8
GUSCIO	76	SS =	293.0	SI =	296.3

```
GUSCIO          77    SS =     119.5      SI =     120.6

GUSCIO          78    SS =     220.0      SI =     220.2

GUSCIO          79    SS =     356.1      SI =     353.5

GUSCIO          80    SS =     298.2      SI =     293.5

GUSCIO          81    SS =     174.1      SI =     171.4
 tensione max =     784.9           guscio =    75
```

PROGETTISTA
OPERE STRUTTURALI :

Ing.

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

REGIONE LOMBARDIA

A9 MILANO-COMO-CHIASSO

Interventi di protezione delle pendici tra Prog. Km 36+000 e Km 38+000 e sistemazione idraulica V.tto Terrazze tra Prog. Km 38+274 e Km 38+474

STAFFAGGI VIADOTTO TERRAZZE

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

staffaggio tipo 3A-3B

REV:	NOTE:	DATA:
A	Emissione iniziale	18/09/2019

FILE :	RELAZIONE N.:	REV:	SCALA :
	RC 02	A	-

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1 PREMESSA 3

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 4

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 5

4 ANALISI DEI CARICHI 6

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI 7

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo 8

5.2 Condizioni di calcolo 8

5.3 Casi di carico 8

6 VERIFICA PROFILI 10

6.1 Mensola 10

6.2 Diagonale 15

7 VERIFICA COLLEGAMENTI 17

7.1 Nodo mensola-diagonale 17

7.2 Ancoranti chimici mensola 18

7.3 Ancoranti chimici tirante 23

8 DEFORMAZIONI 25

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 3A 27

ALLEGATO 2 – STAFFAGGIO 3B 31

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione di calcolo è la verifica strutturale dello staffaggio da realizzarsi sul viadotto Terrazze, nei pressi di Como (CO). Tale staffaggio è necessario per il sostegno delle nuove tubazioni in PRFV previste nell'ambito della nuova rete di smaltimento acque.

Dal punto di vista strutturale l'opera è realizzata con profili in acciaio INOX, a costituire una mensola con tirante.

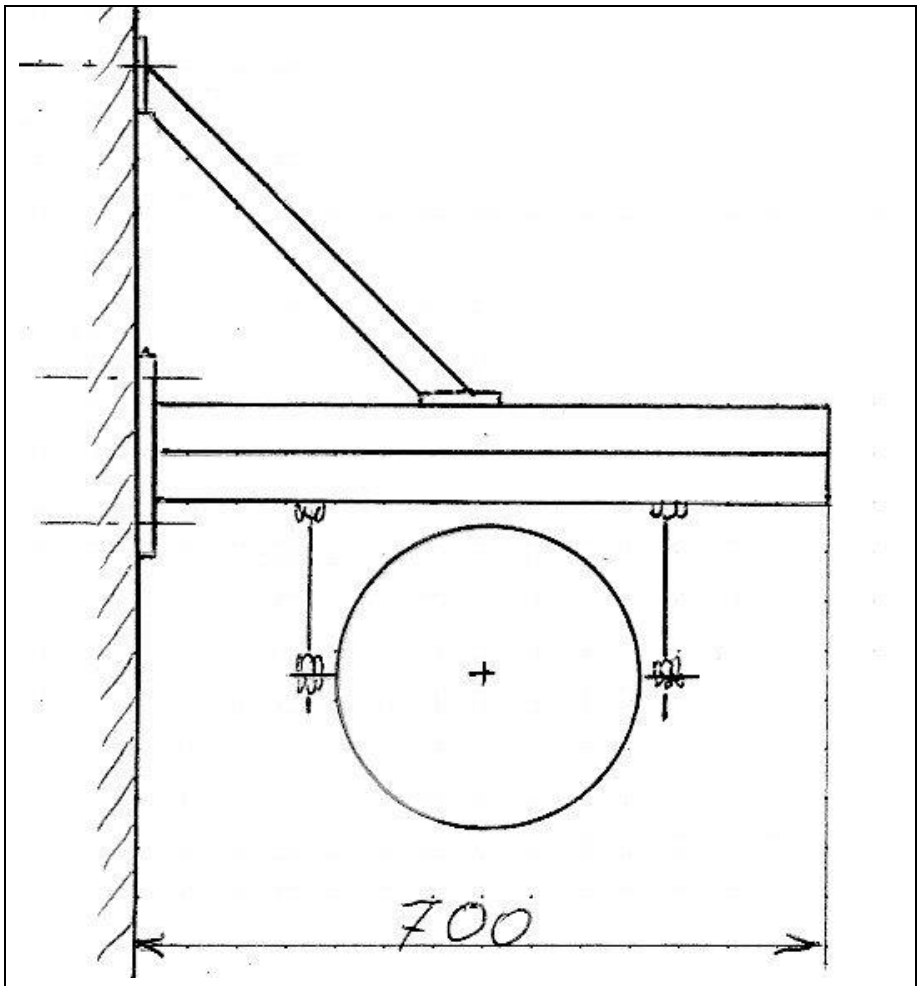


Figura 1 – *Sezione trasversale staffaggio Tipo 3*

Si utilizza il metodo di calcolo agli stati limite.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata è la seguente:

- **Decreto Ministeriale del 17/01/18 – Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018**
- **Circolare ministero dei LL.PP. del 21/01/2019 n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"**

Le norme tecniche rimandano ad altre normative di comprovata validità, tra cui:

- Decreto Ministeriale del 14/01/08 – Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008
- Decreto ministeriale LL.PP. del 16/01/96 - Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi».
- Circolare ministero dei LL.PP. del 04/07/96 n. 156AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" (D.M. del 16/01/96).
- Decreto Ministeriale LL.PP. del 03/12/87 - Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Decreto ministeriale LL.PP. del 9/01/96 - Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO INOSSIDABILE

AISI 316

f_T = 530-680 Mpa

f_y = 240 Mpa **(Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2%)**

E = 200000 Mpa

γ = 8000 kg/m³

4 ANALISI DEI CARICHI

Questo capitolo è dedicato all'analisi dettagliata dei carichi agenti sulla struttura.

TUBO IN PRFV Ø300 = *82.40* kg/m

Peso tubo = 11.8 kg/m

Acqua = 70,6 kg/m

TUBO IN PRFV0 Ø400 = *144.0* kg/m

Peso tubo = 18.4 kg/m

Acqua = 125.6 kg/m

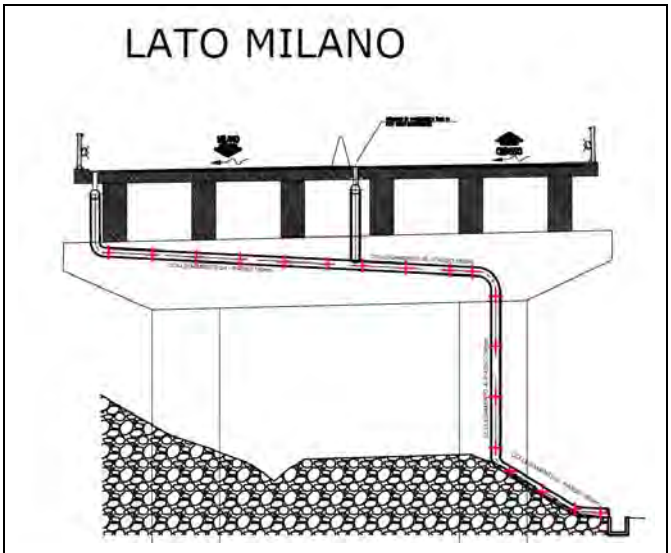


Figura 2 – *Esempio staffaggio 3A e 3B*

Interasse = 1.50m

$P_{Ø300}$ = 82.40 kg/m × 1.50 m = **124.0 kg**

$P_{Ø400}$ = 144.0 kg/m × 1.50 m = **216.0 kg**

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo: DOLMENWIN, versione 19/ 2019, prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN S.r.l., con sede in Via Drovetti 9/F – 10138 Torino.

Questa procedura, nata e sviluppata in ambiente UNIX ed ora aggiornata all'ambiente Windows 2000/XP, è stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran, Visual C e Visual Basic.

DOLMENWIN permette l'analisi elastico lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni traslazionali o rotazionali attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra.

I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

DOLMENWIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del

comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo

Per la determinazione delle sollecitazioni sui vari elementi strutturali e delle reazioni vincolari è stato fatto ricorso a uno schema bi-dimensionale con vincoli esterni rappresentati da cerniera per il diagonale e da incastro per la mensola.

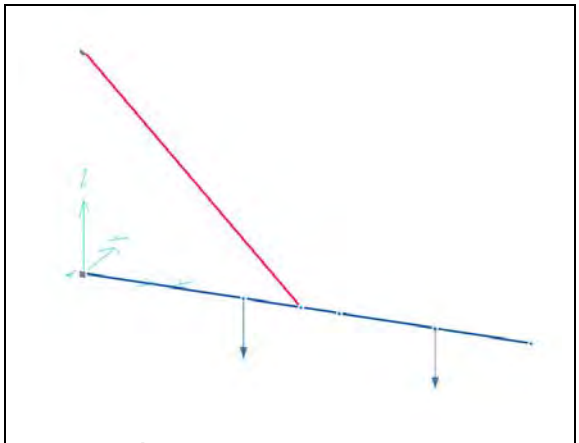


Figura 3 – *Modello di calcolo*

5.2 Condizioni di calcolo

Partendo dall'analisi dei carichi effettuata al capitolo 4, si riportano gli estratti del tabulato di calcolo con le condizioni inserite (n.2).

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:    6
        Lista carichi: 3-8

     2                Tubi   N. carichi:    2
        Lista carichi: 1-2
```

5.3 Casi di carico

Partendo dalle varie condizioni di calcolo, si generano le combinazioni previste dalla normativa

– Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.1)$$

– Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.2)$$

– Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.3)$$

– Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.4)$$

– Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.5)$$

– Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.6)$$

Si riporta l'estratto del tabulato di calcolo con i casi di carico inseriti :

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

In allegato 1, si riportano i dati del modello di calcolo relativo allo staffaggio tipo 3A le sollecitazioni sui vari elementi, gli spostamenti e le reazioni vincolari, mentre in allegato 2 si riportano i dati relativi allo staffaggio tipo 3B.

6 VERIFICA PROFILI

Si riportano le verifiche dei profili a SLU

6.1 Mensola

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE

W= 8.99 cm^3 (modulo di resistenza)

A = 6.67 cm^2 (area lorda sezione)

Av = 3.5 cm^2 (area resistente a taglio)

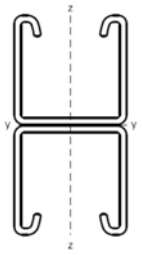


DIAGRAMMA DI MOMENTO FLETTENTE (caso di carico 1_SLU)

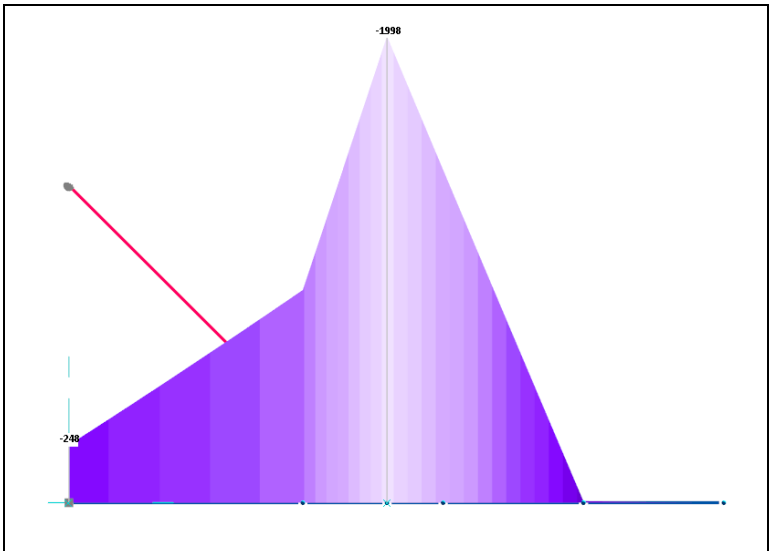


Figura 4 – *Staffaggio 3A (Ø300 interasse 150cm)*

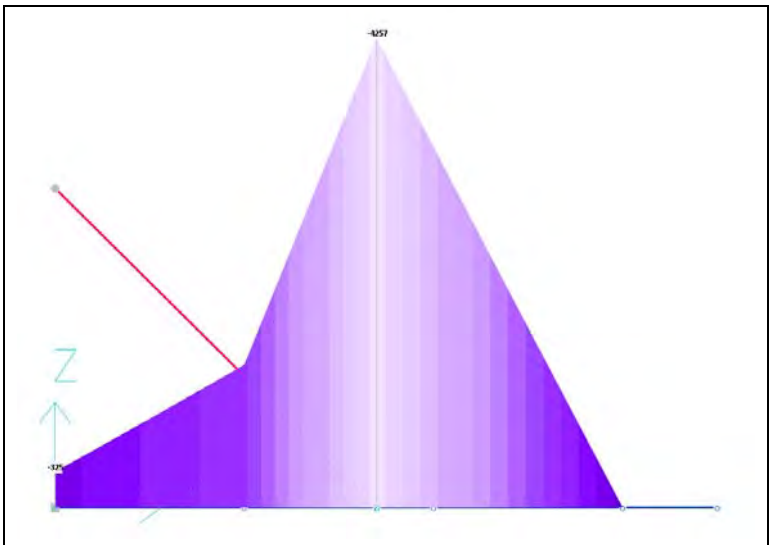


Figura 5 – *Staffaggio 3B (Ø400 interasse 150cm)*

M_{SD} = 4257 kgcm

<u>DIAGRAMMA DI SFORZO ASSIALE (caso di carico 1_SLU)</u>

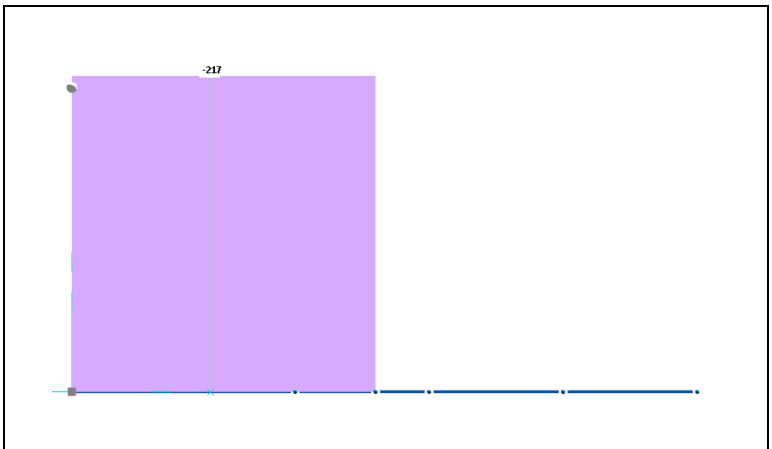


Figura 6 – *Staffaggio 3A (Ø300 interasse 150cm)*

Figura 7 – *Staffaggio 3B (Ø400 interasse 150cm)*

N_{SD} = 377 kg

VERIFICA A PRESSOFLESSIONE

Il riferimento è quanto riportato nel NTC2018 per i profili doppiamente simmetrici presso-inflessi nel piano delle ali (par. 4.2.4.1.2.7)

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd} \text{ per } n \le a \qquad [4.2.34]$$

o

$$M_{N,z,Rd} = M_{pl,z,Rd}\left[1-\left(\frac{n-a}{1-a}\right)^2\right] \text{ per } n > a \qquad [4.2.35]$$

essendo

$M_{pl,y,Rd}$ il momento resistente plastico di progetto a flessione semplice nel piano dell'anima,

$M_{pl,z,Rd}$ il momento resistente plastico di progetto a flessione semplice nel piano delle ali,

e posto:

$$n = N_{Ed} / N_{pl,Rd} \qquad [4.2.36]$$

$$a = \frac{(A-2bt_f)}{A} \le 0{,}5 \qquad [4.2.37]$$

dove:

A è l'area lorda della sezione,

b è la larghezza delle ali,

t_f è lo spessore delle ali.

Considerando che bf = 8.2 cm, t_f = 0.25 cm e A = 6.67cm^2, risulta **a = 0.385** e considerando che $N_{RD,pl}$ =A ×f_y / γ_{M0} = 14552 kg , risulta **n = 0.0259** (377/14552), pertanto

$M_{N,z,RD} = M_{pl,z,RD} = W_{pl} \times f_y / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

(a favore di sicurezza si utilizza il W_{el})

M_{RD} = 8.90 × 2400 / 1.10 = 19418 kg cm

M_{RD} = 19418 kg cm > 4257 kgcm

VERIFICA SODDISFATTA

DIAGRAMMA DI TAGLIO (caso di carico 1_SLU)

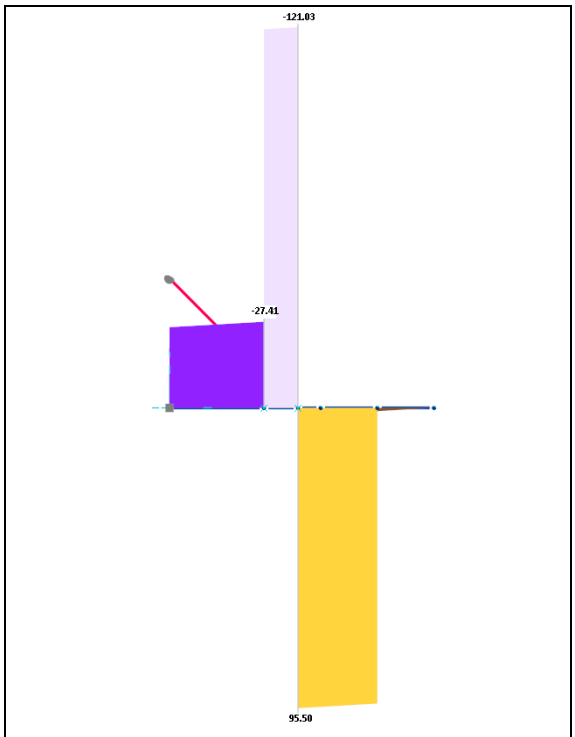


Figura 8 *– Staffaggio 3A (Ø300 interasse 150cm)*

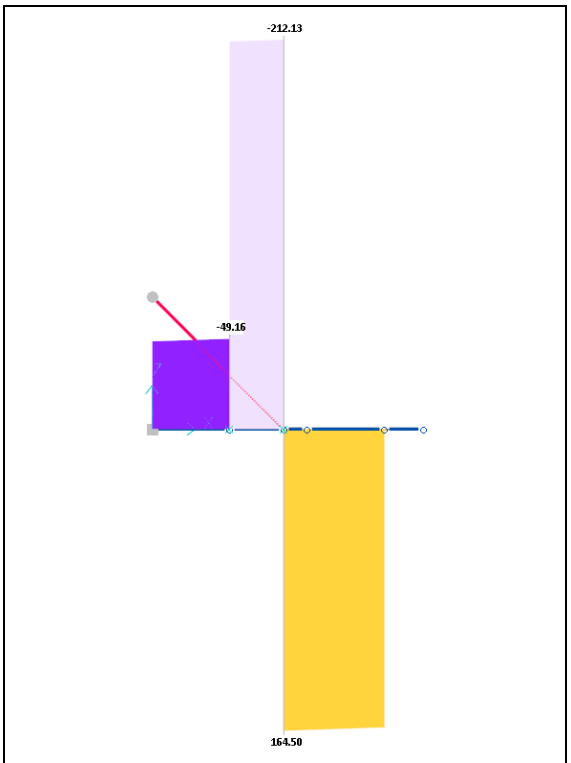


***Figura 9** – Staffaggio 3B (Ø400 interasse 150cm)*

V_{SD} = 213 kg

<u>VERIFICA A TAGLIO</u>

$V_{RD} = A_V \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

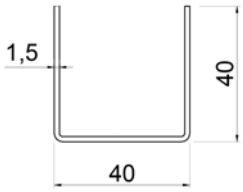
$V_{RD} = 3.5 \times (2400 / \sqrt{3}) / 1.10 = 4408$ kg

$V_{RD} = 4408$ kg > 213 kg

VERIFICA SODDISFATTA

6.2 Diagonale

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE



A = 1.7325 cm^2 (area resistente)

DIAGRAMMA DI SFORZO ASSIALE (caso di carico 1_SLU)

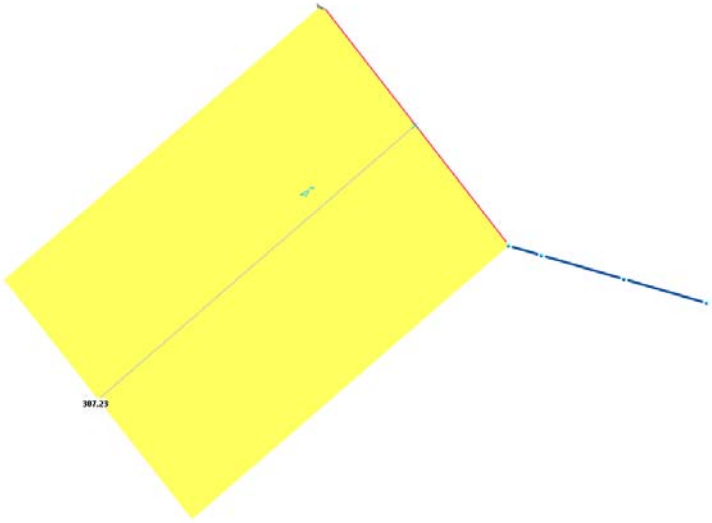


Figura 10 – *Staffaggio 3A (Ø300 interasse 150cm)*

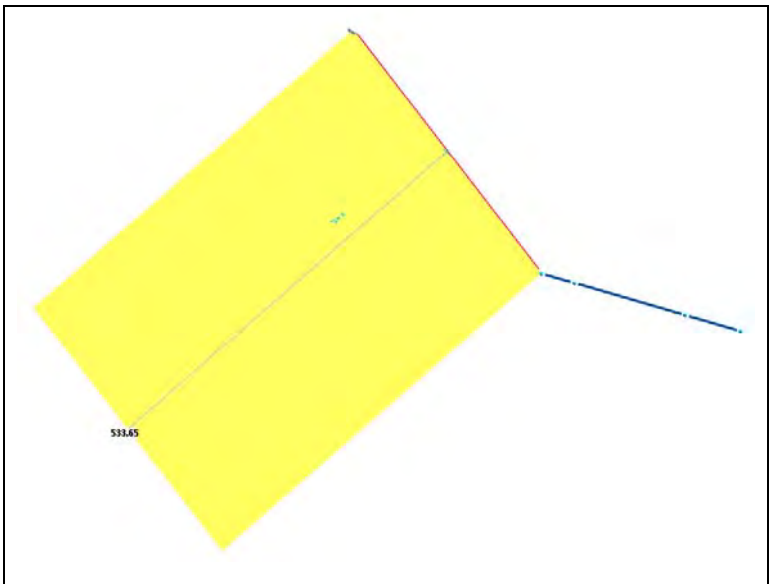


Figura 11 – *Staffaggio 3B (Ø400 interasse 150cm)*

N_{SD} = 534 kg (trazione)

VERIFICA A TRAZIONE

$N_{RD} = A \times (f_y) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

N_{RD} = 1.7325 × 2400 / 1.10 = 3774 kg

N_{RD} = 3774 kg > 534 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7 VERIFICA COLLEGAMENTI

Si riportano le verifiche a SLU, dei collegamenti interni alla struttura

7.1 Nodo mensola-diagonale

Il collegamento è realizzato con n.1 bullone M12,soggetta ad azione combinata taglio-trazione; considerando che l'azione assiale nel diagonale vale 534 kg, le due componenti valgono:

- Trazione $F_{T,SD} = 534/\sqrt{2} = 378$ kg
- Taglio $F_{V,SD} = 534/\sqrt{2} = 378$ kg

VERIFICA A TAGLIO

$F_{V,RD} > F_{V,SD}$

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha \, f_{ub} \, A}{\gamma_{M2}}$$

dove $f_{ub} = 700$ Mpa=7000 kg/cm^2 ; $\alpha = 0.6$; A =0.84 cm^2 ; $\gamma_{M2} = 1.25$

$F_{V,RD} = 0.6 \times 7000 \times 0.84 \ / \ 1.25 = 2822.4$ kg

$F_{V,RD} = 2822.4$ kg $>$ $F_{V,SD} = 378$ kg

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICA A TRAZIONE

$F_{T,RD} > F_{T,SD}$

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 \, f_{ub} \, A_s}{\gamma_{M2}}$$

dove f_{ub} = 700 Mpa=7000 kg/cm^2 ; k_2 = 0.9; A =0.84 cm^2 ; γ_{M2} = 1.25

$F_{T,RD}$ = 0.9 × 7000 × 0.84 / 1.25 = 4233.6 kg

$F_{T,RD}$ = 4233.6 kg > $F_{T,SD}$ = 378 kg

VERIFICA SODDISFATTA

VERIFICA COMBINATA

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1{,}4\ F_{t,Rd}} \leq 1{,}0$$

378 / 2822.4 + 378 / (1.4×4233.6) = 0.198 < 1.0

VERIFICA SODDISFATTA

7.2 Ancoranti chimici mensola

Il collegamento della mensola con la struttura del viadotto è realizzato con n.4 ancoranti chimici tipo M12 in acciaio INOX A4-70 con resina INDEX MOH410 o in alternativa con resina FISHER FIS-V. Gli sforzi agenti nel tassello maggiormente sollecitato valgono:

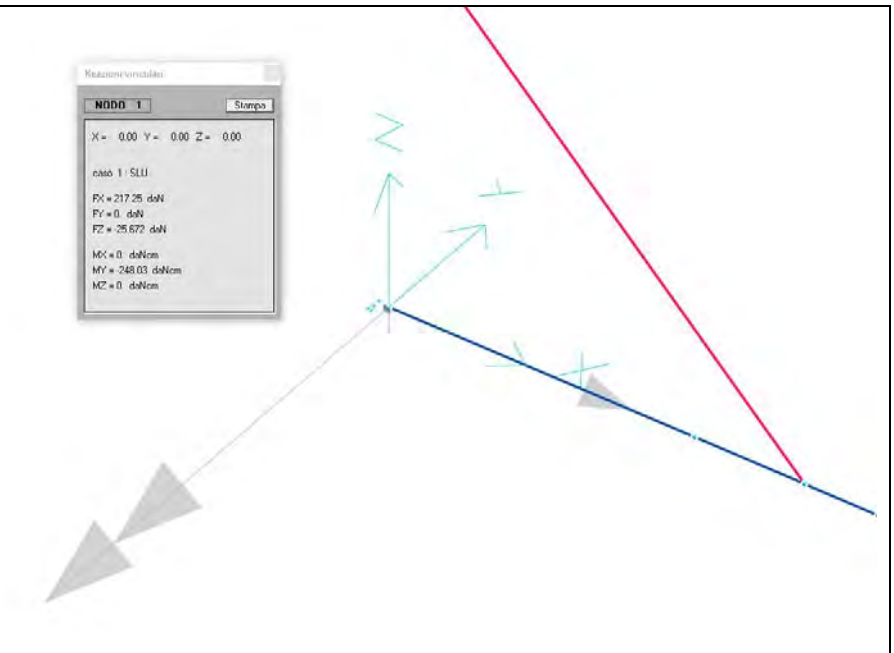


Figura 12 – *Reazioni vincolari mensola (Ø300 interasse 150cm)*

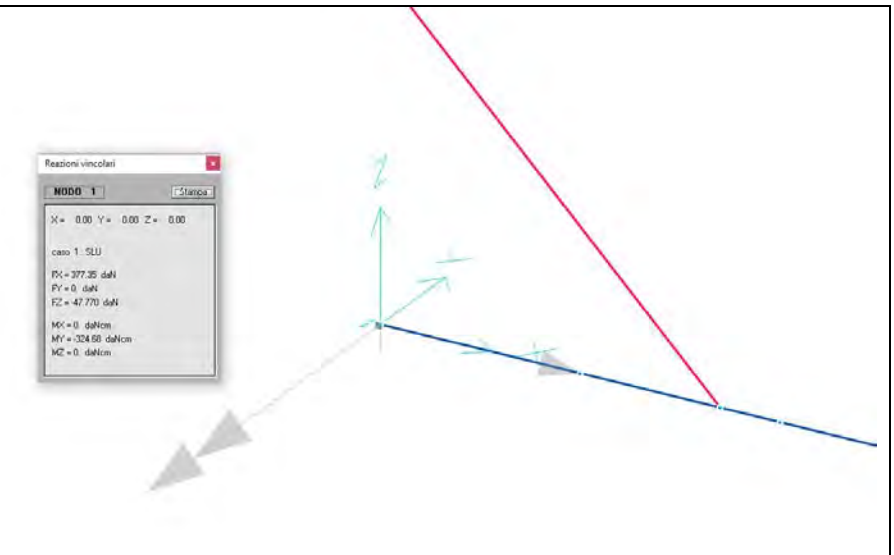


Figura 13 – *Reazioni vincolari mensola (Ø400 interasse 150cm)*

- Trazione $F_{T,SD}$ = 378 kg
- Taglio verticale $F_{V,SD}$ = 48 kg

- Momento flettente $M_{,SD}$ = 325 kgcm

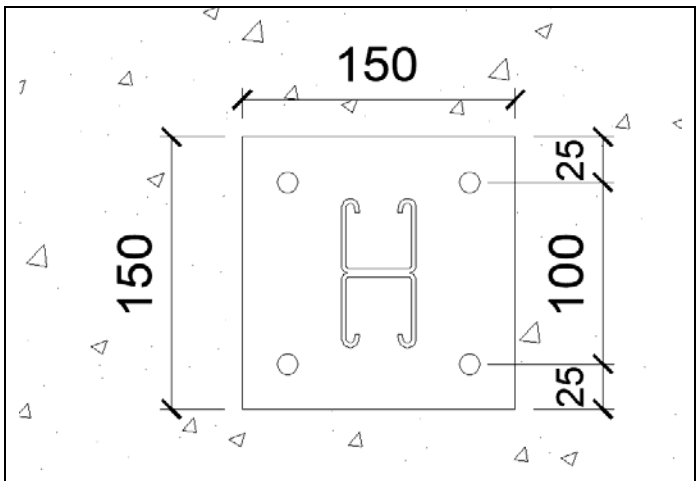


Figura 14 – *Schema ancoraggi*

Le azioni massime sull'ancorante più sollecitato, risultano

- Trazione $F_{T,SD}$ = 378 / 4 + 325 / 10 / 2 =94.5 + 16.5 =111 kg
- Taglio $F_{V,SD}$ = 12 kg

Dalla scheda tecnica dell'ancorante, risulta:

con resina INDEX MOH410

MAXIMUM LOADS RECOMMENDED (when γ_F= 1,4)

CONCRETE CLASS			SIZE			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
NON-CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*8,5*	*13,8*	*20,0*	*37,6*	*58,5*	*84,2*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,1*	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	*65,7*	*80,0*
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*9,77*	*15,41*	*22,18*	*41,35*	*64,66*	*92,86*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,95*	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	*73,72*	*89,74*
CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	--	--
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	--	--

1 KN = 100 kg
The italic font underlined values indicate steel failure; rest indicates pull-out failure.

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1360 kg > 1111 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1200 kg > 12 kg

VERIFICA SODDISFATTA

con resina FISHER FIS-V

CARICHI

Sistema a iniezione FIS V / FIS V-BOND con barre filettate FIS A / RG M (classe A4-70)
Carichi ammissibili massimi per un ancorante singolo[1) 6)] in calcestruzzo C20/25[5)] non fessurato e in foro a rotopercussione
Per la progettazione deve essere consultata la Valutazione Tecnica Europea ETA - 02/0024.

				Calcestruzzo non fessurato																
Tipo	Coppia di serraggio	Interasse minimo	Distanza bordo minima	Carico ammissibile a trazione N_{amm}[3)] [kN] – Profondità di ancoraggio efficace																Carico amm. taglio
	T_{inst} [Nm]	s_{min}[2)] [mm]	c_{min}[2)] [mm]	50 [mm]	60 [mm]	70 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	100 [mm]	120 [mm]	140 [mm]	160 [mm]	200 [mm]	220 [mm]	260 [mm]	300 [mm]	400 [mm]	500 [mm]	600 [mm]	V_{amm}[3) 4)] [kN]
FIS A M 6 (A4)	5	40	40	4,0	**4,8**	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2
FIS A M 8 (A4)	10	40	40	-	7,9	9,2	**9,8**	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	-	-	-	-	-	-	-	5,9
FIS A M 10 (A4)	20	45	45	-	9,9	11,5	13,2	**14,8**	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	-	-	-	-	-	-	9,3
FIS A M 12 (A4)	40	55	55	-	-	13,8	15,8	17,8	**19,7**	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	-	-	-	-	-	13,5
FIS A M 16 (A4)	60	65	65	-	-	-	17,2	20,5	23,9	**28,7**	33,5	38,3	42,1	42,1	42,1	42,1	-	-	-	25,2
FIS A M 20 (A4)	120	85	85	-	-	-	-	20,5	24,0	31,6	39,8	**45,5**	56,8	62,5	65,6	65,6	65,6	-	-	39,4
FIS A M 24 (A4)	150	105	105	-	-	-	-	-	24,0	31,6	39,8	48,7	**64,6**	71,1	84,0	94,6	94,6	-	-	45,2
FIS A M 27 (A4)	200	125	125	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	**75,5**	89,3	103,0	122,9	122,9	-	54,0
FIS A M 30 (A4)	300	140	140	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	78,5	**99,2**	114,4	150,3	150,3	150,3	63,2

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1970 kg > 1111 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1350 kg > 12 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7.3 Ancoranti chimici tirante

Il collegamento del tirante con la struttura del viadotto è realizzato con n.1 ancorante chimico tipo M12 in acciaio INOX A4-70 con resina INDEX MOH410 o in alternativa con resina FISHER FIS-V. Gli sforzi agenti nel tassello valgono:

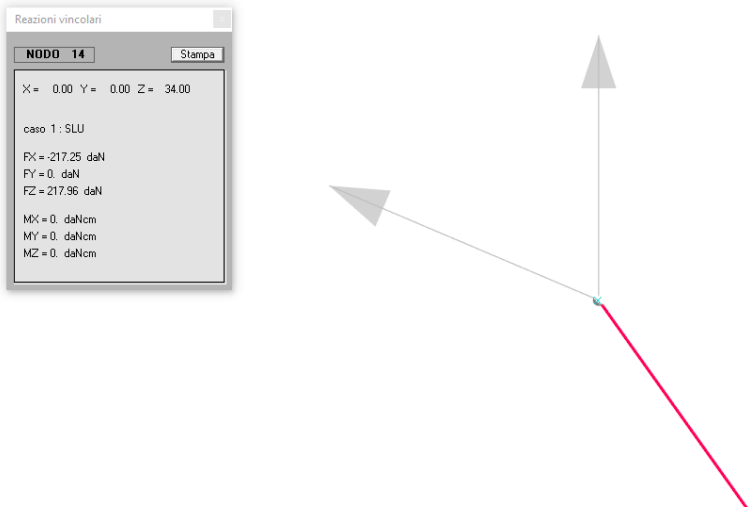


Figura 15 – *Reazioni vincolari tirante (Ø300 interasse 150cm)*

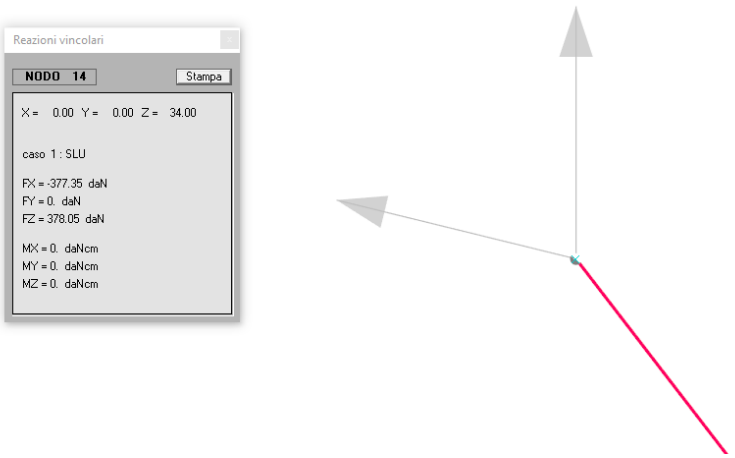


Figura 16 – *Reazioni vincolari tirante (Ø400 interasse 150cm)*

- Trazione $F_{T,SD}$ = 378 kg
- Taglio verticale $F_{V,SD}$ = 378 kg

Dalla scheda tecnica dell'ancorante, risulta:

con resina INDEX MOH410

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1360 kg > 378 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1200 kg > 378 kg

VERIFICA SODDISFATTA

con resina FISHER FIS-V

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1970 kg > 378 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1350 kg > 378 kg

VERIFICA SODDISFATTA

8 DEFORMAZIONI

Si riporta il diagramma degli spostamenti (in combinazione RARA).

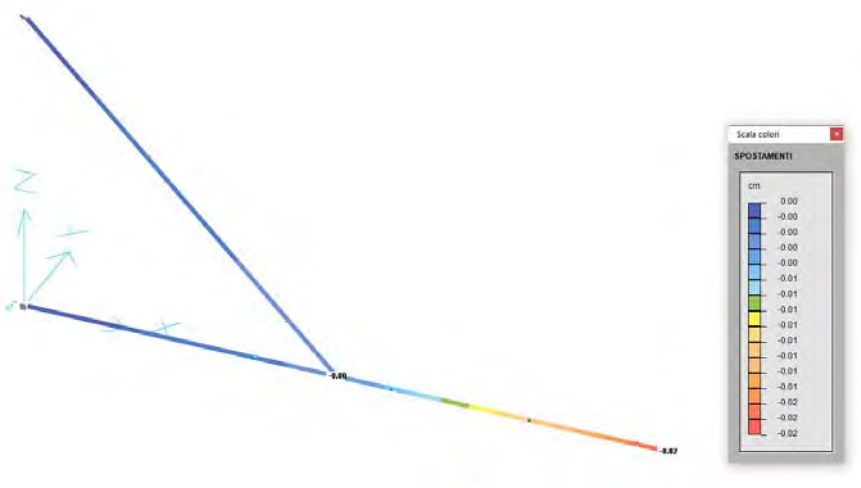


Figura 17 – *Staffaggio 3A (Ø300 interasse 150cm)*

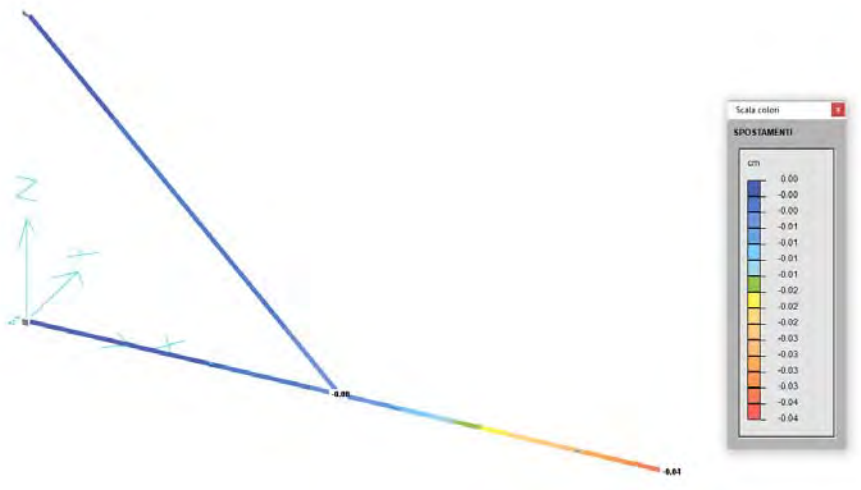


Figura 18 – *Staffaggio 3B (Ø400 interasse 150cm)*

d = 0.04 cm

L = 70 cm

La deformazione deve essere inferiore ad 1/400 del doppio dello sbalzo, ovvero :

0.040 cm < 140cm /400cm = 0.350 cm

VERIFICA SODDISFATTA

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 3A

DATI STRUTTURA:

```
*** DATI STRUTTURA

Unita` di misura :
LUNGHEZZE        : cm
SUPERFICI        : cm2
DATI SEZIONALI   : cm
ANGOLI           : gradi
FORZE            : daN
MOMENTI          : daNcm
CARICHI LINEARI  : daN/cm
CARICHI SUPERFIC.: daN/cm2
TENSIONI         : daN/cm2
PESI DI VOLUME   : daN/cm3
COEFF. DI WINKLER: daN/cm3
RIGIDEZZE VINCOL.: daN/cm - daNcm/rad


NODI--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      7
  Nome    Coord. X    Coord. Y    Coord. Z
     1       0.000       0.000       0.000
    10      70.000       0.000       0.000
    12      34.000       0.000       0.000
    14       0.000       0.000      34.000
    15      40.000       0.000       0.000
    16      25.000       0.000       0.000
    17      55.000       0.000       0.000

ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      6
  Nome  Proprieta`  Nodo iniz.   Nodo fin. Rilasci in. Rilasci fin.     Orient.
     1           1           1          16                                 0.0
     8           1          12          15                                 0.0
    11           2          12          14        RyRz      RxRyRz        90.0
    12           1          15          17                                 0.0
    13           1          16          12                                 0.0
    14           1          17          10                                 0.0

PROPRIETA` ASTE---|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome   Materiale        Base     Altezza        Area Area tag. Y Area tag.  Z
                     Kw vertic.   Kw orizz.      J tors. J fless. Y  J fless.  Z
     1           4        4.10        8.20 6.76747E+00 6.76747E+00  6.76747E+00
                       0.000000    0.000000 1.00000E+00 1.83584E+01  3.64842E+01
     2           4        4.00        4.00 2.87500E+00 1.00000E+00  2.00000E+00
                       0.000000    0.000000 5.74345E-02 4.81117E+00  7.93490E+00

MATERIALI---------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      1
  Nome Mod. elast.   Coeff. nu  Mod. tang.  Peso spec.    Dil. te.
     4 1.96000E+06 3.00000E-01 8.50000E+05 7.90000E-03  1.00000E-05

VINCOLI-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nodo    Rigid. X    Rigid. Y    Rigid. Z   Rigid. RX   Rigid. RY   Rigid. RZ
     1    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato
    14    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero

CARICHI NODI------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome                        Nodo   Direzione  Intensita`
     1 Phi_300+Tubo             16           Z      -62.0
     2 Phi_300+Tubo             17           Z      -62.0

PESI PROPRI ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
  Cond.  Nome Carichi          Aste
     1   3-8                    1, 8, 11-14

CARICHI DI LINEA   |-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      0
           numero coordinata                        Intensità
  Nome     inizio       fine   Cond. Direz.   inizio        fine  Descrizione

CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:    6
        Lista carichi: 3-8

     2                Tubi   N. carichi:    2
        Lista carichi: 1-2

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
```

```
    1  0.000000E+00  0.000000E+00 -4.834500E+00  0.000000E+00  1.495503E+02  0.000000E+00
    2  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.240000E+02  0.000000E+00  4.960000E+03  0.000000E+00
```

DESCRIZIONE CASI DI CARICO:

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

SOLLECITAZIONI ASTE:

```
SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO   :       1  SLU                              COMBINAZIONE

N.  2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
    1      Peso_proprio_______ +    1.30
    2      Tubi                +    1.50

  1) +1.30*c001     +1.50*c002

 Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
 MZZ,MYY,TORS [daNcm]
  Asta           1       nodi          1          11
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.      -790.5     -396.1        0.0        0.0        0.0     1469.2
     9.      -790.5     -396.7        0.0        0.0        0.0    -2098.3
    18.      -790.5     -397.3        0.0        0.0        0.0    -5671.5

  Asta           2       nodi          2           3
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.      -790.5     -428.5        0.0        0.0        0.0    -7813.3
     3.      -790.5     -428.7        0.0        0.0        0.0    -8884.9
     5.      -790.5     -428.9        0.0        0.0        0.0    -9956.9

  Asta           3       nodi          3          12
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.      -790.5     -459.7        0.0        0.0        0.0    -9956.9
     1.      -790.5     -459.8        0.0        0.0        0.0   -10416.7
     2.      -790.5     -459.9        0.0        0.0        0.0   -10876.5

  Asta           4       nodi          4           8
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      164.8        0.0        0.0        0.0    -2257.1
     7.        0.0      164.3        0.0        0.0        0.0    -1130.0
    14.        0.0      163.8        0.0        0.0        0.0       -6.1

  Asta           7       nodi          8           5
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0        0.9        0.0        0.0        0.0       -6.1
     7.        0.0        0.5        0.0        0.0        0.0       -1.5
    13.        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0        0.0

  Asta           8       nodi         12          10
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      330.0        0.0        0.0        0.0   -10876.5
    10.        0.0      329.3        0.0        0.0        0.0    -7695.5
    19.        0.0      328.6        0.0        0.0        0.0    -4521.0

  Asta           9       nodi         10           4
  PROGR.       NORM        TYY        TZZ       TORS        MYY        MZZ
     0.        0.0      165.7        0.0        0.0        0.0    -4521.0
     7.        0.0      165.3        0.0        0.0        0.0    -3387.4
    14.        0.0      164.8        0.0        0.0        0.0    -2257.1

  Asta          10       nodi         11           2
```

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-790.5	-428.2	0.0	0.0	0.0	-5671.5
3.	-790.5	-428.4	0.0	0.0	0.0	-6742.2
5.	-790.5	-428.5	0.0	0.0	0.0	-7813.3

Asta 11 nodi 12 14

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	1117.5	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
21.	1117.9	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0
42.	1118.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0

SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO : 2 ESERCIZIO COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.00
2 Tubi + 1.00

1) +1.00*c001 +1.00*c002

Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
MZZ,MYY,TORS [daNcm]

Asta 1 nodi 1 11

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-264.4	0.0	0.0	0.0	980.2
9.	-528.0	-264.9	0.0	0.0	0.0	-1401.6
18.	-528.0	-265.4	0.0	0.0	0.0	-3787.7

Asta 2 nodi 2 3

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-286.2	0.0	0.0	0.0	-5218.0
3.	-528.0	-286.3	0.0	0.0	0.0	-5933.7
5.	-528.0	-286.5	0.0	0.0	0.0	-6649.7

Asta 3 nodi 3 12

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-307.0	0.0	0.0	0.0	-6649.7
1.	-528.0	-307.1	0.0	0.0	0.0	-6956.7
2.	-528.0	-307.1	0.0	0.0	0.0	-7263.8

Asta 4 nodi 4 8

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	110.0	0.0	0.0	0.0	-1507.3
7.	0.0	109.7	0.0	0.0	0.0	-754.8
14.	0.0	109.3	0.0	0.0	0.0	-4.7

Asta 7 nodi 8 5

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	-4.7
7.	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	-1.2
13.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Asta 8 nodi 12 10

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	220.4	0.0	0.0	0.0	-7263.8
10.	0.0	219.9	0.0	0.0	0.0	-5139.4
19.	0.0	219.4	0.0	0.0	0.0	-3019.9

Asta 9 nodi 10 4

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	110.8	0.0	0.0	0.0	-3019.9
7.	0.0	110.4	0.0	0.0	0.0	-2262.4
14.	0.0	110.0	0.0	0.0	0.0	-1507.3

Asta 10 nodi 11 2

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-285.9	0.0	0.0	0.0	-3787.7
3.	-528.0	-286.1	0.0	0.0	0.0	-4502.7
5.	-528.0	-286.2	0.0	0.0	0.0	-5218.0

Asta 11 nodi 12 14

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	746.4	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
21.	746.8	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0
42.	747.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0

ALLEGATO 2 – STAFFAGGIO 3B

DATI STRUTTURA:

```
*** DATI STRUTTURA

*** DATI STRUTTURA

Unita` di misura :
LUNGHEZZE        : cm
SUPERFICI        : cm2
DATI SEZIONALI   : cm
ANGOLI           : gradi
FORZE            : daN
MOMENTI          : daNcm
CARICHI LINEARI  : daN/cm
CARICHI SUPERFIC.: daN/cm2
TENSIONI         : daN/cm2
PESI DI VOLUME   : daN/cm3
COEFF. DI WINKLER: daN/cm3
RIGIDEZZE VINCOL.: daN/cm - daNcm/rad


NODI--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      7
  Nome    Coord. X    Coord. Y    Coord. Z
     1       0.000       0.000       0.000
    10      70.000       0.000       0.000
    12      34.000       0.000       0.000
    14       0.000       0.000      34.000
    15      40.000       0.000       0.000
    16      20.000       0.000       0.000
    17      60.000       0.000       0.000

ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      6
  Nome  Proprieta`  Nodo iniz.   Nodo fin. Rilasci in. Rilasci fin.     Orient.
     1           1           1          16                                 0.0
     8           1          12          15                                 0.0
    11           2          12          14        RyRz      RxRyRz        90.0
    12           1          15          17                                 0.0
    13           1          16          12                                 0.0
    14           1          17          10                                 0.0

PROPRIETA` ASTE---|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome   Materiale        Base     Altezza        Area Area tag. Y Area tag.  Z
                     Kw vertic.   Kw orizz.      J tors. J fless. Y  J fless.  Z
     1           4        4.10        8.20 6.76747E+00 6.76747E+00  6.76747E+00
                       0.000000    0.000000 1.00000E+00 1.83584E+01  3.64842E+01
     2           4        4.00        4.00 2.87500E+00 1.00000E+00  2.00000E+00
                       0.000000    0.000000 5.74345E-02 4.81117E+00  7.93490E+00

MATERIALI---------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      1
  Nome Mod. elast.   Coeff. nu  Mod. tang.  Peso spec.    Dil. te.
     4 1.96000E+06 3.00000E-01 8.50000E+05 7.90000E-03  1.00000E-05

VINCOLI-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nodo    Rigid. X    Rigid. Y    Rigid. Z   Rigid. RX   Rigid. RY   Rigid. RZ
     1    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato
    14    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero

CARICHI NODI------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome                        Nodo   Direzione  Intensita`
     1 Phi_400+Tubo             16           Z     -108.0
     2 Phi_400+Tubo             17           Z     -108.0

PESI PROPRI ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
  Cond.  Nome Carichi          Aste
     1   3-8                    1, 8, 11-14

CARICHI DI LINEA   |-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      0
           numero coordinata                        Intensità
  Nome     inizio       fine   Cond. Direz.   inizio        fine  Descrizione

CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:    6
        Lista carichi: 3-8

     2                Tubi   N. carichi:    2
        Lista carichi: 1-2
```

RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):

cond.	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
1	0.000000E+00	0.000000E+00	-4.834500E+00	0.000000E+00	1.495503E+02	0.000000E+00
2	0.000000E+00	0.000000E+00	-2.160000E+02	0.000000E+00	8.640000E+03	0.000000E+00

DESCRIZIONE CASI DI CARICO:

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

SOLLECITAZIONI ASTE:

SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO : 1 SLU COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.30
2 Tubi + 1.50

1) +1.30*c001 +1.50*c002

Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
MZZ,MYY,TORS [daNcm]

Asta 1 nodi 1 11

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-790.5	-396.1	0.0	0.0	0.0	1469.2
9.	-790.5	-396.7	0.0	0.0	0.0	-2098.3
18.	-790.5	-397.3	0.0	0.0	0.0	-5671.5

Asta 2 nodi 2 3

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-790.5	-428.5	0.0	0.0	0.0	-7813.3
3.	-790.5	-428.7	0.0	0.0	0.0	-8884.9
5.	-790.5	-428.9	0.0	0.0	0.0	-9956.9

Asta 3 nodi 3 12

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-790.5	-459.7	0.0	0.0	0.0	-9956.9
1.	-790.5	-459.8	0.0	0.0	0.0	-10416.7
2.	-790.5	-459.9	0.0	0.0	0.0	-10876.5

Asta 4 nodi 4 8

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	164.8	0.0	0.0	0.0	-2257.1
7.	0.0	164.3	0.0	0.0	0.0	-1130.0
14.	0.0	163.8	0.0	0.0	0.0	-6.1

Asta 7 nodi 8 5

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	0.9	0.0	0.0	0.0	-6.1
7.	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	-1.5
13.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Asta 8 nodi 12 10

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	330.0	0.0	0.0	0.0	-10876.5
10.	0.0	329.3	0.0	0.0	0.0	-7695.5
19.	0.0	328.6	0.0	0.0	0.0	-4521.0

Asta 9 nodi 10 4

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	165.7	0.0	0.0	0.0	-4521.0
7.	0.0	165.3	0.0	0.0	0.0	-3387.4
14.	0.0	164.8	0.0	0.0	0.0	-2257.1

Asta 10 nodi 11 2

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-790.5	-428.2	0.0	0.0	0.0	-5671.5
3.	-790.5	-428.4	0.0	0.0	0.0	-6742.2
5.	-790.5	-428.5	0.0	0.0	0.0	-7813.3

Asta 11 nodi 12 14

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	1117.5	0.0	-0.4	0.0	0.0	0.0
21.	1117.9	0.0	0.0	0.0	4.7	0.0
42.	1118.3	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0

SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO : 2 ESERCIZIO COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.00
2 Tubi + 1.00

1) +1.00*c001 +1.00*c002

Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
MZZ,MYY,TORS [daNcm]

Asta 1 nodi 1 11

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-264.4	0.0	0.0	0.0	980.2
9.	-528.0	-264.9	0.0	0.0	0.0	-1401.6
18.	-528.0	-265.4	0.0	0.0	0.0	-3787.7

Asta 2 nodi 2 3

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-286.2	0.0	0.0	0.0	-5218.0
3.	-528.0	-286.3	0.0	0.0	0.0	-5933.7
5.	-528.0	-286.5	0.0	0.0	0.0	-6649.7

Asta 3 nodi 3 12

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-307.0	0.0	0.0	0.0	-6649.7
1.	-528.0	-307.1	0.0	0.0	0.0	-6956.7
2.	-528.0	-307.1	0.0	0.0	0.0	-7263.8

Asta 4 nodi 4 8

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	110.0	0.0	0.0	0.0	-1507.3
7.	0.0	109.7	0.0	0.0	0.0	-754.8
14.	0.0	109.3	0.0	0.0	0.0	-4.7

Asta 7 nodi 8 5

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	-4.7
7.	0.0	0.4	0.0	0.0	0.0	-1.2
13.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Asta 8 nodi 12 10

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	220.4	0.0	0.0	0.0	-7263.8
10.	0.0	219.9	0.0	0.0	0.0	-5139.4
19.	0.0	219.4	0.0	0.0	0.0	-3019.9

Asta 9 nodi 10 4

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	110.8	0.0	0.0	0.0	-3019.9
7.	0.0	110.4	0.0	0.0	0.0	-2262.4
14.	0.0	110.0	0.0	0.0	0.0	-1507.3

Asta 10 nodi 11 2

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-528.0	-285.9	0.0	0.0	0.0	-3787.7
3.	-528.0	-286.1	0.0	0.0	0.0	-4502.7
5.	-528.0	-286.2	0.0	0.0	0.0	-5218.0

Asta 11 nodi 12 14

PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	746.4	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0
21.	746.8	0.0	0.0	0.0	3.6	0.0
42.	747.1	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0

PROGETTISTA
OPERE STRUTTURALI :

Ing.

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

REGIONE LOMBARDIA

A9 MILANO-COMO-CHIASSO

Interventi di protezione delle pendici tra Prog. Km 36+000 e Km 38+000 e sistemazione idraulica V.tto Terrazze tra Prog. Km 38+274 e Km 38+474

STAFFAGGI VIADOTTO TERRAZZE

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

staffaggio tipo 4

REV:	NOTE:	DATA:
A	Emissione iniziale	18/09/2019

FILE :	RELAZIONE N.:	REV:	SCALA :
	RC 03	A	-

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1 PREMESSA 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 3

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 4

4 ANALISI DEI CARICHI 5

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI 7

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo 8

5.2 Condizioni di calcolo 8

5.3 Casi di carico 9

6 VERIFICA PROFILI 10

6.1 Mensola 10

6.2 Diagonale 15

7 VERIFICA COLLEGAMENTI 17

7.1 Ancoranti chimici mensola 17

7.2 Ancoranti chimici puntone 21

8 DEFORMAZIONI 23

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 4 24

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione di calcolo è la verifica strutturale dello staffaggio da realizzarsi sul viadotto Terrazze, nei pressi di Como (CO). Tale staffaggio è necessario per il sostegno delle nuove tubazioni in PRFV previste nell'ambito della nuova rete di smaltimento acque.
Dal punto di vista strutturale l'opera è realizzata con profili in acciaio INOX, a costituire una mensola con tirante.

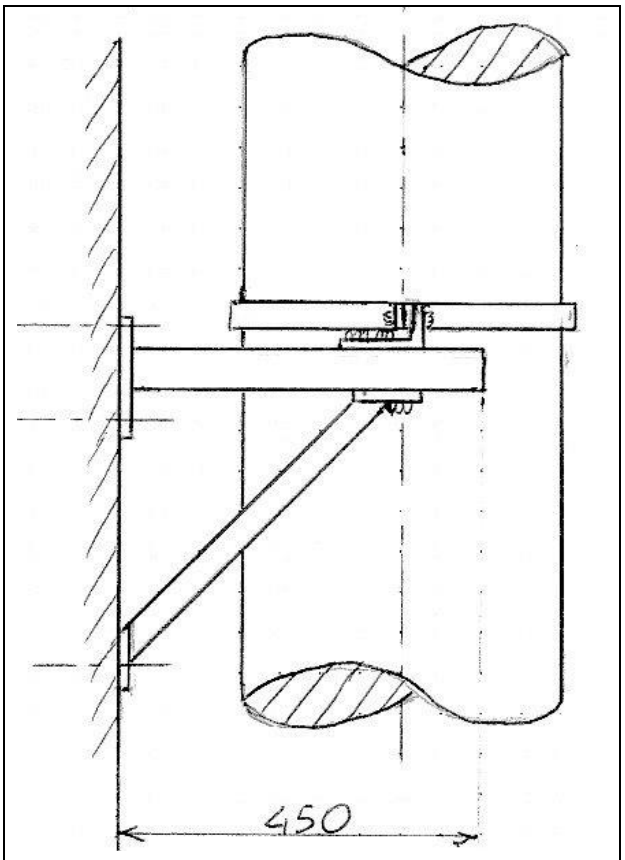


Figura 1 – *Sezione trasversale staffaggio tipo 4*

Si utilizza il metodo di calcolo agli stati limite.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata è la seguente:

- **Decreto Ministeriale del 17/01/18 – Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018**
- **Circolare ministero dei LL.PP. del 21/01/2019 n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"**

Le norme tecniche rimandano ad altre normative di comprovata validità, tra cui:

- Decreto Ministeriale del 14/01/08 – Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008
- Decreto ministeriale LL.PP. del 16/01/96 - Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi».
- Circolare ministero dei LL.PP. del 04/07/96 n. 156AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" (D.M. del 16/01/96).
- Decreto Ministeriale LL.PP. del 03/12/87 - Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Decreto ministeriale LL.PP. del 9/01/96 - Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO INOSSIDABILE

AISI 316

f_T = 530-680 Mpa

f_y = 240 Mpa **(Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2%)**

E = 200000 Mpa

γ = 8000 kg/m³

4 ANALISI DEI CARICHI

Questo capitolo è dedicato all'analisi dettagliata dei carichi agenti sulla struttura.

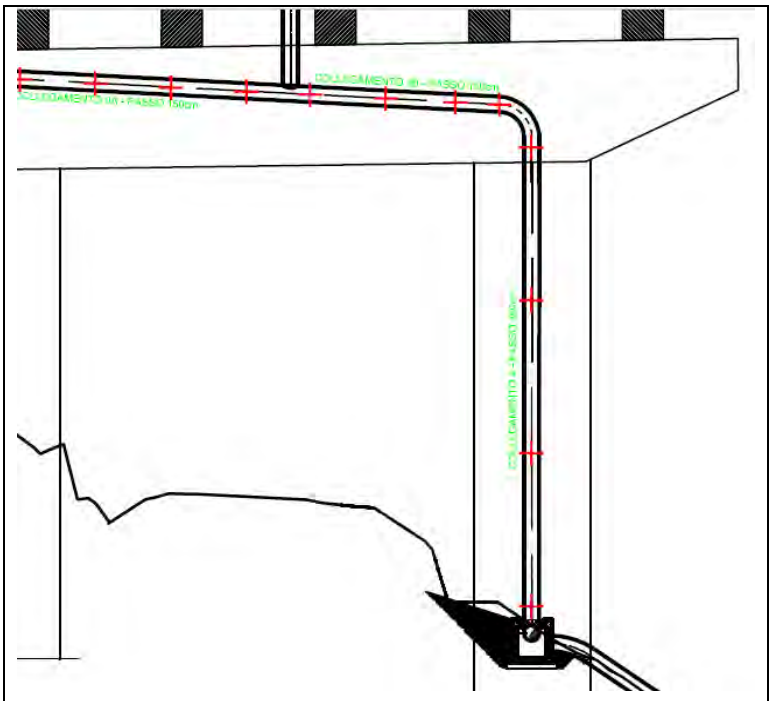


Figura 2 – *Esempio staffaggio 4*

VENTO

```
VENTO                    LAVORO : STA_4X
UNITÀ DI MISURA :  M ; KGF/MQ ; M/S

CONVENZIONE DI SEGNO:
(+) COMPRESSIONE
(-) DECOMPRESSIONE

ZONA 1
ALTITUDINE: 201
PERIODO DI RITORNO [ANNI]: 50
CLASSE DI RUGOSITÀ DEL TERRENO:C
DISTANZA DALLA COSTA [KM]: >30
CATEGORIA DI ESPOSIZIONE DEL SITO: III

VREF (VELOCITÀ DI RIFERIMENTO) =    25.
QREF (PRESSIONE CINETICA DI RIFERIMENTO) =    39.83
CD (COEFFICIENTE DINAMICO) =  1.
CF (COEFFICIENTE D' ATTRITO) =   .01
```

z [m]	ce(z) [-]	cp [-]	qr [daN/mq]
1	1.708	1.0	66.70
2	1.708	1.0	66.70
3	1.708	1.0	66.70
4	1.708	1.0	66.70
5	1.708	1.0	66.70
6	1.817	1.0	70.98
7	1.912	1.0	74.67
8	1.995	1.0	77.93
9	2.070	1.0	80.85
10	2.138	1.0	83.51
11	2.200	1.0	85.93
12	2.257	1.0	88.18
13	2.311	1.0	90.26
14	2.360	1.0	92.21
15	2.407	1.0	94.03
16	2.451	1.0	95.76
17	2.493	1.0	97.39
18	2.533	1.0	98.93
19	2.570	1.0	100.41
20	2.606	1.0	101.81

Pressione massima = 101.80daN/mq

Interasse = 3.00m

Superficie investita = 0.63m

P_{Vento} = 101.80 kg/mq × 3.00 m × 0.63 m = **192 kg**

5 ANALISI DELLE SOLLECITAZIONI

Per il calcolo delle sollecitazioni sugli elementi strutturali si è fatto ricorso all'elaboratore elettronico utilizzando il seguente programma di calcolo: DOLMENWIN, versione 19/ 2019, prodotto, distribuito ed assistito dalla CDM DOLMEN S.r.l., con sede in Via Drovetti 9/F – 10138 Torino.

Questa procedura, nata e sviluppata in ambiente UNIX ed ora aggiornata all'ambiente Windows 2000/XP, è stata scritta utilizzando i linguaggi Fortran, Visual C e Visual Basic.

DOLMENWIN permette l'analisi elastico lineare di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà utilizzando un solutore ad elementi finiti. Gli elementi considerati sono la trave, con eventuali svincoli interni traslazionali o rotazionali attorno al proprio asse, ed il guscio, sia rettangolare che triangolare, avente comportamento di membrana e di piastra.

I carichi possono essere applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. I vincoli sono forniti tramite sei costanti di rigidezza elastica.

A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente fra l'altro una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

La presenza di un modulo CAD per l'introduzione di dati permette la visualizzazione dettagliata degli elementi introdotti. È possibile inoltre ottenere rappresentazioni grafiche di deformate e sollecitazioni della struttura. Al termine dell'elaborazione viene inoltre valutata la qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione.

DOLMENWIN permette in campo elastico lineare un'analisi dettagliata del

comportamento dell'intera struttura, tenendo conto del comportamento irrigidente di setti anche complessi e solai considerati con la loro effettiva rigidezza. È possibile inoltre scegliere il grado di affinamento dell'analisi di elementi complessi utilizzando mesh via via più dettagliate.

5.1 Definizione del modello di calcolo i modelli di calcolo

Per la determinazione delle sollecitazioni sui vari elementi strutturali e delle reazioni vincolari è stato fatto ricorso a uno schema bi-dimensionale con vincoli esterni rappresentati da cerniera per il diagonale e da incastro per la mensola (si è modellato solo uno dei due telai, a cui è stato assegnato la metà del carico vento complessivo calcolato nel paragrafo 4).

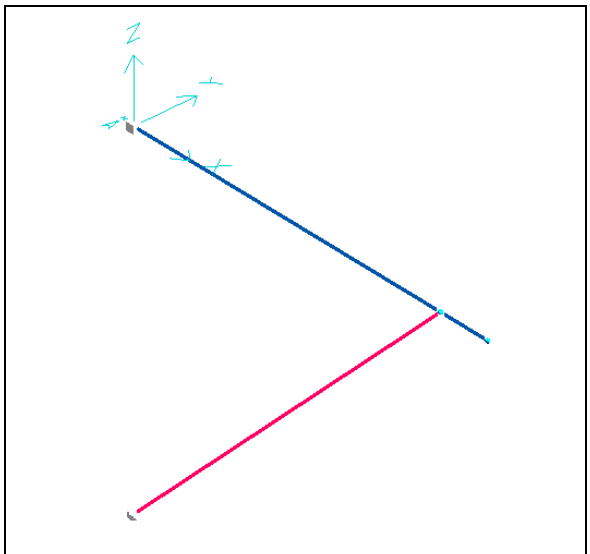


Figura 3 – *Modello di calcolo*

5.2 Condizioni di calcolo

Partendo dall'analisi dei carichi effettuata al capitolo 4, si riportano gli estratti del tabulato di calcolo con le condizioni inserite (n.2).

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______    N. carichi:    3
        Lista carichi: 2-4
```

```
   2                Vento   N. carichi:    1
      Lista carichi: 1

RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
cond.          FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
   1  0.000000E+00  0.000000E+00 -2.490600E+00  0.000000E+00  5.223320E+01  0.000000E+00
   2  0.000000E+00  1.000000E+02  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00  3.900000E+03
```

5.3 Casi di carico

Partendo dalle varie condizioni di calcolo, si generano le combinazioni previste dalla normativa

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1}\cdot G_1 + \gamma_{G2}\cdot G_2 + \gamma_P\cdot P + \gamma_{Q1}\cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2}\cdot \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3}\cdot \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02}\cdot Q_{k2} + \psi_{03}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \psi_{23}\cdot Q_{k3} + \ldots \qquad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21}\cdot Q_{k1} + \psi_{22}\cdot Q_{k2} + \ldots \qquad (2.5.6)$$

Si riporta l'estratto del tabulato di calcolo con i casi di carico inseriti :

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

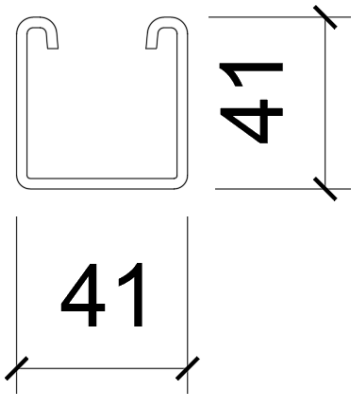
In allegato 1, si riportano i dati del modello di calcolo relativo allo staffaggio tipo 4 le sollecitazioni sui vari elementi, gli spostamenti e le reazioni vincolari.

6 VERIFICA PROFILI

Si riportano le verifiche dei profili a SLU

6.1 Mensola

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE



W_{orizz}= 3.19 cm^3 (modulo di resistenza asse perpendicolare alle ali)

W_{vert}= 4.49 cm^3 (modulo di resistenza asse parallelo alle ali)

A = 3.39 cm^2 (area lorda sezione)

DIAGRAMMA DI MOMENTO FLETTENTE (caso di carico 1_SLU)

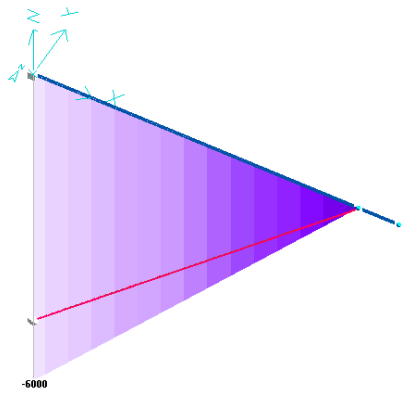


Figura 4 – *Staffaggio 4 – Momento flettente sul piano orizzontale*

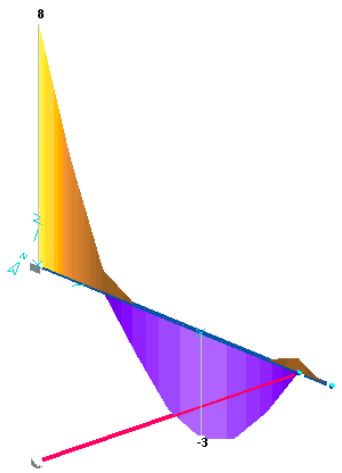


Figura 5 – *Staffaggio 4 – Momento flettente nel piano verticale*

M_{SD} = 6000 kgcm

<u>DIAGRAMMA DI SFORZO ASSIALE (caso di carico 1_SLU)</u>

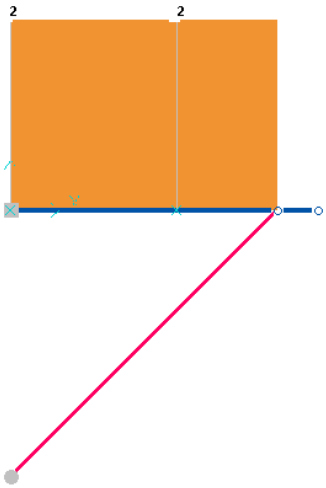


***Figura 6** – Staffaggio 4*

N_{SD} = 2 kg

VERIFICA A FLESSIONE MONOASSIALE RETTA

Il riferimento è quanto riportato nel NTC2018 (par. 4.2.4.1.2.3)

4.2.4.1.2.3 ***Flessione monoassiale (retta)***

Il momento flettente di progetto M_{Ed} deve rispettare la seguente condizione:

$$\frac{M_{Ed}}{M_{c,Rd}} \leq 1 \qquad [4.2.11]$$

dove la resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ si valuta tenendo conto della presenza di eventuali fori in zona tesa per collegamenti bullonati o chiodati.

La resistenza di progetto a flessione retta della sezione $M_{c,Rd}$ vale:

$$M_{c,Rd} = M_{pl,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 1 e 2;} \qquad [4.2.12]$$

in cui W_{pl} rappresenta il modulo di resistenza plastico della sezione

$$M_{c,Rd} = M_{el,Rd} = \frac{W_{el,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 3;} \qquad [4.2.13]$$

$$M_{c,Rd} = \frac{W_{eff,min} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}} \text{ per le sezioni di classe 4;} \qquad [4.2.14]$$

per le sezioni di classe 3, $W_{el,min}$ è il modulo resistente elastico minimo della sezione in acciaio; per le sezioni di classe 4, invece, il modulo $W_{eff,min}$ è calcolato eliminando le parti della sezione inattive a causa dei fenomeni di instabilità locali, secondo il procedimento esposto in UNI EN1993-1-5, e scegliendo il minore tra i moduli così ottenuti.

$M_{RD} = W_{el} \times f_y \ / \ \gamma_{M0}$ dove $f_y = 240$ MPa = 2400 kg/cm^2 e $\gamma_{M0} = 1.10$

$M_{RD} = 4.49 \times 2400 / 1.10 = 9796$ kg cm

$M_{RD} = 9796$ kg cm > 6000 kgcm

VERIFICA SODDISFATTA

DIAGRAMMA DI TAGLIO (caso di carico 1_SLU)

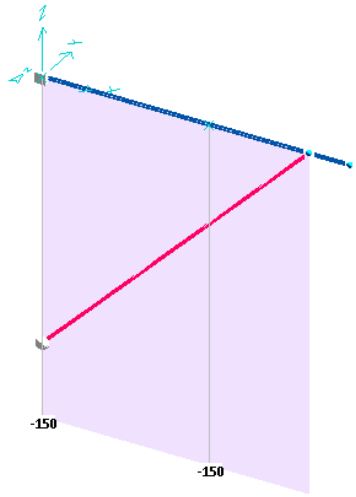


Figura 7 – *Staffaggio 4*

V_{SD} = 150 kg

VERIFICA A TAGLIO

$V_{RD} = A_V \times (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

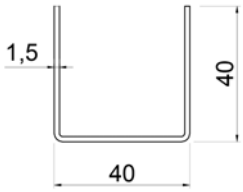
$V_{RD} = (2 \times 0.25 \times 3.5) \times (2400 / \sqrt{3}) / 1.10 = 2204$ kg

V_{RD} = 2204 kg > 150 kg

VERIFICA SODDISFATTA

6.2 Diagonale

CARATTERISTICHE MECCANICHE SEZIONE



A = 1.7325 cm^2 (area resistente)

DIAGRAMMA DI SFORZO ASSIALE (caso di carico 1_SLU)

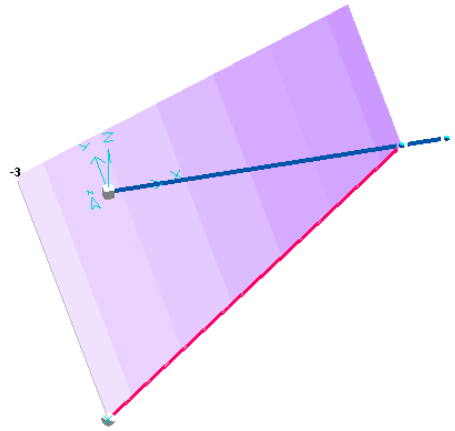


Figura 8 – *Staffaggio 4*

N_{SD} = 3 kg (compressione)

VERIFICA A COMPRESSIONE

$N_{C,RD} = A \times (f_y) / \gamma_{M0}$ dove f_y = 240 MPa = 2400 kg/cm^2 e γ_{M0} = 1.10

$N_{RD} = 1.7325 \times 2400 / 1.10 = 3774$ kg

$N_{RD} = 3774$ kg > 3 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7 VERIFICA COLLEGAMENTI

Si riportano le verifiche a SLU, dei collegamenti alla struttura esistente del viadotto.

7.1 Ancoranti chimici mensola

Il collegamento della mensola con la struttura del viadotto è realizzato con n.4 ancoranti chimici tipo M12 in acciaio INOX A4-70 con resina INDEX MOH410 o in alternativa con resina FISHER FIS-V. Gli sforzi agenti nel tassello maggiormente sollecitato valgono:

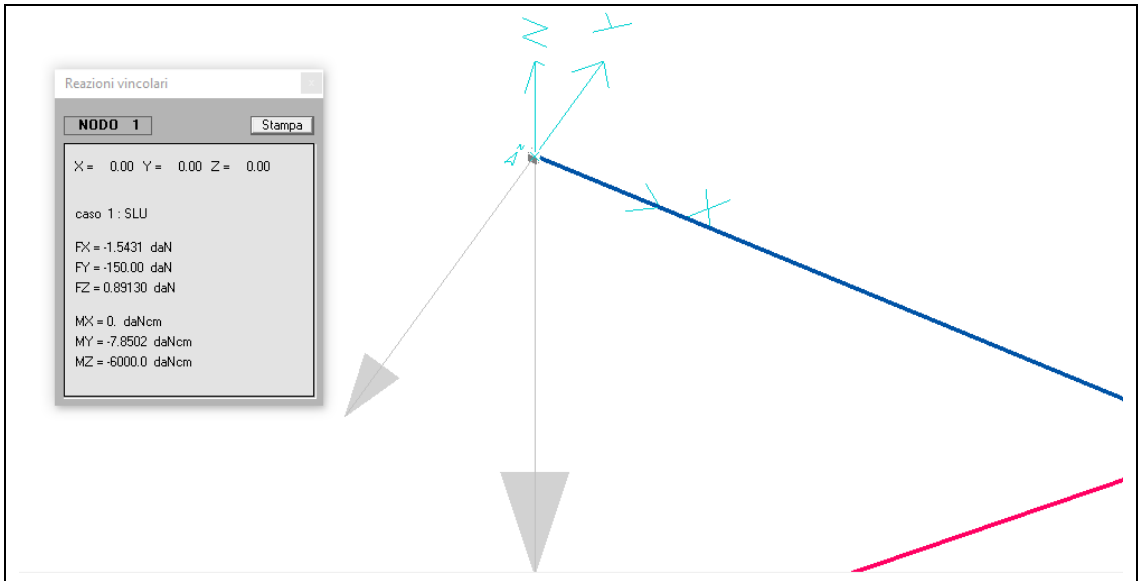


Figura 9 – *Reazioni vincolari mensola*

- Trazione $F_{T,SD}$ = 1.55 kg
- Taglio orizzontale $F_{V,SD}$ = 150 kg
- Momento flettente $M_{,SD}$ = 6000 kgcm

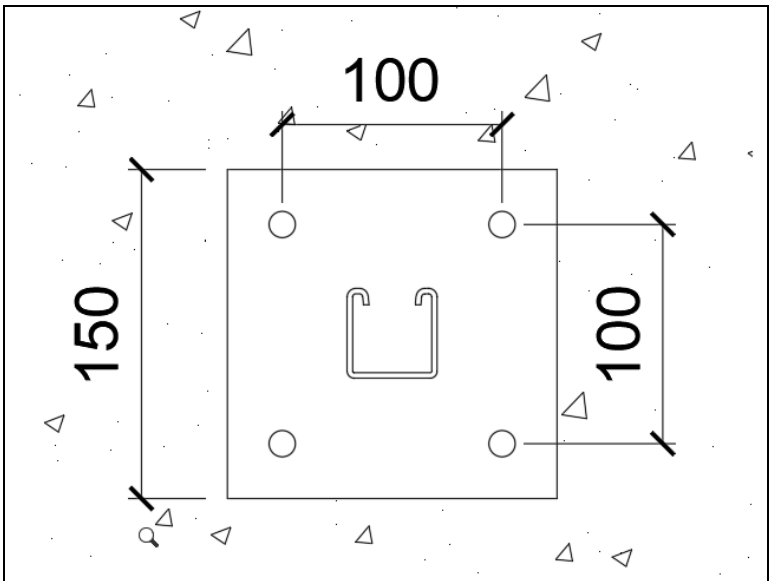


Figura 10 – *Schema ancoraggi*

Le azioni massime sull'ancorante più sollecitato, risultano

- Trazione $F_{T,SD}$ = 6000 / 10 / 2 = 300 kg
- Taglio $F_{V,SD}$ = 37.5 kg

Dalla scheda tecnica dell'ancorante, risulta:

con resina INDEX MOH410

MAXIMUM LOADS RECOMMENDED (when γ_F= 1.4)

CONCRETE CLASS			SIZE			M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27	M30
NON-CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*8,5*	*13,8*	*20,0*	*37,6*	*58,5*	*84,2*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,1*	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	*65,7*	*80,0*
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	6,3	9,4	13,6	22,9	33,9	45,9	40,5	42,3
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	7,9	10,6	15,6	22,9	36,0	50,2	--	49,3
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	*9,77*	*15,41*	*22,18*	*41,35*	*64,66*	*92,86*	101,2	105,7
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	*5,95*	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	*73,72*	*89,74*
CRACKED CONCRETE	ZINC PLATED	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*8,5*	*12,0*	*22,2*	*34,8*	*50,2*	--	--
	STAINLESS STEEL	Tension	$h_{ef,min}$ = 8d	N_{rec}	[kN]	--	4,4	6,4	11,4	15,9	22,9	--	--
			Standard stud	N_{rec}	[kN]	--	5,0	7,4	11,4	16,9	25,1	--	--
			$h_{ef,max}$ = 20d	N_{rec}	[kN]	--	11,2	16,1	28,7	39,8	57,4	--	--
		Shear	All depths	V_{rec}	[kN]	--	*9,16*	*13,74*	*25,18*	*39,38*	*56,78*	--	--

1 KN = 100 kg
The italic font underlined values indicate steel failure; rest indicates pull-out failure.

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1360 kg > 300 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1200 kg > 37.5 kg

VERIFICA SODDISFATTA

con resina FISHER FIS-V

CARICHI

Sistema a iniezione FIS V / FIS V-BOND con barre filettate FIS A / RG M (classe A4-70)
Carichi ammissibili massimi per un ancorante singolo[1) 6)] in calcestruzzo C20/25[5)] non fessurato e in foro a rotopercussione
Per la progettazione deve essere consultata la Valutazione Tecnica Europea ETA - 02/0024.

				Calcestruzzo non fessurato																
Tipo	Coppia di serraggio	Interasse minimo	Distanza bordo minima	Carico ammissibile a trazione N_{amm}[3)] [kN] – Profondità di ancoraggio efficace																Carico amm. taglio
	T_{inst} [Nm]	s_{min}[2)] [mm]	c_{min}[2)] [mm]	50 [mm]	60 [mm]	70 [mm]	80 [mm]	90 [mm]	100 [mm]	120 [mm]	140 [mm]	160 [mm]	200 [mm]	220 [mm]	260 [mm]	300 [mm]	400 [mm]	500 [mm]	600 [mm]	V_{amm}[3) 4)] [kN]
FIS A M 6 (A4)	5	40	40	4,0	**4,8**	5,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3,2
FIS A M 8 (A4)	10	40	40	-	7,9	9,2	**9,8**	9,8	9,8	9,8	9,8	9,8	-	-	-	-	-	-	-	5,9
FIS A M 10 (A4)	20	45	45	-	9,9	11,5	13,2	**14,8**	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5	-	-	-	-	-	-	9,3
FIS A M 12 (A4)	40	55	55	-	-	13,8	15,8	17,8	**19,7**	22,6	22,6	22,6	22,6	22,6	-	-	-	-	-	13,5
FIS A M 16 (A4)	60	65	65	-	-	-	17,2	20,5	23,9	**28,7**	33,5	38,3	42,1	42,1	42,1	42,1	-	-	-	25,2
FIS A M 20 (A4)	120	85	85	-	-	-	-	20,5	24,0	31,6	39,8	**45,5**	56,8	62,5	65,6	65,6	65,6	-	-	39,4
FIS A M 24 (A4)	150	105	105	-	-	-	-	-	24,0	31,6	39,8	48,7	**64,6**	71,1	84,0	94,6	94,6	-	-	45,2
FIS A M 27 (A4)	200	125	125	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	**75,5**	89,3	103,0	122,9	122,9	-	54,0
FIS A M 30 (A4)	300	140	140	-	-	-	-	-	-	31,6	39,8	48,7	68,0	78,5	**99,2**	114,4	150,3	150,3	150,3	63,2

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1970 kg > 300 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1350 kg > 37.5 kg

VERIFICA SODDISFATTA

7.2 Ancoranti chimici puntone

Il collegamento del puntone con la struttura del viadotto è realizzato con n.1 ancorante chimico tipo M12 in acciaio INOX A4-70 con resina INDEX MOH410 o in alternativa con resina FISHER FIS-V. Gli sforzi agenti nel tassello valgono:

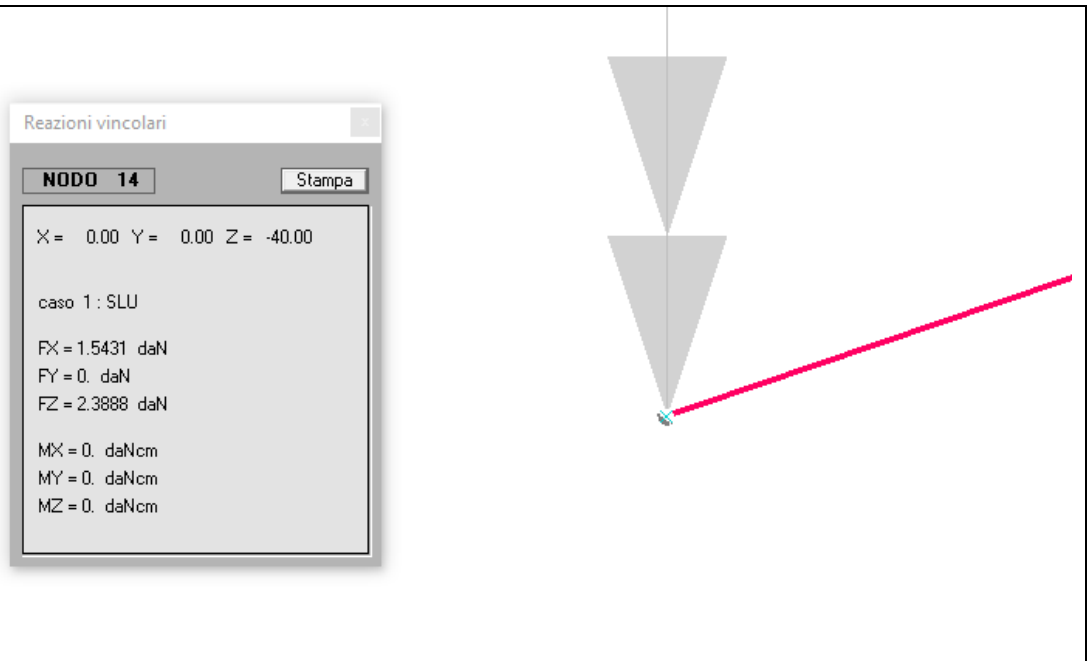


Figura 11 – *Reazioni vincolari puntone*

- Trazione $F_{T,SD}$ = 1.5 kg
- Taglio verticale $F_{V,SD}$ = 2.5 kg

Dalla scheda tecnica dell'ancorante, risulta:

con resina INDEX MOH410

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1360 kg > 1.5 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1200 kg > 2.5 kg

VERIFICA SODDISFATTA

con resina FISHER FIS-V

- Resistenza a Trazione $F_{T,RD}$ = 1970 kg > 1.5 kg
- Resistenza a Taglio $F_{V,RD}$ = 1350 kg > 2.5 kg

VERIFICA SODDISFATTA

8 DEFORMAZIONI

Si riporta il diagramma degli spostamenti (in combinazione RARA).

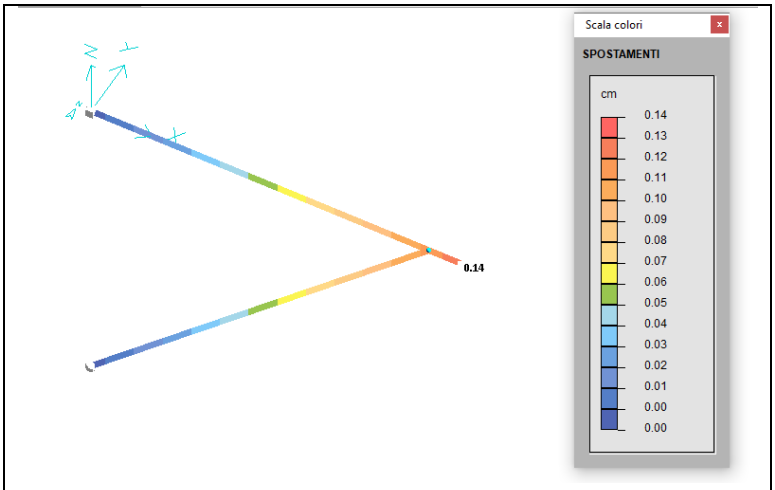


***Figura 12** – Staffaggio 4*

d = 0.14 cm

L = 45 cm

La deformazione deve essere inferiore ad 1/400 del doppio dello sbalzo, ovvero :

0.14 cm < 90cm /400cm = 0.225 cm

VERIFICA SODDISFATTA

ALLEGATO 1 – STAFFAGGIO 4

DATI STRUTTURA:

```
*** DATI STRUTTURA

Unita` di misura :
LUNGHEZZE        : cm
SUPERFICI        : cm2
DATI SEZIONALI   : cm
ANGOLI           : gradi
FORZE            : daN
MOMENTI          : daNcm
CARICHI LINEARI  : daN/cm
CARICHI SUPERFIC.: daN/cm2
TENSIONI         : daN/cm2
PESI DI VOLUME   : daN/cm3
COEFF. DI WINKLER: daN/cm3
RIGIDEZZE VINCOL.: daN/cm - daNcm/rad


NODI--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      4
  Nome    Coord. X    Coord. Y    Coord. Z
     1       0.000       0.000       0.000
    12      40.000       0.000       0.000
    14       0.000       0.000     -40.000
    15      45.000       0.000       0.000

ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      3
  Nome  Proprieta`  Nodo iniz.   Nodo fin. Rilasci in. Rilasci fin.     Orient.
     1           5           1          12                                180.0
     8           5          12          15                                180.0
    11           2          12          14        RyRz      RxRyRz         90.0

PROPRIETA` ASTE---|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome   Materiale        Base     Altezza        Area Area tag. Y Area tag.  Z
                     Kw vertic.   Kw orizz.      J tors. J fless. Y  J fless.  Z
     2           4        4.00        4.00 2.87500E+00 1.00000E+00  2.00000E+00
                       0.000000    0.000000 5.74345E-02 4.81117E+00  7.93490E+00
     5           4        4.10        4.10 3.39468E+00 3.39468E+00  3.39468E+00
                       0.000000    0.000000 1.00000E+00 9.21762E+00  7.30183E+00

MATERIALI---------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      1
  Nome Mod. elast.   Coeff. nu  Mod. tang.  Peso spec.    Dil. te.
     4 2.00000E+06 3.00000E-01 8.50000E+05 8.00000E-03  1.00000E-05

VINCOLI-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nodo    Rigid. X    Rigid. Y    Rigid. Z   Rigid. RX   Rigid. RY   Rigid. RZ
     1    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato    bloccato
    14    bloccato    bloccato    bloccato      libero      libero      libero

CARICHI NODI------|-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      1
  Nome                        Nodo   Direzione  Intensita`
     1 Vento                    12           Y      100.0

PESI PROPRI ASTE--|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
  Cond.  Nome Carichi          Aste
     1   2-4                    1, 8, 11

CARICHI DI LINEA   |-----------|-----------|-----------|-----------|num.=      0
           numero coordinata                        Intensità
  Nome     inizio       fine   Cond. Direz.   inizio        fine  Descrizione

CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:    3
        Lista carichi: 2-4

     2               Vento   N. carichi:    1
        Lista carichi: 1

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
     1  0.000000E+00  0.000000E+00 -2.523100E+00  0.000000E+00  5.351800E+01  0.000000E+00
     2  0.000000E+00  1.000000E+02  0.000000E+00  0.000000E+00  0.000000E+00  4.000000E+03
```

DESCRIZIONE CASI DI CARICO:

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	SLU	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		
2	ESERCIZIO	Rara	somma	1	1.000	+		
				2	1.000	+		

REAZIONI VINCOLARI:

REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO : 1 SLU COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.30
2 Vento + 1.50

1) +1.30*c001 +1.50*c002
Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo: 1.000000

Nodo	SX	SY	SZ	RX	RY	RZ
1	-1.5	-150.0	0.9	0.0	-7.9	-6000.0
14	1.5	0.0	2.4	0.0	0.0	0.0

REAZIONI VINCOLARI

CASO DI CARICO : 2 ESERCIZIO COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.00
2 Vento + 1.00

1) +1.00*c001 +1.00*c002
Unità di misura: SX,SY,SZ [daN];RX,RY,RZ [daNcm]

Coefficiente moltiplicativo: 1.000000

Nodo	SX	SY	SZ	RX	RY	RZ
1	-1.2	-100.0	0.7	0.0	-6.0	-4000.0
14	1.2	0.0	1.8	0.0	0.0	0.0

SOLLECITAZIONI ASTE:

SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO : 1 SLU COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.30
2 Vento + 1.50

1) +1.30*c001 +1.50*c002

Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
MZZ,MYY,TORS [daNcm]

Asta	1	nodi	1	12		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	1.5	-0.9	-150.0	0.0	-6000.0	7.9
20.	1.5	-0.2	-150.0	0.0	-3000.0	-2.9
40.	1.5	0.5	-150.0	0.0	0.0	0.4

Asta	8	nodi	12	15		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	-0.2	0.0	0.0	0.0	0.4
3.	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
5.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Asta	11	nodi	12	14		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-1.6	0.0	-0.6	0.0	0.0	0.0
28.	-2.2	0.0	0.0	0.0	8.5	0.0
57.	-2.8	0.0	0.6	0.0	0.0	0.0

SOLLECITAZIONI ASTE

CASO DI CARICO : 2 ESERCIZIO COMBINAZIONE

N. 2 CONDIZIONI ANALISI STATICA
1 Peso_proprio_____ + 1.00
2 Vento + 1.00

1) +1.00*c001 +1.00*c002

Unità di misura: Prog e frecce [cm];NORM,TYY,TZZ [daN]
MZZ,MYY,TORS [daNcm]

Asta	1	nodi	1	12		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	1.2	-0.7	-100.0	0.0	-4000.0	6.0
20.	1.2	-0.1	-100.0	0.0	-2000.0	-2.2
40.	1.2	0.4	-100.0	0.0	0.0	0.3

Asta	8	nodi	12	15		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.3
3.	0.0	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.1
5.	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Asta	11	nodi	12	14		
PROGR.	NORM	TYY	TZZ	TORS	MYY	MZZ
0.	-1.2	0.0	-0.5	0.0	0.0	0.0
28.	-1.7	0.0	0.0	0.0	6.5	0.0
57.	-2.1	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0

PROGETTISTA
OPERE STRUTTURALI :

Ing.

ORDINE INGEGNERI DELLA PROVINCIA DI TORINO

REGIONE LOMBARDIA

A9 MILANO-COMO-CHIASSO

Interventi di protezione delle pendici tra Prog. Km 36+000 e Km 38+000 e sistemazione idraulica V.tto Terrazze tra Prog. Km 38+274 e Km 38+474

STAFFAGGI VIADOTTO TERRAZZE

PROGETTO STRUTTURALE

RELAZIONE DI CALCOLO

Collari

REV:	NOTE:	DATA:
A	Emissione iniziale	18/09/2019

FILE :	RELAZIONE N.:	REV:	SCALA :
	RC 04	A	-

RELAZIONE DI CALCOLO

INDICE

1 PREMESSA 2

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO 2

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI 2

4 COLLARE PER TUBO Ø300 – 30X3MM INTERASSE 150CM 3

5 COLLARE PER TUBO Ø300 – 30X4MM INTERASSE 200CM 6

6 COLLARE PER TUBO Ø400 – 40X4MM INTERASSE 150CM 9

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione di calcolo è la verifica strutturale dei collari da realizzarsi per i nuovi staffaggi sul viadotto Terrazze, nei pressi di Como (CO). Tale staffaggio è necessario per il sostegno delle nuove tubazioni in PRFV previste nell'ambito della nuova rete di smaltimento acque.

Si utilizza il metodo di calcolo agli stati limite.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La normativa utilizzata è la seguente:

- **Decreto Ministeriale del 17/01/18 – Norme Tecniche per le Costruzioni – NTC2018**
- **Circolare ministero dei LL.PP. del 21/01/2019 n.7 – Istruzioni per l'applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018"**

Le norme tecniche rimandano ad altre normative di comprovata validità, tra cui:

- Decreto Ministeriale del 14/01/08 – Norme Tecniche per le Costruzioni - NTC2008
- Decreto ministeriale LL.PP. del 16/01/96 - Norme tecniche relative ai «Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi».
- Circolare ministero dei LL.PP. del 04/07/96 n. 156AA.GG/STC - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e dei sovraccarichi" (D.M. del 16/01/96).
- Decreto Ministeriale LL.PP. del 03/12/87 - Norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- Decreto ministeriale LL.PP. del 9/01/96 - Norme tecniche per il calcolo l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

ACCIAIO INOSSIDABILE AISI 316

f_T = 530-680 Mpa

f_y = 240 Mpa **(Minimo carico unitario di scostamento dalla proporzionalità dello 0,2%)**

E = 200000 Mpa

γ = 8000 kg/m³

4 COLLARE PER TUBO Ø300 – 30x3mm INTERASSE 150cm

Il presente capitolo riguarda la verifica del collare in lamiera 30x3, utilizzato per il sostegno delle tubazioni di diametro 300 mm (piene di acqua), con interasse 150cm.

Peso tubazione D300 piena d'acqua = **70,6 kg/m**

Il collare è realizzato in acciaio inox **AISI 316.**

Per il calcolo è stato realizzato un modello con elementi finiti bi-dimensionali, con vincoli esterni di tipo cerniera e carrello posti in corrispondenza dei dadi di bloccaggio delle barre filettate.

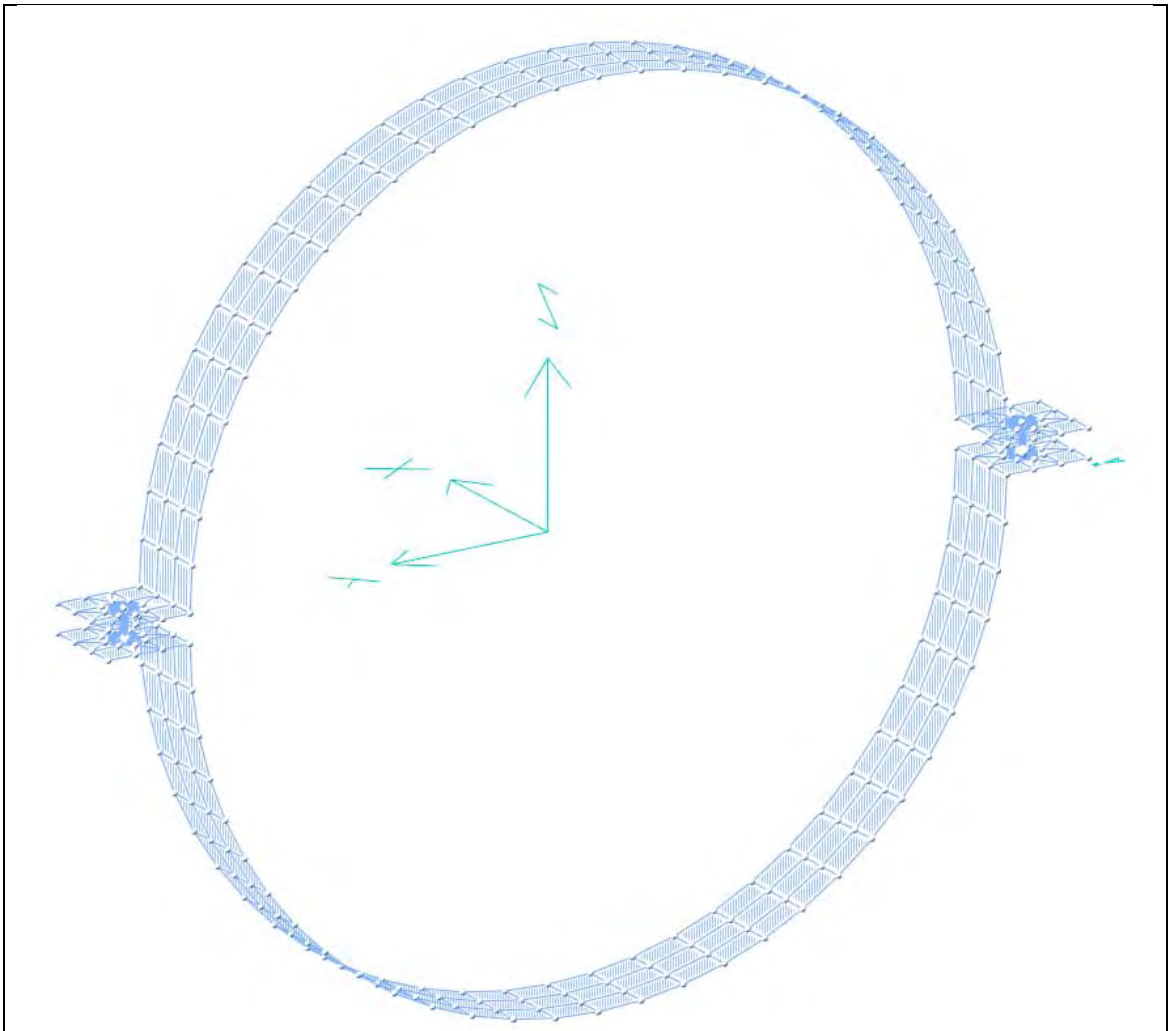


Figura 1 *– Modello ad elementi finiti*

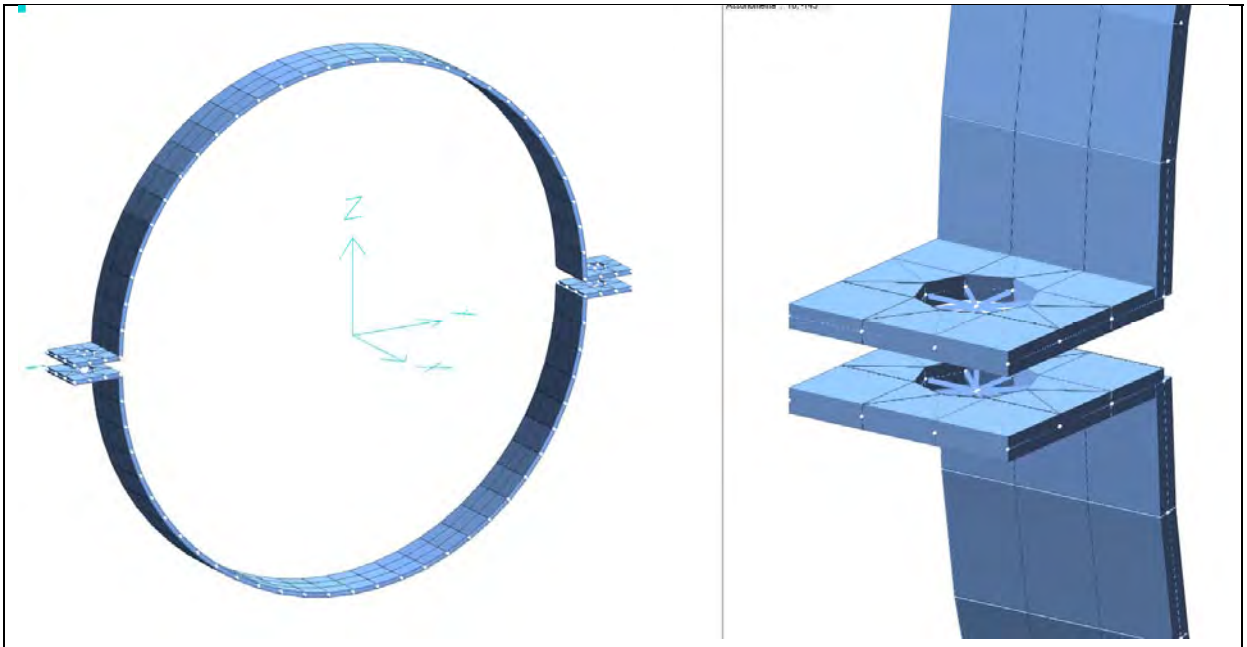


Figura 2 – *Modello ad elementi finiti con ingombri solidi e particolari*

Al modello sono stati applicati i carichi di peso proprio (condizione 1) ed il carico del tubo (condizione 2); il carico del tubo è stato assegnato sottoforma di carico distribuito non uniforme:

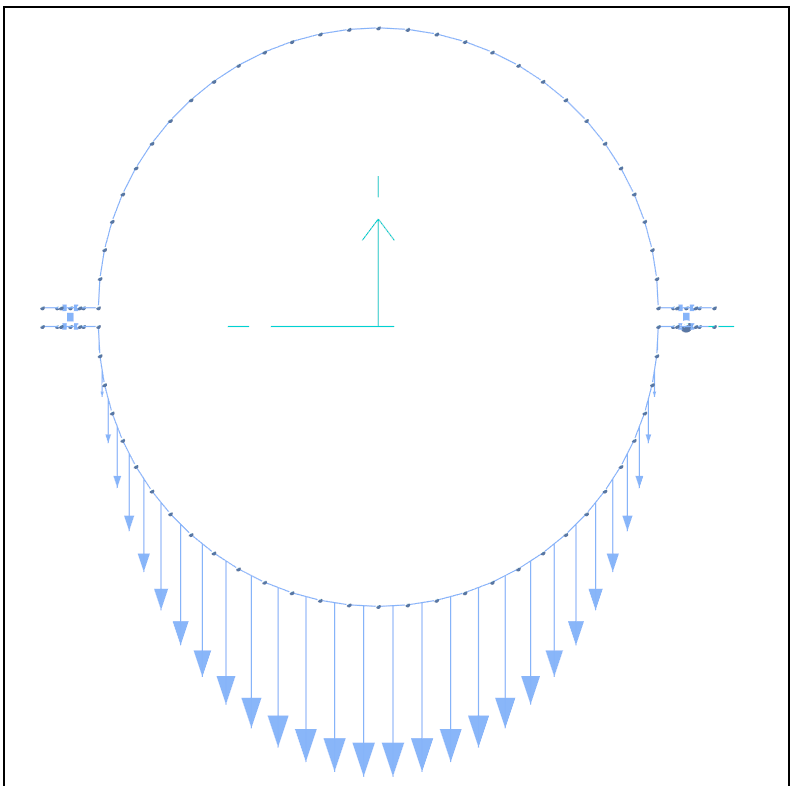


Figura 3 – *Estratto con applicazione del carico*

Si riporta l'estratto con le condizioni inserite e le risultanti di carico applicato, per verificare la coerenza con il carico di progetto:

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:  247
        Lista carichi: 91-337

     2  Permanente_________   N. carichi:   90
        Lista carichi: 1-90

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
     1  0.000000E+00  0.000000E+00 -7.482000E-01 -1.693000E-01 -1.122300E+00  0.000000E+00
     2  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.239814E+02  0.000000E+00 -1.859721E+02  0.000000E+00
```

Le due condizioni sono state combinate in un caso di carico

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	Caso 1	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		

Risultato dell'analisi è il diagramma delle tensioni ideali nell'elemento:

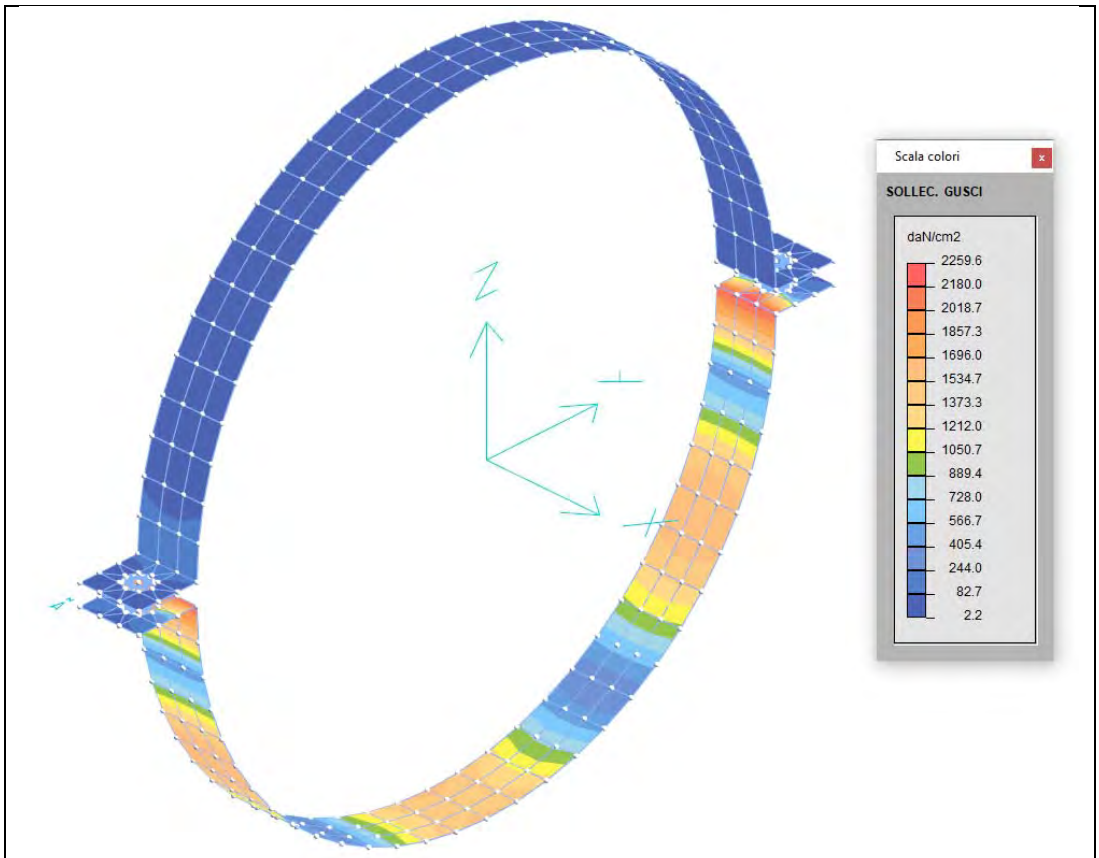


***Figura 4** – Diagramma tensioni [kg/cmq]*

σ_{max} = 2260 kg/cmq < σ_{adm} = 2400 kg/cmq

VERIFICA SODDISFATTA

5 COLLARE PER TUBO Ø300 – 30x4mm INTERASSE 200cm

La presente nota di calcolo riguarda la verifica del collare in lamiera 30x4, utilizzato per il sostegno delle tubazioni di diametro 300 mm (piene di acqua), con interasse 200cm.

Peso tubazione D300 piena d'acqua = **70,6 kg/m**

Il collare è realizzato in acciaio inox **AISI 316.**

Per il calcolo è stato realizzato un modello con elementi finiti bi-dimensionali, con vincoli esterni di tipo cerniera e carrello posti in corrispondenza dei dadi di bloccaggio delle barre filettate.

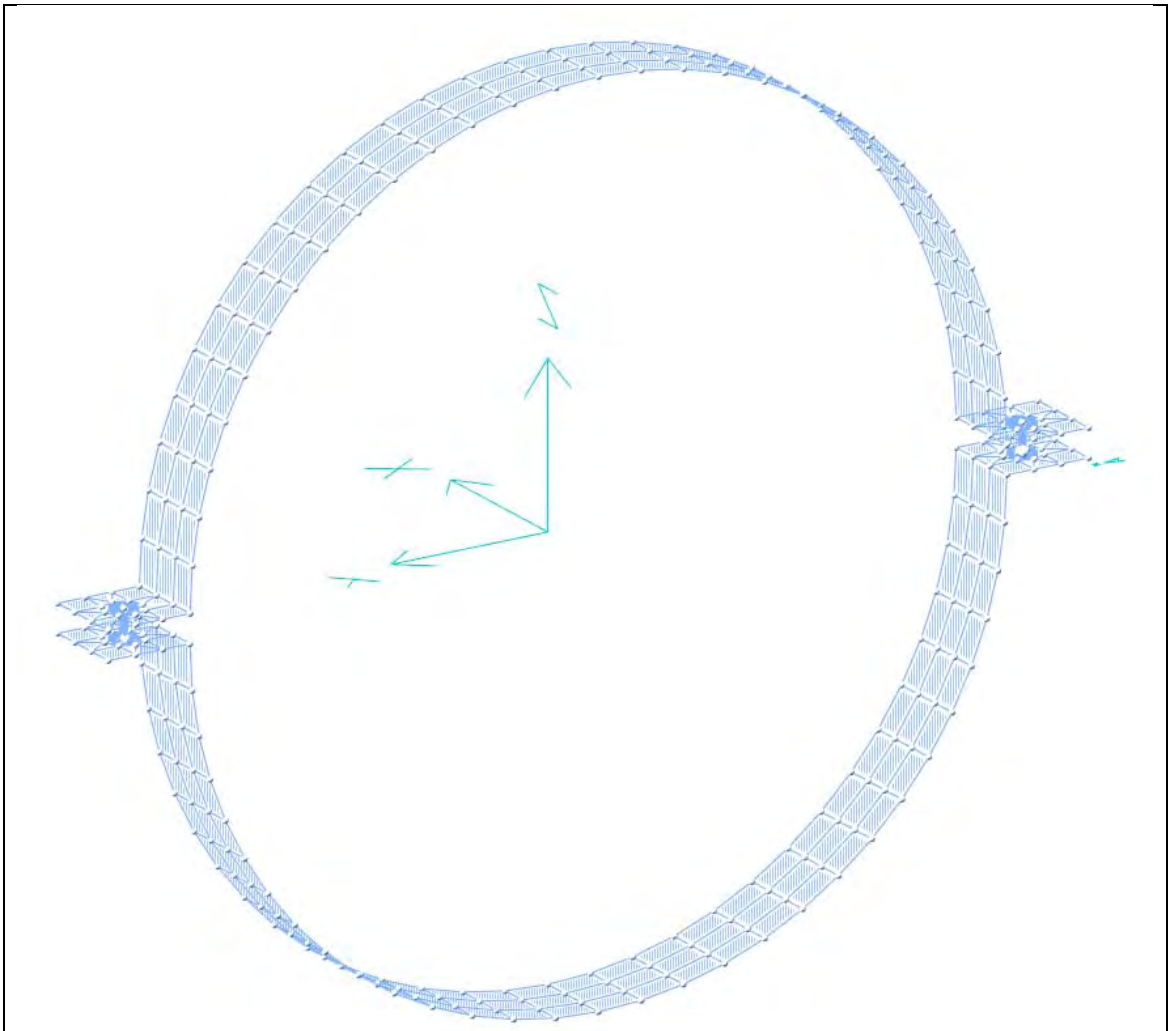


Figura 5 *– Modello ad elementi finiti*

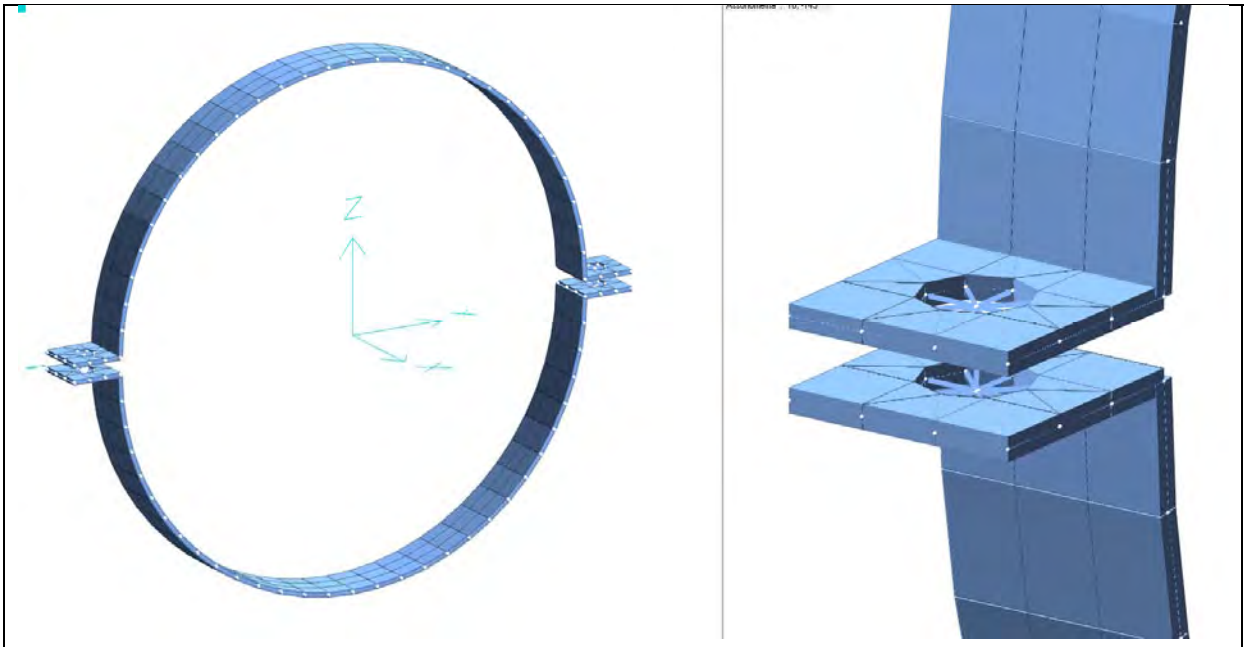


Figura 6 – *Modello ad elementi finiti con ingombri solidi e particolari*

Al modello sono stati applicati i carichi di peso proprio (condizione 1) ed il carico del tubo (condizione 2); il carico del tubo è stato assegnato sottoforma di carico distribuito non uniforme:

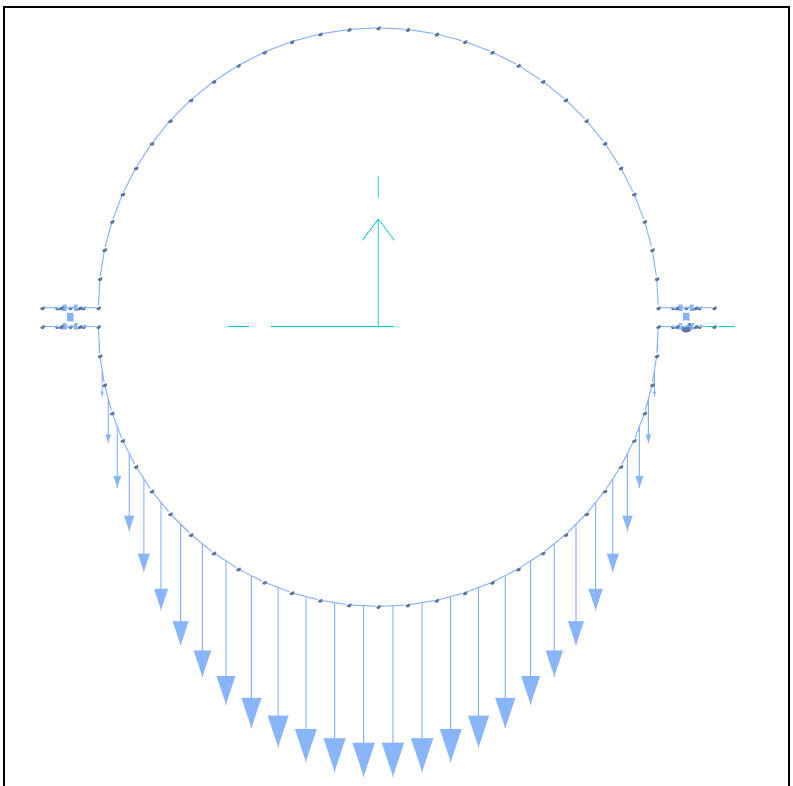


Figura 7 – *Estratto con applicazione del carico*

Si riporta l'estratto con le condizioni inserite e le risultanti di carico applicato, per verificare la coerenza con il carico di progetto

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:  247
        Lista carichi: 91-337

     2  Permanente_________   N. carichi:   90
        Lista carichi: 1-90

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
     1  0.000000E+00  0.000000E+00 -9.976000E-01 -2.258000E-01 -1.496400E+00  0.000000E+00
     2  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.653085E+02  0.000000E+00 -2.479628E+02  0.000000E+00
```

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	Caso 1	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		

Risultato dell'analisi è il diagramma delle tensioni ideali nell'elemento:

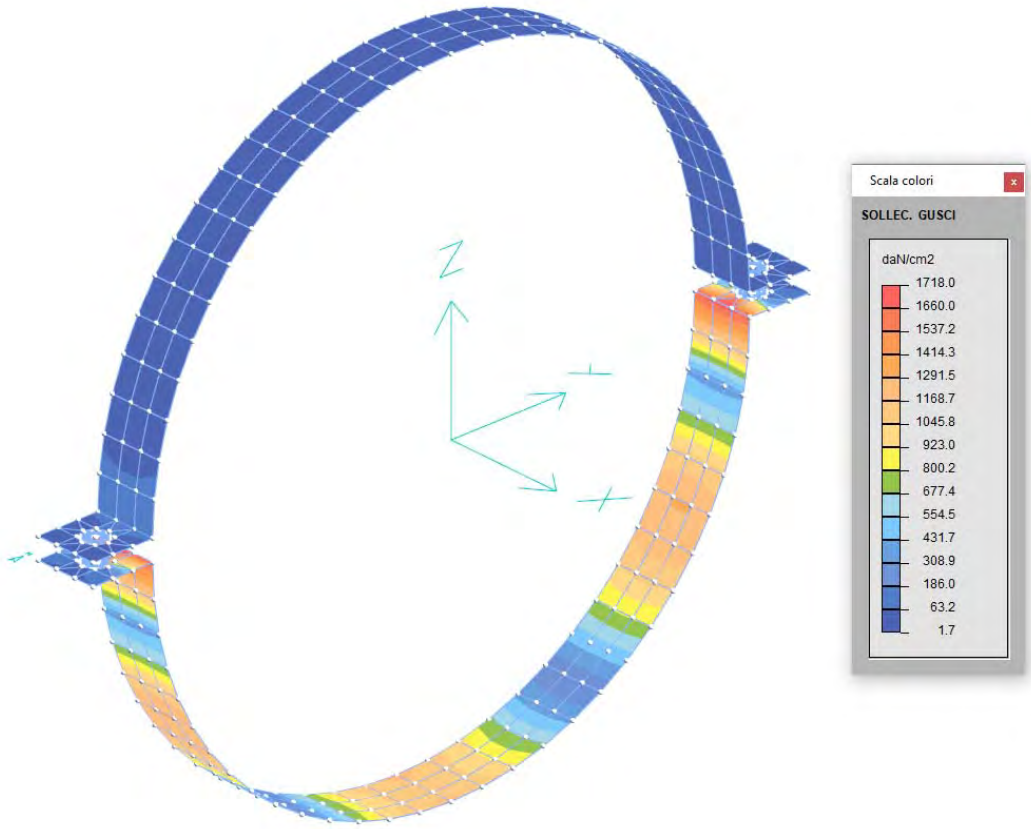


***Figura 8** – Diagramma tensioni [kg/cmq]*

σ_{max} = 1718 kg/cmq < σ_{adm} = 2400 kg/cmq

VERIFICA SODDISFATTA

6 COLLARE PER TUBO Ø400 – 40x4mm INTERASSE 150cm

La presente nota di calcolo riguarda la verifica del collare in lamiera 40x4, utilizzato per il sostegno delle tubazioni di diametro 400 mm (piene di acqua), con interasse 150cm.

Peso tubazione D400 piena d'acqua = **125,6 kg/m**

Il collare è realizzato in acciaio inox **AISI 316.**

Per il calcolo è stato realizzato un modello con elementi finiti bi-dimensionali, con vincoli esterni di tipo cerniera e carrello posti in corrispondenza dei dadi di bloccaggio delle barre filettate.

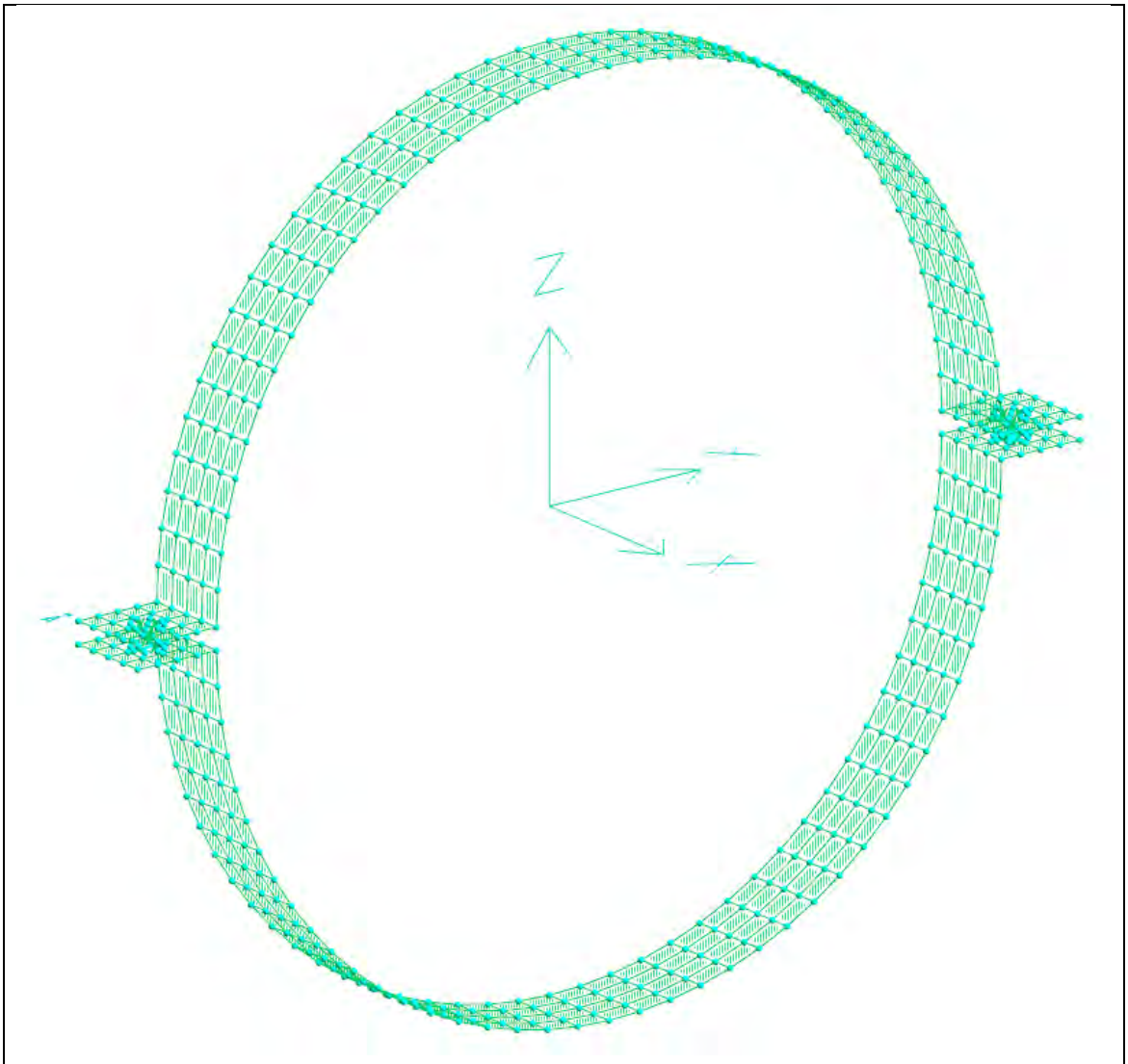


Figura 9 *– Modello ad elementi finiti*

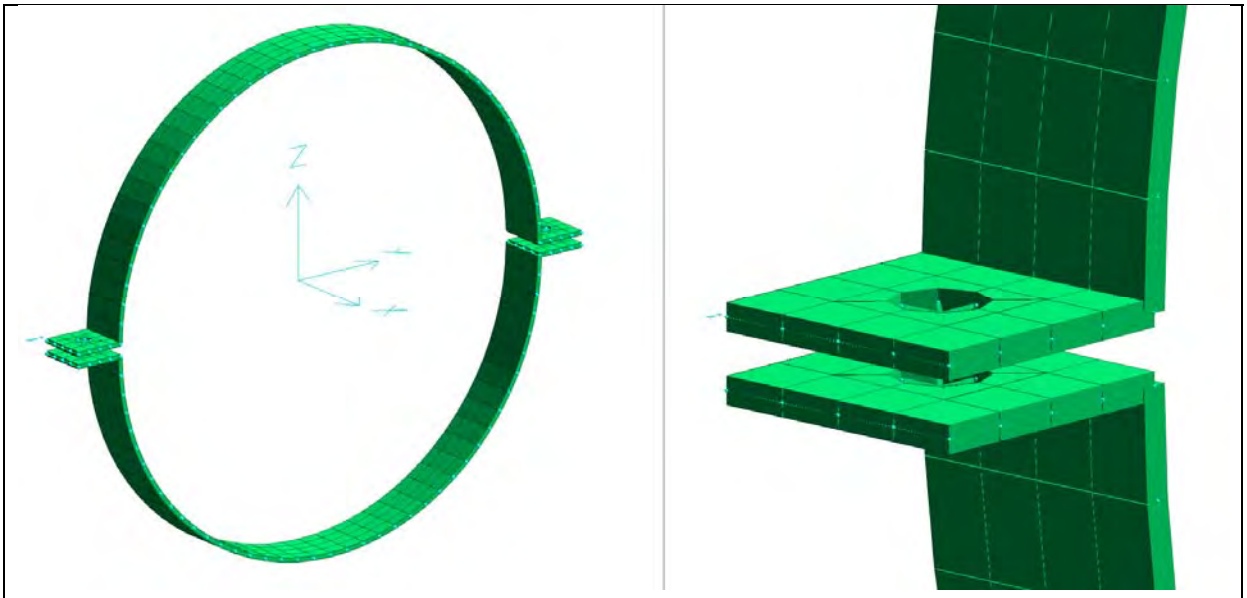


Figura 10 – *Modello ad elementi finiti con ingombri solidi e particolari*

Al modello sono stati applicati i carichi di peso proprio (condizione 1) ed il carico del tubo (condizione 2); il carico del tubo è stato assegnato sottoforma di carico distribuito non uniforme:

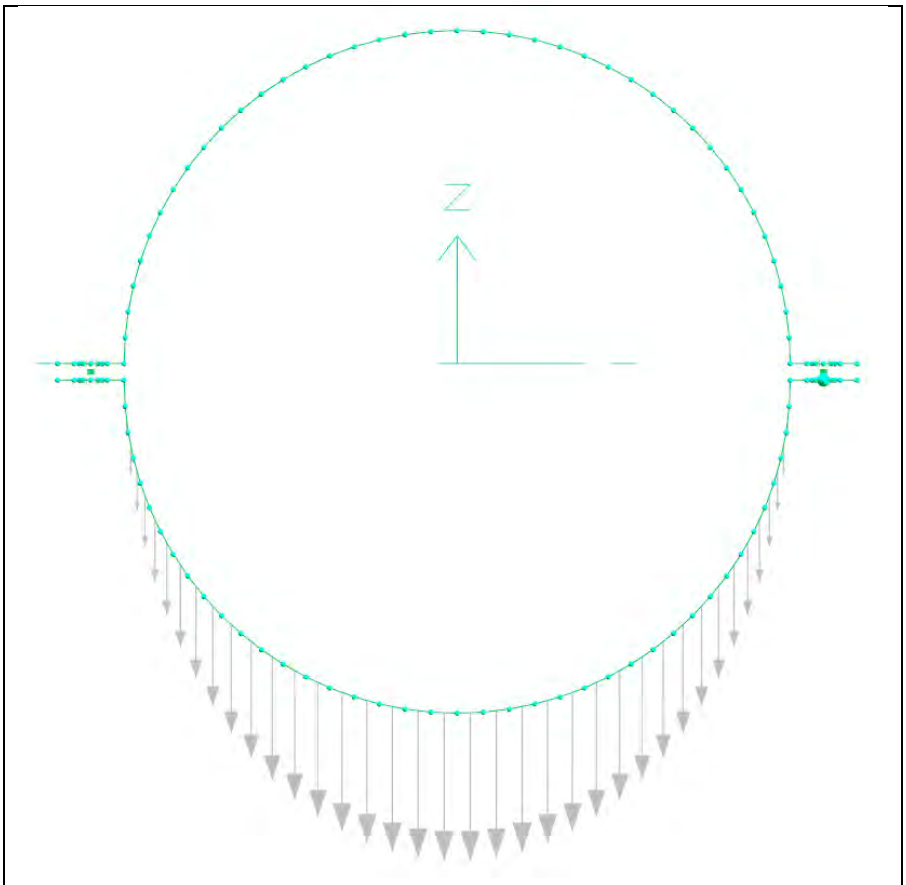


Figura 11 – *Estratto con applicazione del carico*

Si riporta l'estratto con le condizioni inserite e le risultanti di carico applicato, per verificare la coerenza con il carico di progetto

```
CONDIZIONI DI CARICO----------|-----------|-----------|-----------|num.=      2
  Nome
     1  Peso_proprio_______   N. carichi:  400
        Lista carichi: 161-560

     2  Permanente_________   N. carichi:  160
        Lista carichi: 1-160

  RISULTANTI DEI CARICHI (punto di applicazione nell'origine degli assi):
  cond.         FX            FY            FZ            MX            MY            MZ
     1  0.000000E+00  0.000000E+00 -1.762200E+00  0.000000E+00  3.524400E+00  0.000000E+00
     2  0.000000E+00  0.000000E+00 -2.135093E+02  0.000000E+00  4.270185E+02  0.000000E+00
```

Le due condizioni sono state combinate in un caso di carico

NOME	DESCRIZIONE	VERIFICA	TIPO	CONDIZ. INSERITE			CASI INSERITI	
				Num.	Coeff.	Segno	Num.	Coeff.
1	Caso 1	S.L.U.	somma	1	1.300	+		
				2	1.500	+		

Risultato dell'analisi è il diagramma delle tensioni ideali nell'elemento:

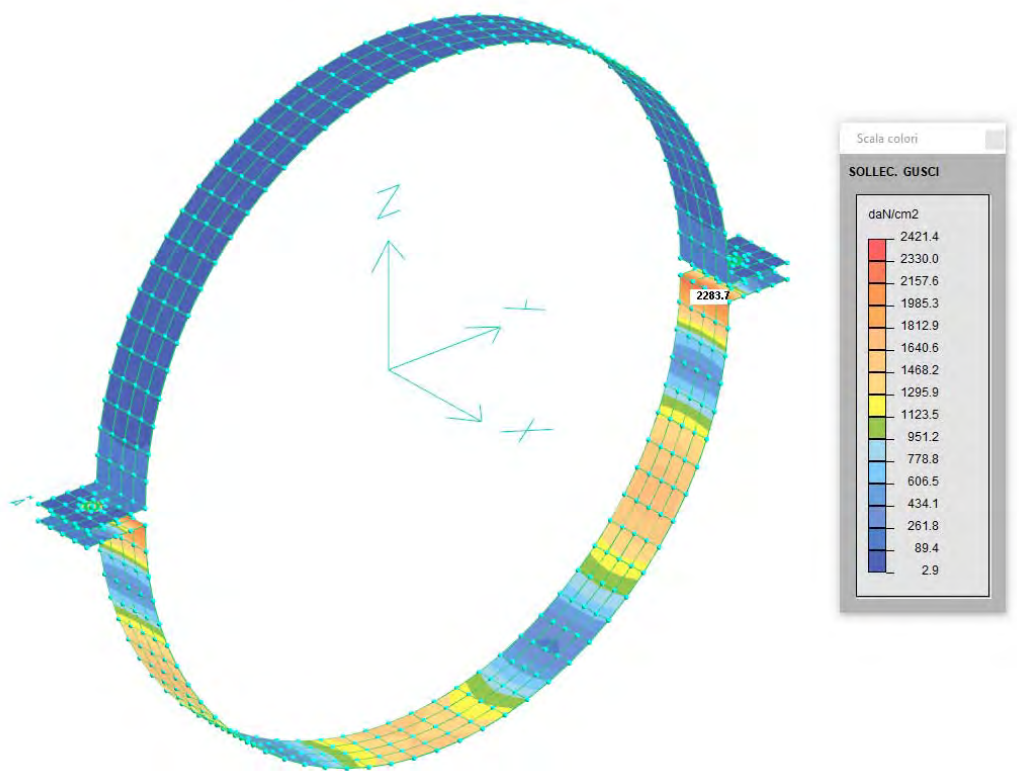


***Figura 12** – Diagramma tensioni [kg/cmq]*

σ_{max} = 2284 kg/cmq < σ_{adm} = 2400 kg/cmq

VERIFICA SODDISFATTA