



COMUNE DI ASCOLI PICENO

"MEDAGLIA D'ORO AL VALORE MILITARE PER ATTIVITA' PARTIGIANA"

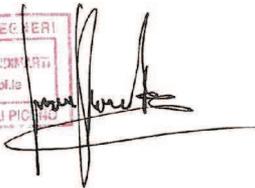
Provincia di Ascoli Piceno

NUOVA VIABILITA' TRA VIA DELLE ZEPPELLE E VIALE COSTANTINO ROZZI E RECINZIONI / BALAUSTRE STADIO COMUNALE CINO E LILLO DEL DUCA DI ASCOLI PICENO LOTTO 3 - BALAUSTRE



PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO		DESCRIZIONE	
SERIE	E	RELAZIONE DI CALCOLO	
AREA	STR		
TIPO	ALL		
NUMERO	05	FILE: 17024_E_STR_ALL.05_R00	COMMESSA: 024_MA.A462_17024

SINDACO: Avv. Guido Castelli	PROGETTAZIONE STRUTTURALE: SPES ITALIA Engineering srl		
ASSESSORE ALLO SPORT: Massimiliano Brugni	 	 	
ASSESSORE LAVORI PUBBLICI: Dott. Tega Valentino			Dott. Ing. Giuseppe Brandimarti
DIRIGENTE SETTORE: Dott. Ing. C. Everard Weldon			
R.U.P.: Dott. Ing. C. Everard Weldon			

R00			Arch. Michele Ritucci	Ing. Giuseppe Brandimarti
REVISIONE	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

Il presente documento non potrà essere copiato, riprodotto o altrimenti pubblicato, in tutto o in parte, senza il consenso scritto della Soc. SPES ITALIA Engineering srl. Ogni utilizzo non autorizzato sarà perseguito a norma di legge.
This document may not be copied, reproduced or published. Either in part or in its entirety, without the written permission of SPES ITALIA Engineering srl. Unauthorized use will be prosecuted by law.

SPES ITALIA Engineering s.r.l.
Via Mazzini, 17 - 63073 Offida (AP)
Tel. +39 0736 887103 - Fax +39 0736 888208
www.spesitalia.eu - info@spesitalia.eu

SP structural
E projects
ENGINEERING
S services

RELAZIONE DI CALCOLO

(ai sensi del D.M. 14 gennaio 2008)

INDICE

1	PREMESSA	3
2	DESCRIZIONE BALAUSTR E ED ELEMENTI DI SEPARAZIONE	3
2.1	Descrizione balaustr e	3
2.2	Descrizione elementi di separazione	5
3	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
4	AZIONI	6
10.1	Carichi permanenti (G)	6
10.2	Carichi variabili (Q)	6
5	MISURA DELLA SICUREZZA	6
6	COMBINAZIONI DI CALCOLO	7
7	MODELLO DI CALCOLO	7
8	RISULTATI ANALISI	10
9	VERIFICHE	14
9.1	Premessa	14
9.2	Verifiche allo stato limite ultimo	14
9.3	Verifica alla stato limite di esercizio	17
10	SOFTWARE UTILIZZATI	20
10	CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI	21
12	VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ	21

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il calcolo e la verifica delle balaustre e degli elementi di separazioni necessari per il completamento della nuova tribuna Est dello Stadio Del Duca di Ascoli Piceno.

2 DESCRIZIONE BALAUSTR E ED ELEMENTI DI SEPARAZIONE

2.1 Descrizione balaustre

Le balaustre verranno collocate in tutte quelle zone dove è presente il rischio di caduta dall'alto. Esse sono costituite da montanti e pannelli di tamponamento realizzati con profilati in acciaio zincati e verniciati, hanno un'altezza minima pari a 1.10 m, non sono scalabili e a misura di bambino essendo il pannello di tamponamento costituito da soli elementi verticali, con interspazi minori o uguale a 12 cm, conformemente a quanto richiesto dalle norme vigenti in materia. È previsto fondamentalmente l'impiego di un'unica tipologia di balaustre con diverse varianti (Tipi), in relazione alla zona di collocamento. In seguito si riporta una descrizione sintetica dei principali tipi, ognuno identificato da un codice.

Balaustre tipo BL.MA

<i>Collocazione:</i>	zone laterali tribuna, zone laterali accessi tribuna, zone laterali posti disabili;
<i>Montante:</i>	montante costituito da tubo rettangolo 60x80x5 con altezza variabile da m 1.40 a m 1.50, piastra di base 140x140x15 con due fori Ø 14, distanziatori Ø 30;
<i>Pannello di tamponamento:</i>	pannello di tamponamento, con altezza pari variabile. costituito da un piatto perimetrale 60x10 ed elementi verticali Ø 20;
<i>Collegamento elementi:</i>	meccanico, mediante 3 viti M10;
<i>Ancoraggio montante:</i>	su calcestruzzo mediante due barre filettate M12 inghisate a resina, in fori Ø 14 l = 120 mm.



Figura 1 – Balaustre zone laterali tribuna

Balaustra tipo BL.MB

<i>Collocazione:</i>	zona superiore accessi tribuna;
<i>Montante:</i>	montante costituito da tubo rettangolo 60x80x5 con altezza pari ad 1 m, piastra di base 800x210x10 con con foro \varnothing 17, distanziatori \varnothing 30;
<i>Pannello di tamponamento:</i>	pannello di tamponamento, con altezza pari a 104 cm, costituito da un piatto perimetrale 60x10 ed elementi verticali \varnothing 20;
<i>Collegamento elementi:</i>	meccanico, mediante 3 viti M10;
<i>Ancoraggio montante:</i>	con bullone passante \varnothing 17.



Figura 2 – Balaustra accesso tribuna

Balaustra tipo BL.MC

<i>Collocazione:</i>	corridoio di distribuzione lato campo;
<i>Montante:</i>	montante costituito da tubo rettangolo 60x80x5 con altezza pari ad 1 m, piastra di base 160x180x15 con quattro fori \varnothing 14, distanziatori \varnothing 30;
<i>Pannello di tamponamento:</i>	pannello di tamponamento, con altezza pari a 104 cm, costituito da un piatto perimetrale 60x10 ed elementi verticali \varnothing 20;
<i>Collegamento elementi:</i>	meccanico, mediante 3 viti M10;
<i>Ancoraggio montante:</i>	su calcestruzzo mediante quattro barre filettate M12 inghisate a resina, in fori \varnothing 14 l = 170 mm.

Balaustra tipo BL.MF

<i>Collocazione:</i>	passerelle di accesso tribuna;
<i>Montante:</i>	montante costituito da tubo rettangolo 60x80x5, sagomato a "Z" con altezza pari ad 1.36 m e distanziatori \varnothing 30;

Pannello di tamponamento: pannello di tamponamento, con altezza pari a 104 cm, costituito da un piatto perimetrale 60x10 ed elementi verticali \varnothing 20;

Collegamento elementi: meccanico, mediante 3 viti M10;

Ancoraggio montante: su trave in acciaio mediante due viti M12 e distanziatori \varnothing 40,

2.2 Descrizione elementi di separazione

Gli elementi di separazione verranno posti tra il nuovo settore e quelli esistenti (Curva Nord e Curva Sud). Essi sono costituiti da montanti e pannelli di tamponamento realizzati con profilati in acciaio zincati e verniciati, hanno un'altezza minima pari a 2.20 m, non sono scalabili essendo il pannello di tamponamento costituito da soli elementi verticali, conformemente a quanto richiesto dalle norme vigenti in materia. E' previsto l'impiego di un'unica tipologia di separazione. In seguito si riporta una descrizione sintetica.

Collocazione: a separazione dei diversi settori riservati al pubblico;

Montante: montante costituito da tubo rettangolo 60x100x5 con altezza pari ad 2.10 m,, piastra di base 160x180x15 con quattro fori \varnothing 14, distanziatori \varnothing 30;

Pannello di tamponamento: pannello di tamponamento, con altezza 2.14 m. costituito da un piatto perimetrale 60x10 ed elementi verticali costituiti da angolari 40x40x4;

Collegamento elementi: meccanico, mediante 6 viti M10;

Ancoraggio montante: su calcestruzzo mediante due barre filettate M12 inghisate a resina, in fori \varnothing 14 l = 170 mm.



Figura 4– Elementi di separazione

3 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

D.M 14.01.2008. "Norme tecniche per le costruzioni";
Circ. Ministero Infrastrutture e Trasporti 2 febbraio 2009, n. 617. "Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

D.M 18.03.1996. "Norme di sicurezza per la costruzione e l'esercizio degli impianti sportivi."

D.M 06.06.2005. "Violenza negli stadi: decreto sicurezza degli impianti";

UNI EN 13200 - 3. "Installazioni per gli spettatori - elementi di separazione".

4 AZIONI

Per il calcolo e la verifica delle balaustre e degli elementi di separazione sono state considerate le seguenti azioni:

permanenti (G):

- peso proprio elementi strutturali (G_1);

variabili (Q)

10.1 Carichi permanenti (G)

I carichi permanenti sono costituiti dal peso proprio degli elementi strutturali, calcolato automaticamente dal programma impiegato per l'analisi delle sollecitazioni, una volta definito il peso dell'unità di volume del materiale costituente la struttura. Con riferimento alla Tabella 2.1.I del D.M. 14.01.2008 per l'acciaio è stato assunto il seguente peso per unità di volume:

$$\gamma_A = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

10.2 Carichi variabili (Q)

Per le balaustre è stato assunto un carico lineare orizzontale H_k , pari a:

$$H_k = 3.00 \text{ kN/m}$$

applicato alla quota del bordo superiore.

Per gli elementi di separazione è stato assunto un carico lineare orizzontale H_k , pari a:

$$H_k = 0.80 \text{ kN/m}$$

applicato alla quota del bordo superiore e un carico uniformemente distribuito orizzontale h_k , pari a:

$$h_k = 0.80 \text{ kN/m}^2$$

5 MISURA DELLA SICUREZZA

Il metodo di verifica della sicurezza adottato è quello degli Stati Limite (**SL**) che prevede due insiemi di verifiche rispettivamente per gli stati limite ultimi **SLU** e gli stati limite di esercizio **SLE**. La sicurezza viene quindi garantita progettando i vari elementi resistenti in modo da assicurare che la loro resistenza di calcolo sia sempre maggiore delle corrispondente domanda in termini di azioni di calcolo.

6 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Le combinazioni di calcolo considerate sono quelle previste dal D.M. 14.01.2008 per i vari stati limite e per le varie azioni e tipologie costruttive. In particolare, ai fini delle verifiche degli stati limite sono state definite le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 D.M. 14.01.2008):

Combinazione fondamentale (2.5.1), impiegata per gli stati limite ultimi (SLU);

$$\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1}Q_{K1} + \sum_j \Psi_{0j} Q_{Kj}$$

Combinazione rara (2.5.2), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili;

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \sum_j \Psi_{0j} Q_{Kj}$$

Combinazione frequente (2.5.3), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili;

$$G_1 + G_2 + P + \Psi_{11}Q_{K1} + \sum_j \Psi_{2j} Q_{Kj}$$

Combinazione quasi permanente (2.5.4), impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE);

$$G_1 + G_2 + P + \sum_j \Psi_{2j} Q_{Kj}$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omessi i carichi Q_{Kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Nelle formule sopra riportate il simbolo + vuol dire "combinato con". I valori dei coefficienti di combinazione Ψ e dei coefficienti parziali di sicurezza γ_F , utilizzati nei calcoli, sono riportati, nelle tabelle Tab. 2.5.I e 2.6.I del D.M. 14.01.2008.

7 MODELLO DI CALCOLO

Il calcolo e la verifica delle balaustre e degli elementi di separazione è stato condotto attraverso il metodo elastico come previsto al punto 4.2.3.3 del D.M. 14.01.2008, impiegando il programma agli elementi finiti **Sargon** di Castalia S.r.l.. nelle figure che seguono sono riportati i modelli numerici impiegati, dove i montanti e i pannelli di tamponamento sono stati modellati utilizzando elementi finiti monodimensionali (Elemento Asta) definiti da due nodi, ognuno con sei gradi di libertà. Per quanto riguarda i vincoli, i montanti sono stati considerati incastrati alla base e i pannelli di tamponamento a questi ultimi.

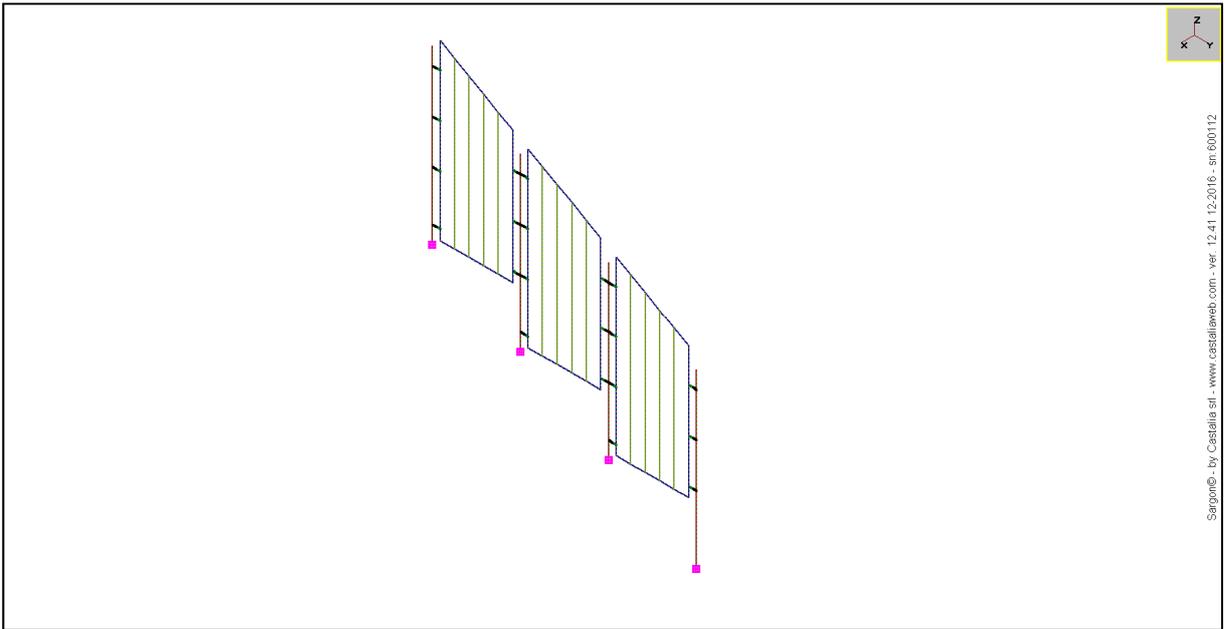


Figura 6 – Modello numerico balaustre zone laterali tribuna

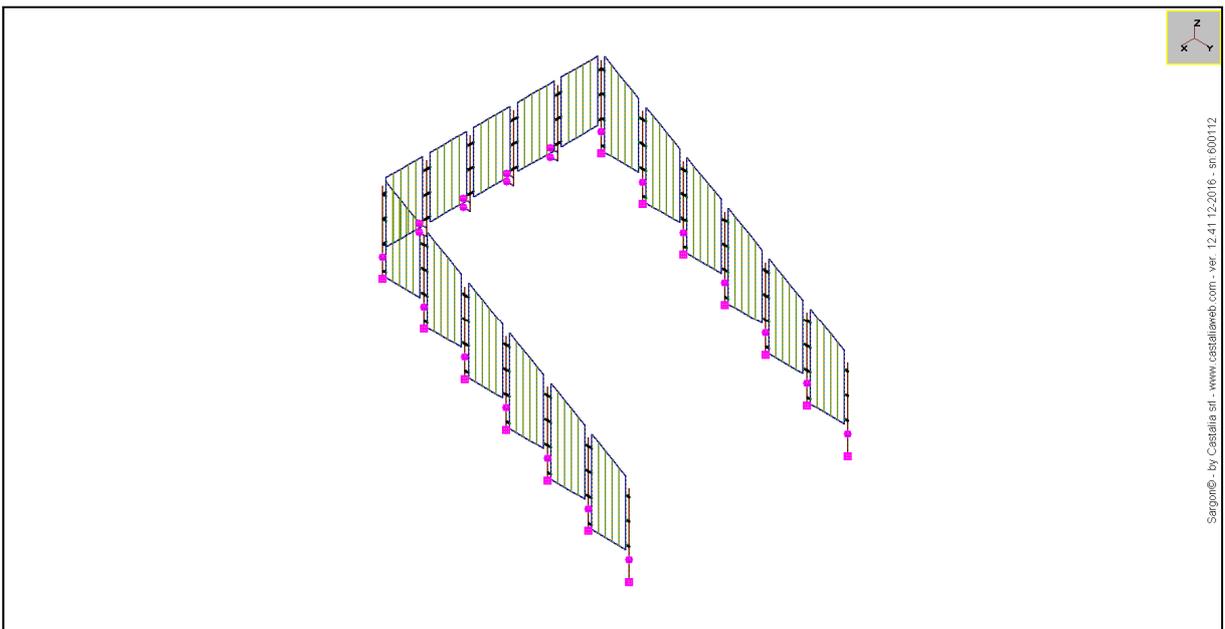


Figura 7 – Modello numerico balaustre zone accesso tribuna

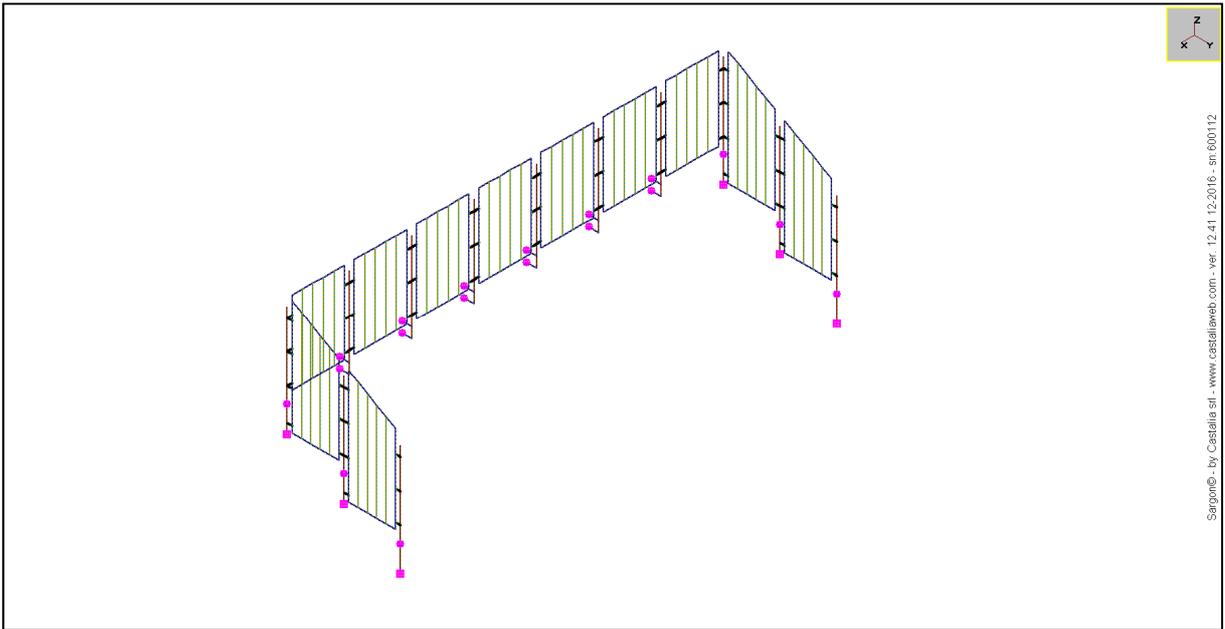


Figura 8 – Modello numerico balaustre zone disabili

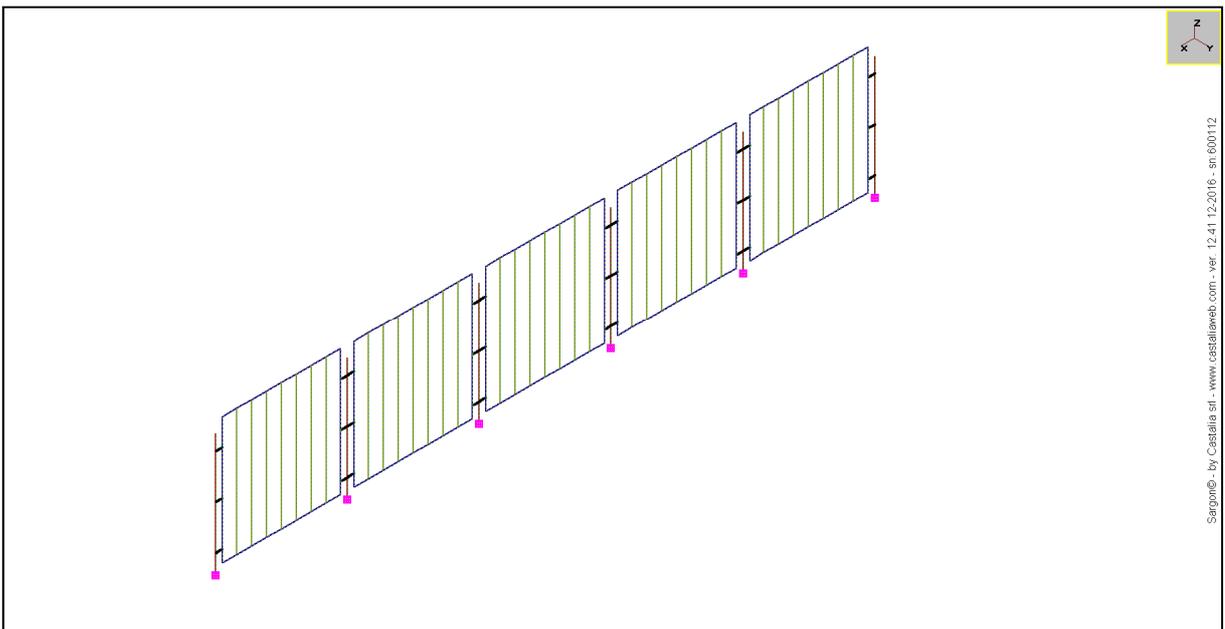


Figura 9 – Modello numerico balaustre lato campo

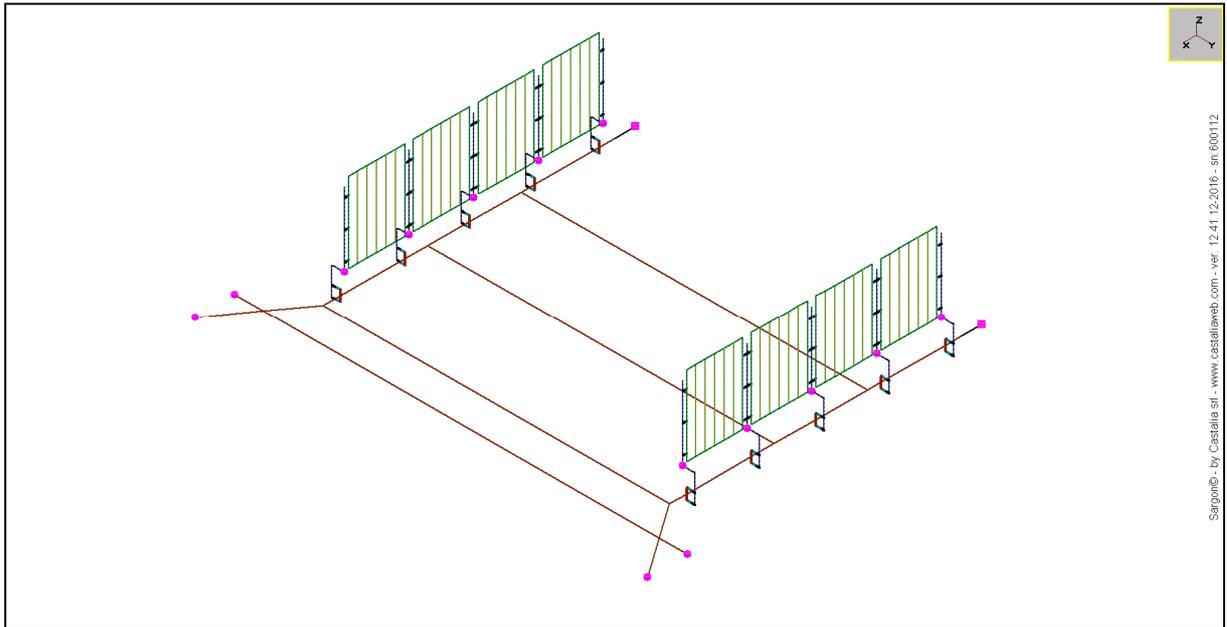


Figura 10 – Modello numerico balaustre passerelle di accesso tribuna

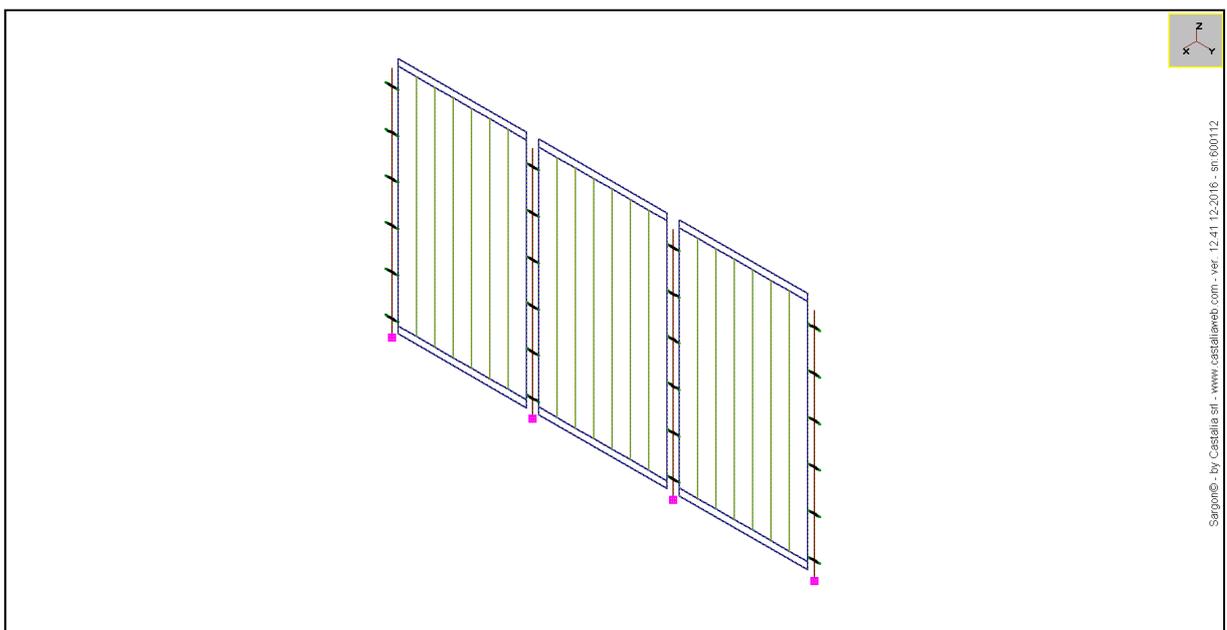


Figura 10 – Modello numerico separazioni

8 RISULTATI ANALISI

Nelle figure seguenti sono riportati a titolo esemplificativo i diagrammi dei momenti flettenti nei montanti, con riferimento alle seguenti condizioni e combinazioni di carico:

condizioni di carico

- 1 PESO PROPRIO
- 3 VARIABILI

combinazione di carico allo SLU

Numero 1

CC	Nome	Moltiplicatore
1	PESO PROPRIO	1.300E+00
2	PERMANENTI	1.300E+00
3	VARIBILI	1.500E+00

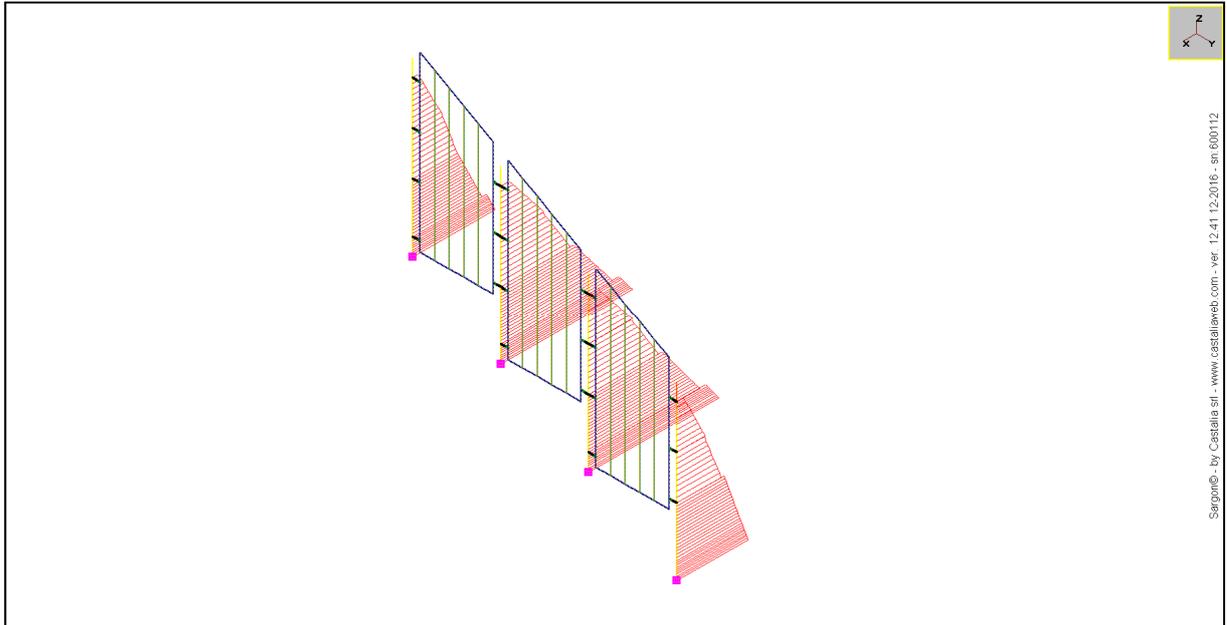


Figura 11 – Balaustre zone laterali tribuna - Diagrammi dei Momenti nei montanti

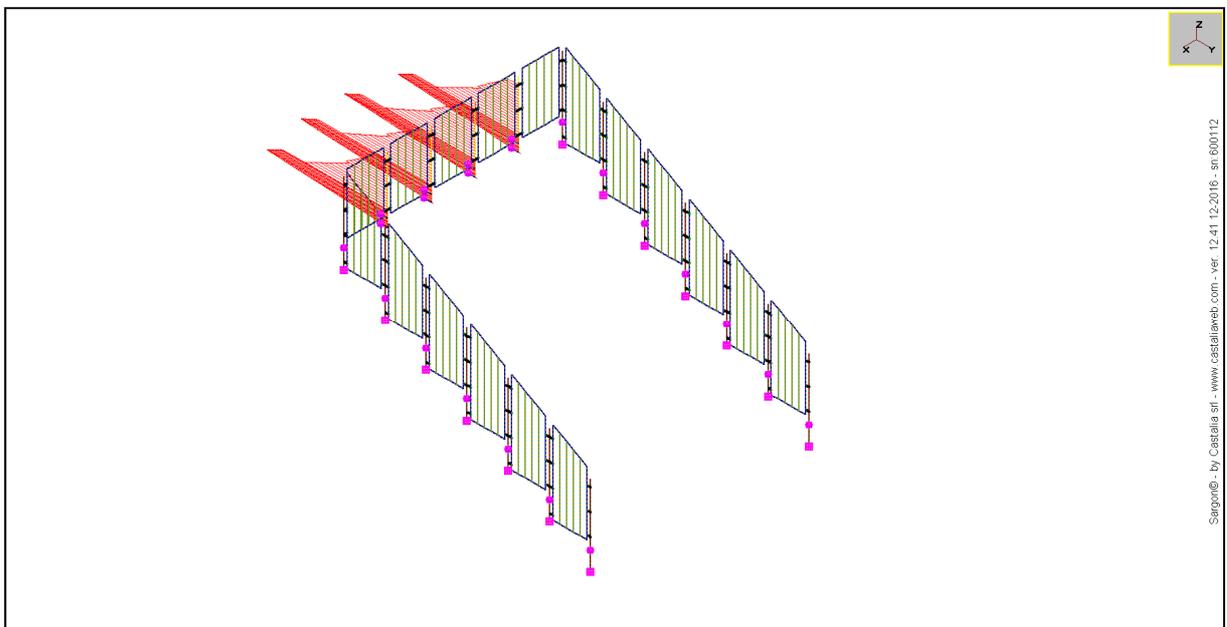


Figura 12 – Balaustre accesso tribuna - Diagrammi dei Momenti nei montanti

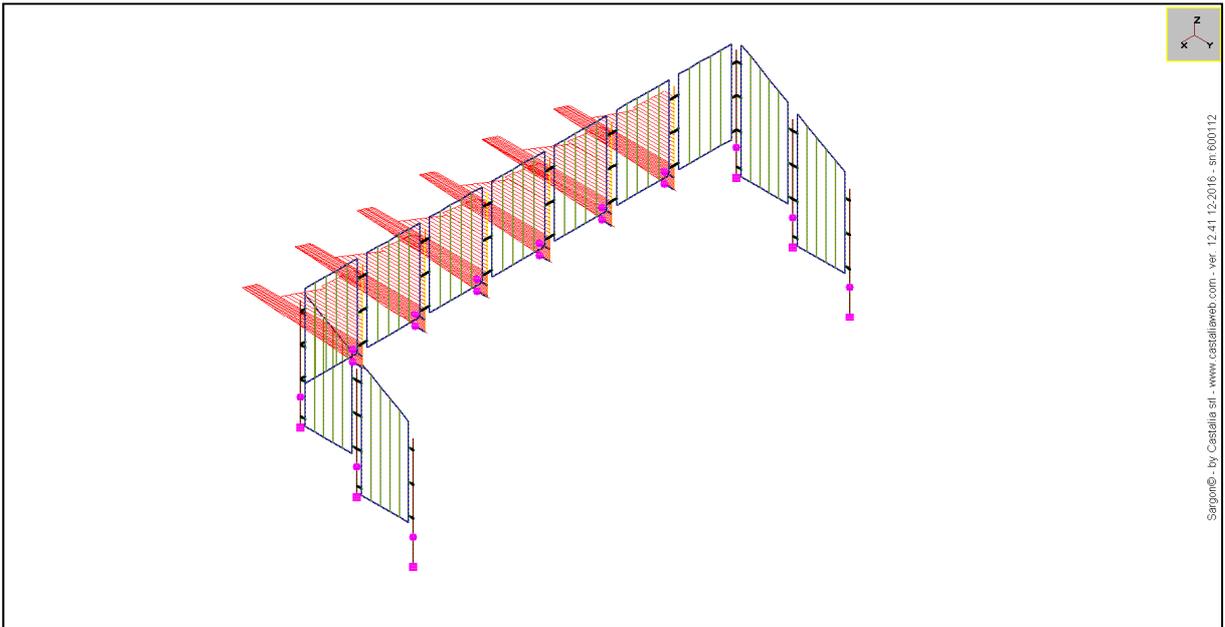


Figura 13 – Balaustre zone disabili - Diagrammi dei Momenti nei montanti

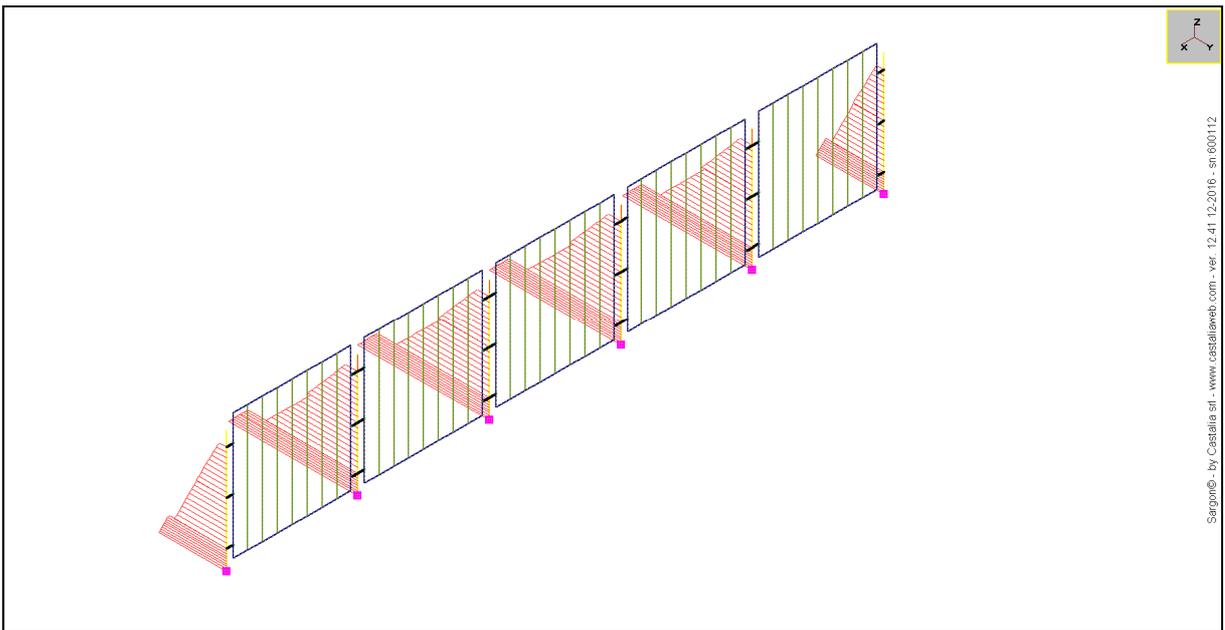


Figura 14 – Balaustre zone lato campo - Diagrammi dei Momenti nei montanti

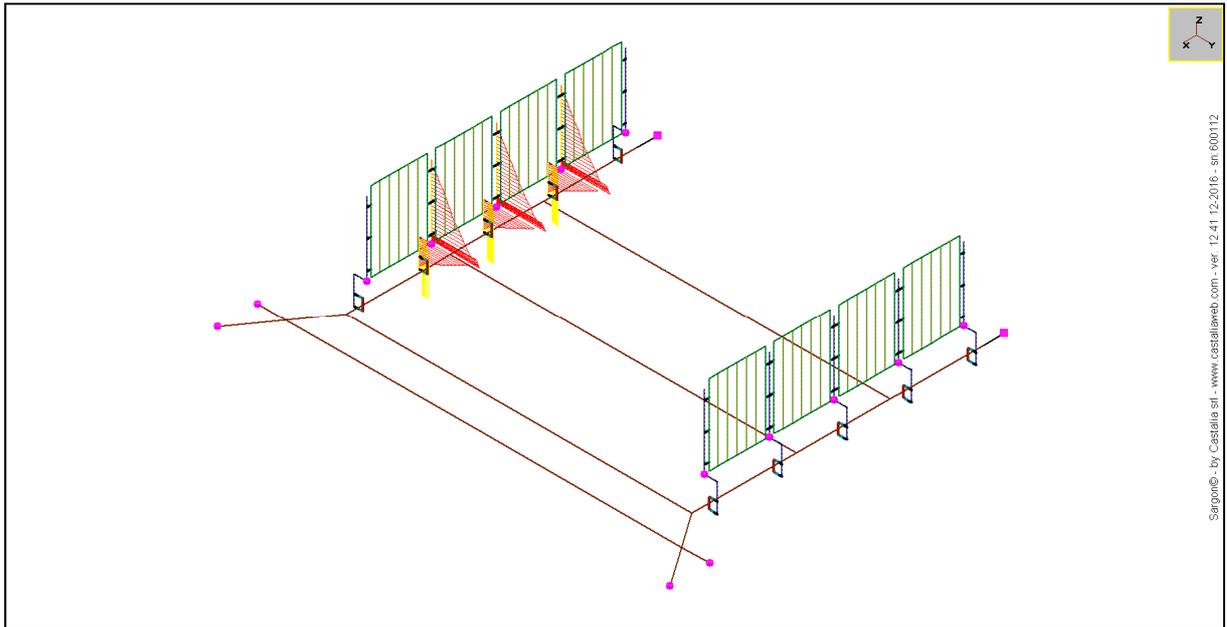


Figura 15 – Balaustre passerelle di accesso tribuna - Diagrammi dei Momenti nei montanti

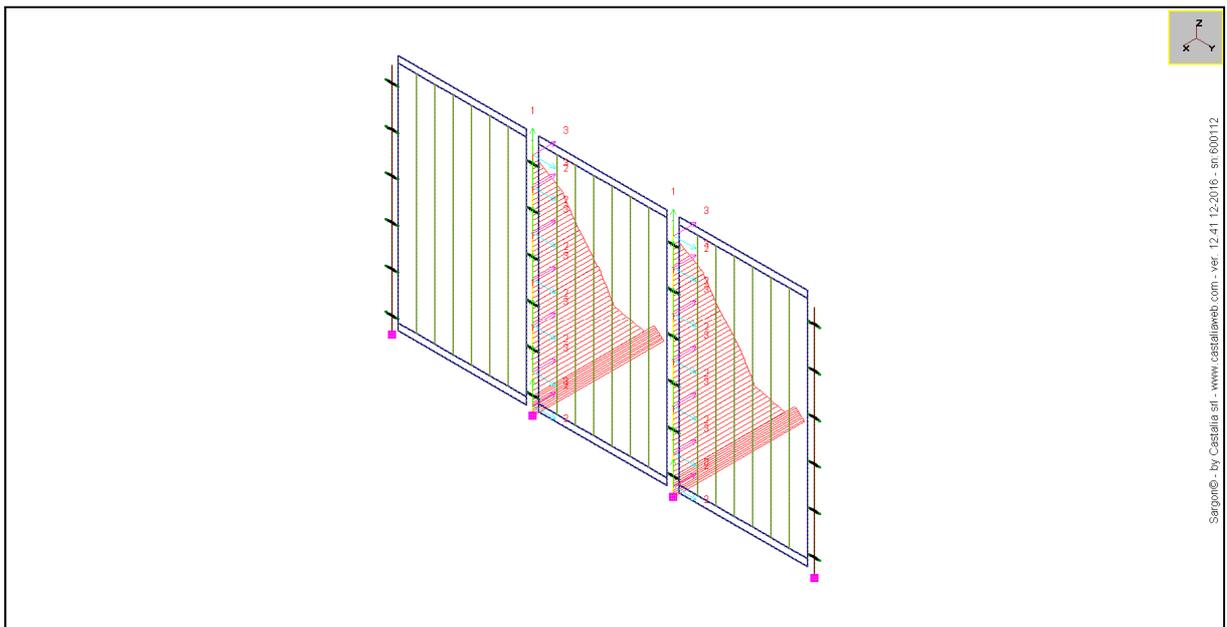


Figura 15 – Separazioni - Diagrammi dei Momenti nei montanti

Balaustre zone laterali tribuna

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

$$M3 = 4.15 \text{ KNm}$$

$$T2 = 2.93 \text{ KN}$$

Balaustre accesso tribuna

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

M3 = 3.05 KNm
T2 = 23.86 KN

Balaustre zona disabili

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

M3 = 2.14 KNm
T2 = 23.14 KN

Balaustre lato campo

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

M3 = 4.72 KNm
T2 = 4.31 KN

Balaustre passerelle di accesso tribuna

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

M3 = 3.204 KNm
T2 = 3.14 KN

Separazioni

Il momento massimo e il taglio massimo nei montanti valgono:

M3 = 3.502 KNm
T2 = 3.17 KN

9 VERIFICHE

9.1 Premessa

Le verifiche sono state eseguite allo stato limite ultimo **SLU** e allo stato limite di esercizio **SLE**. In particolare allo stato limite ultimo sono state effettuate le verifiche di resistenza e di stabilità degli elementi strutturali in acciaio con riferimento al punto 4.2.4 del D.M. 14.01.2008, le verifiche di resistenza dei collegamenti e del tamponamento in vetro, mentre per lo stato limite di esercizio sono state effettuate le verifiche di deformabilità riferite alla combinazione caratteristica delle azioni.

9.2 Verifiche allo stato limite ultimo

Per le verifiche allo stato limite ultimo sono state impiegate le condizioni e le combinazioni di carico riportate al punto precedente. Le figure seguenti mostrano i risultati grafici delle verifiche di resistenza e stabilità. Le verifiche risultano soddisfatte quando i coefficienti di sfruttamento trovati risultano minori di **1**.

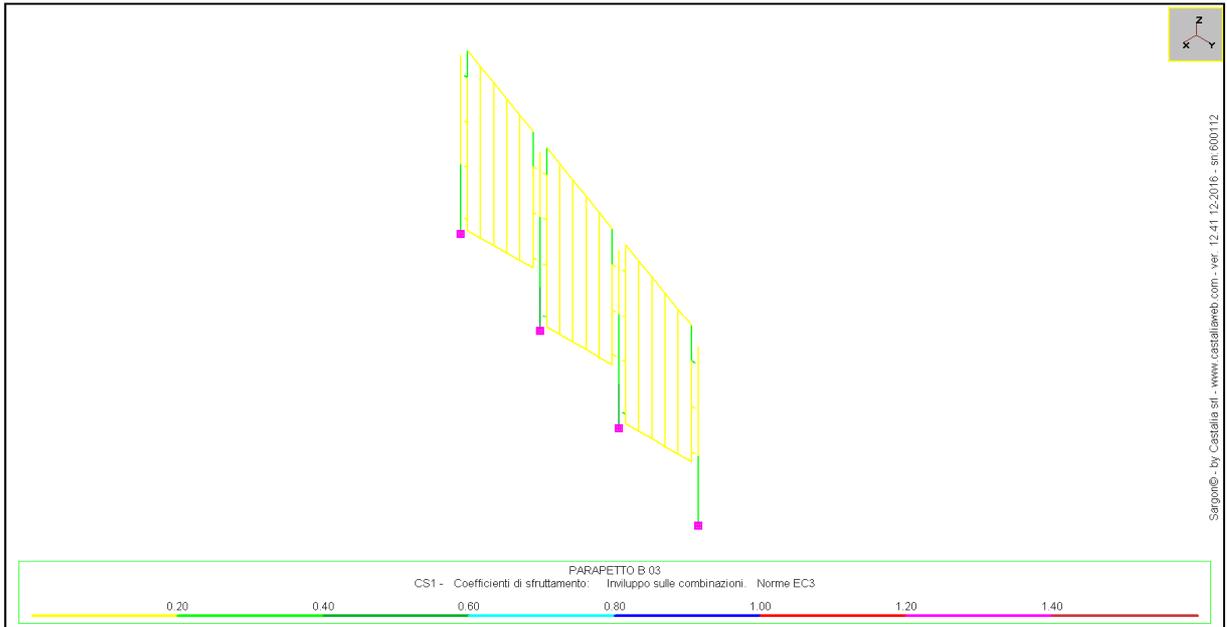


Figura 16 – Balaustre zone laterali tribuna - Verifiche

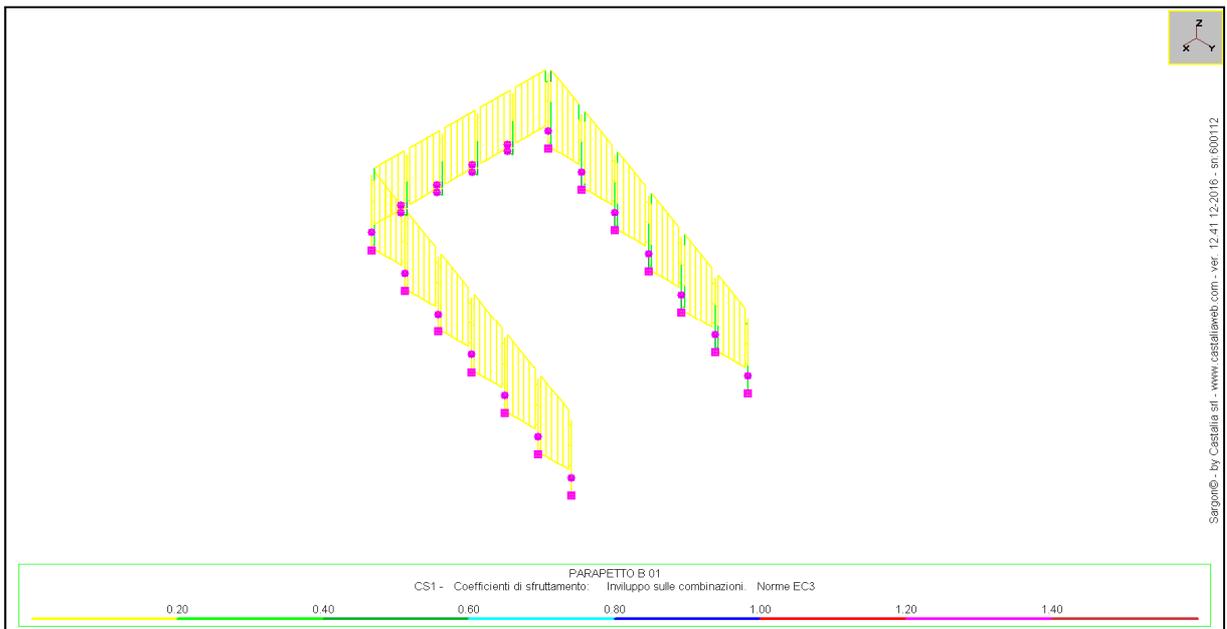


Figura 17 – Balaustre accesso tribuna – Inviluppo verifiche

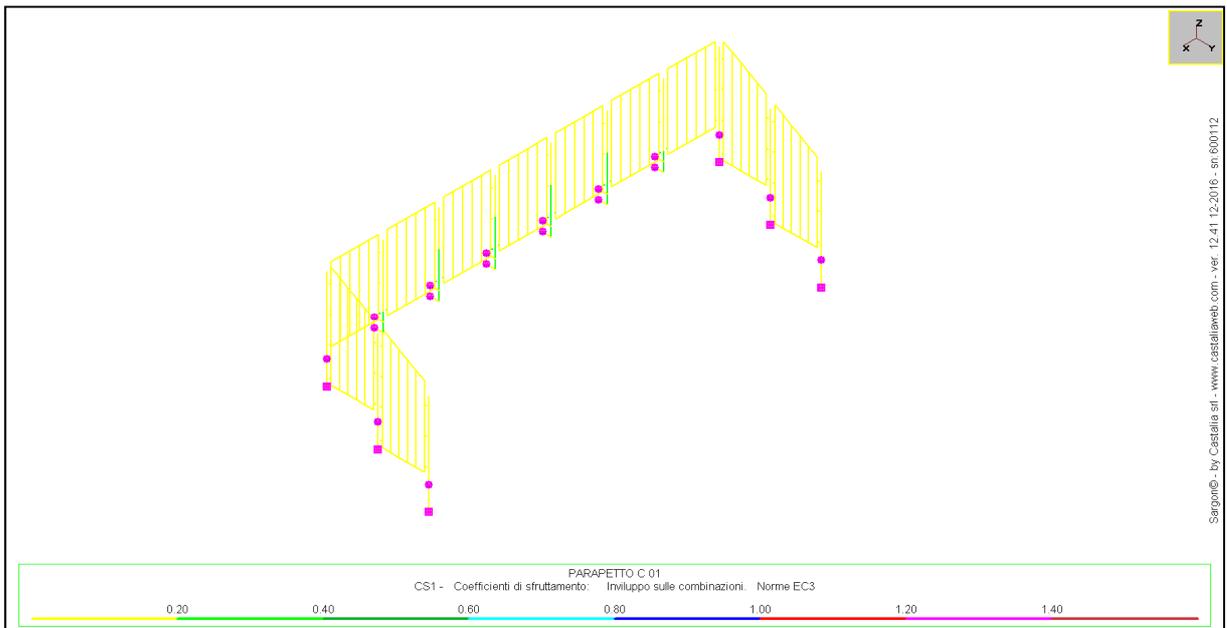


Figura 13 – Balaustre zone disabili - Involuppo verifiche

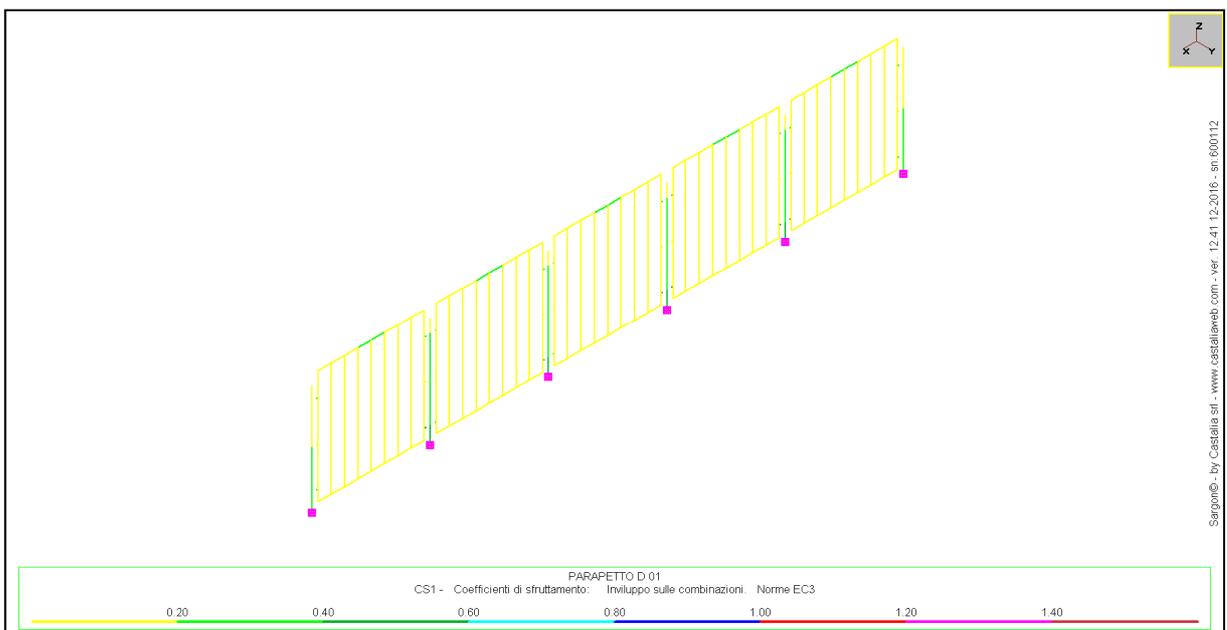


Figura 16 – Balaustre zone lato campo – Involuppo verifiche

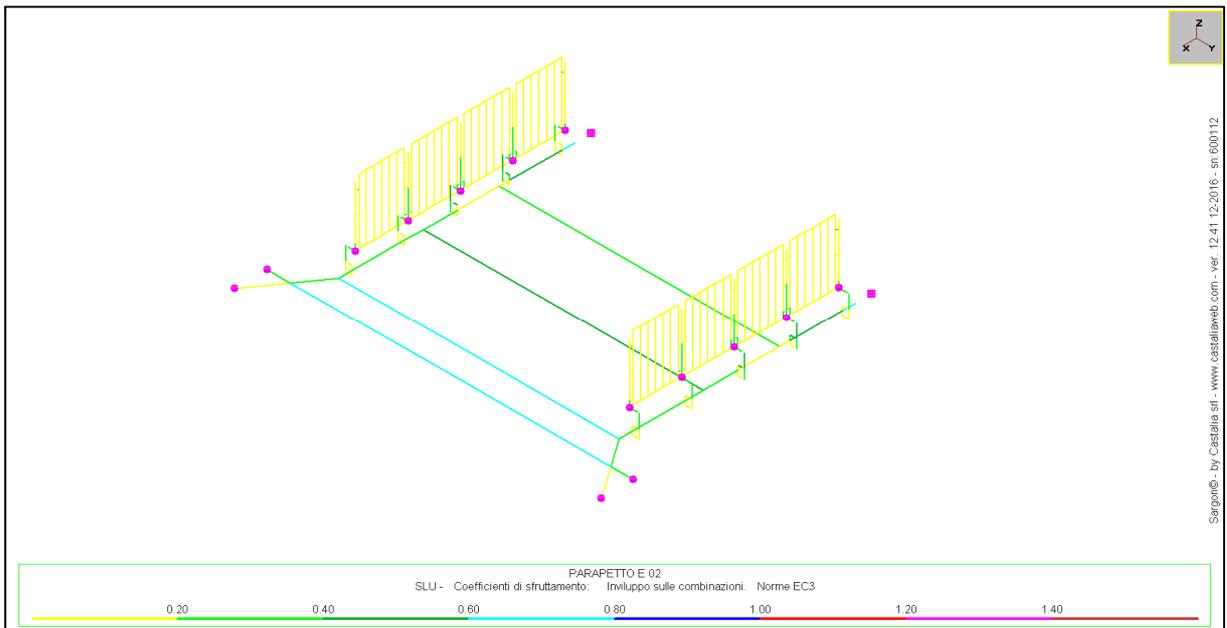


Figura 15 – Balaustre passerelle di accesso tribuna - Involuppo verifiche

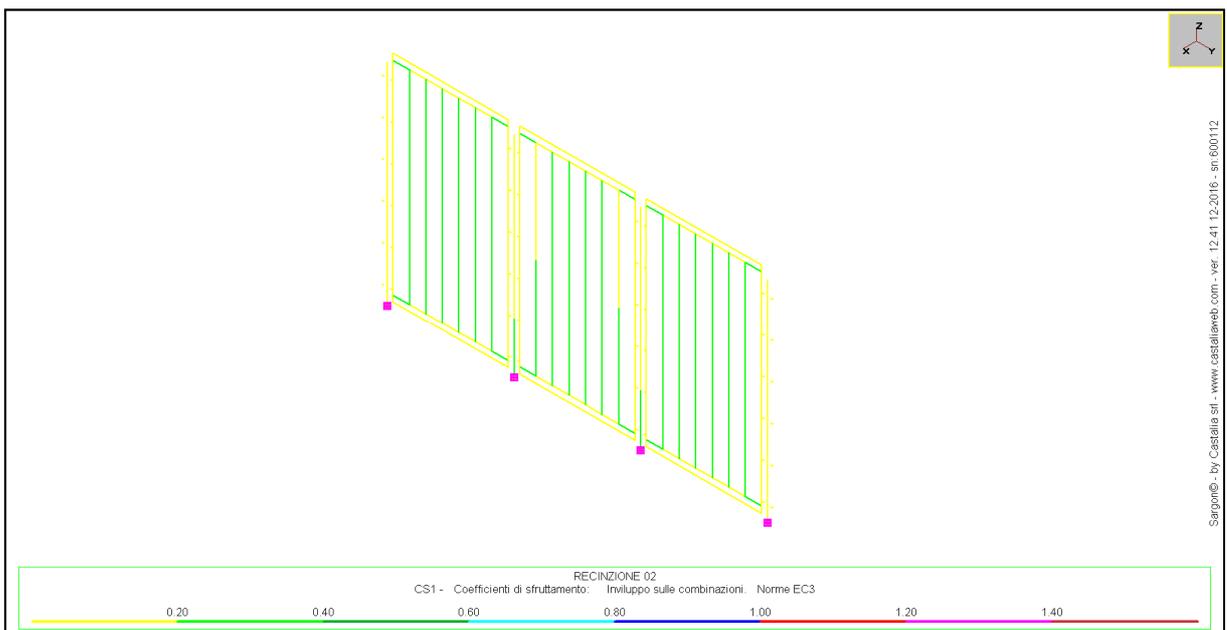


Figura 17 – Separazioni - Involuppo verifiche

9.3 Verifica alla stato limite di esercizio

La verifica allo stato limite di esercizio è stata eseguita per la sola struttura in acciaio impiegando le seguente combinazione di carico:

CC	Nome	Moltiplicatore
1	PESO PROPRIO	1.000E+00
2	VARIBILI	1.000E+00

e assumendo la seguente deformazione limite:

$$w_{lim} = h/100$$

Essendo la deformazione massima, come mostrano le figure seguenti, inferiore alla deformazione limite, la verifica è soddisfatta.

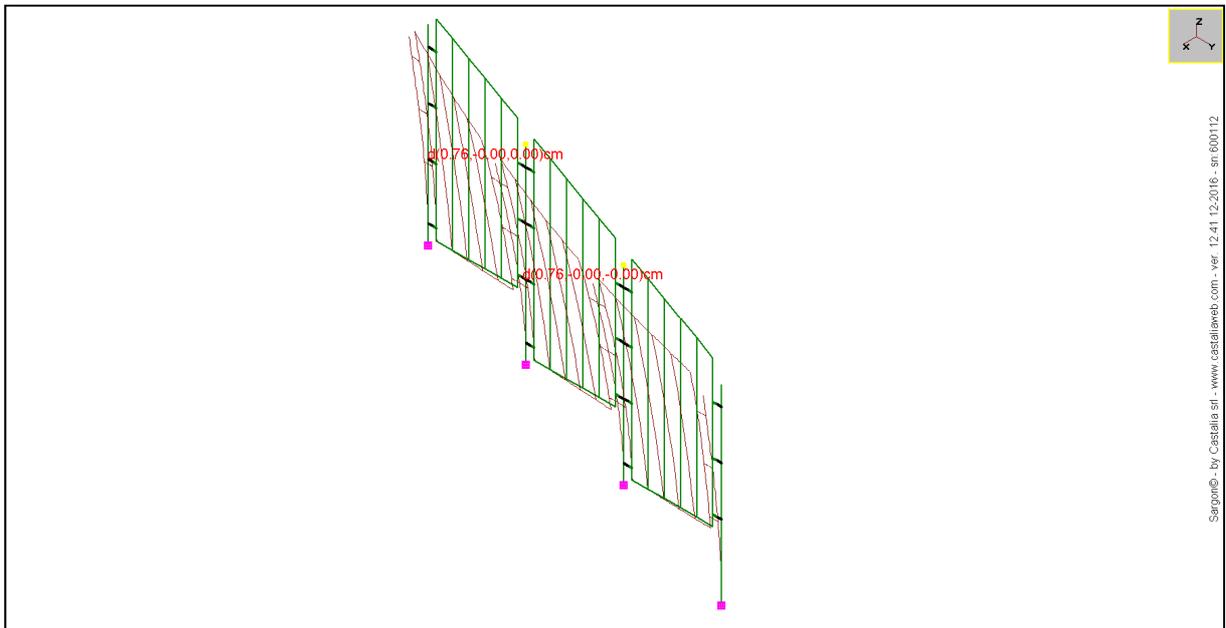


Figura 16 – Balaustre zone laterali tribuna - Deformazioni



Figura 17 – Balaustre accesso tribuna – Deformazioni

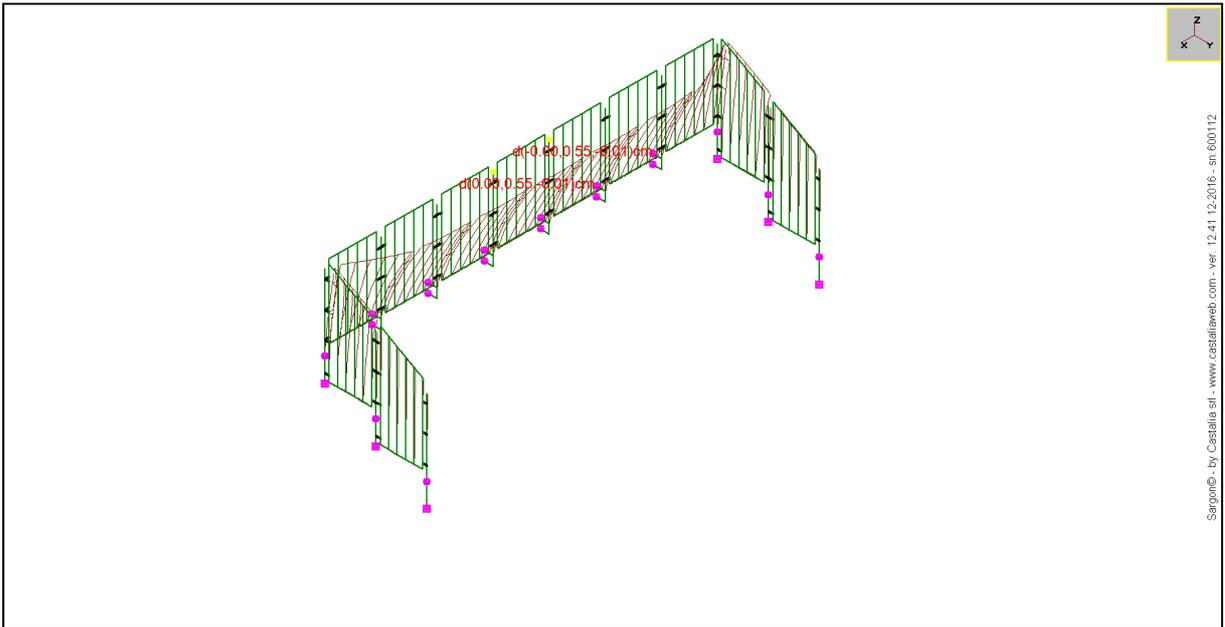


Figura 13 – Balaustre zone disabili - Deformazioni

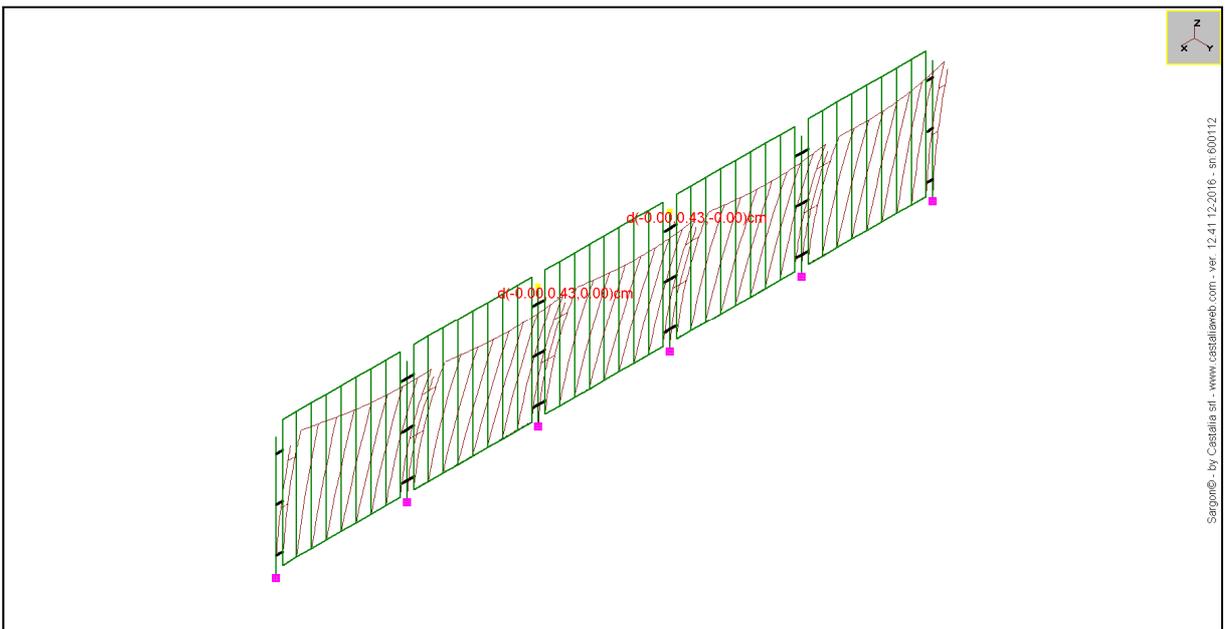


Figura 16 – Balaustre zone lato campo – Deformazioni

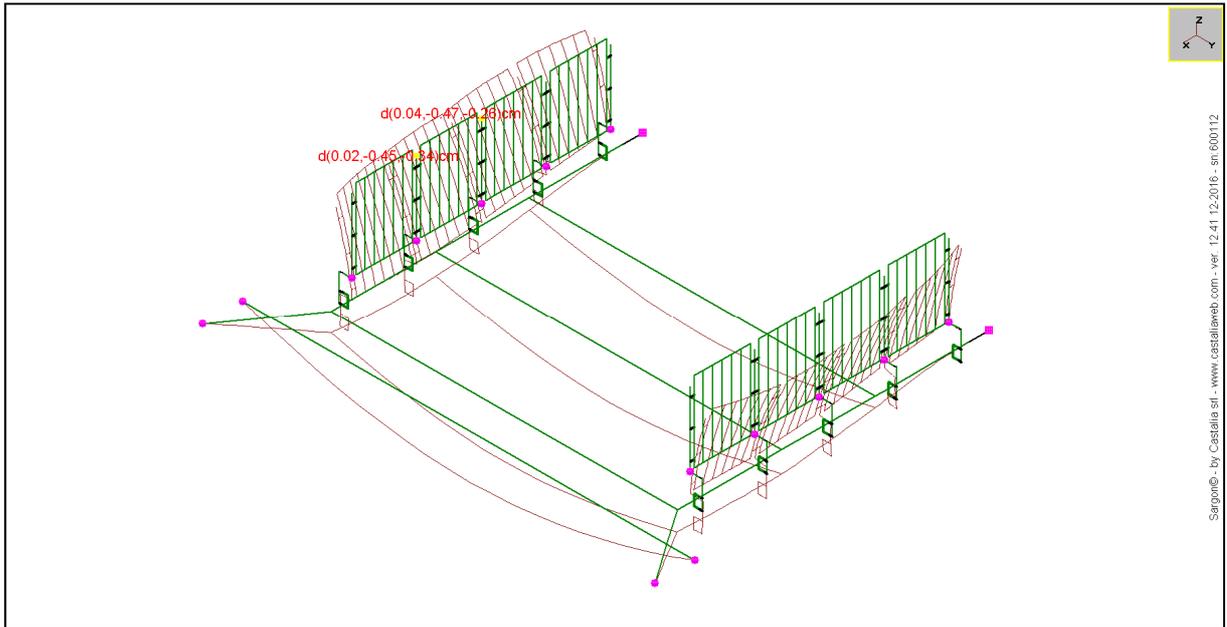


Figura 15 – Balaustre passerelle di accesso tribuna - Deformazioni

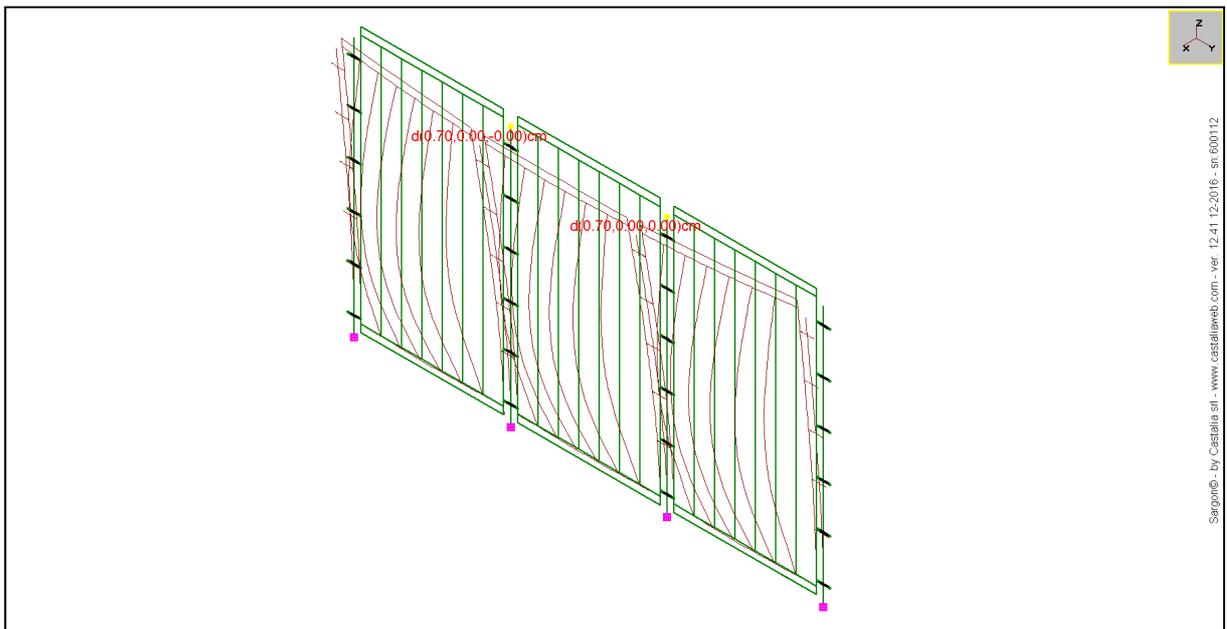


Figura 17 – Separazioni - Deformazioni

10 SOFTWARE UTILIZZATI

Le analisi e le verifiche sono state condotte con il metodo degli stati limite (SLU ed SLE) utilizzando i coefficienti parziali della normativa di cui al DM 14.01.2008. L'analisi delle sollecitazioni è stata effettuata in campo elastico lineare mediante il seguente software:

Sargon versione **10.50** numero di serie **600112** prodotto da:
Castalia S.r.l.
Via Pinturicchio 24
20133 Milano

10 CODICE DI CALCOLO, SOLUTORE E AFFIDABILITA' DEI RISULTATI

Come previsto al punto 10.2 delle NTC 2008 l'affidabilità del codice utilizzato è stata verificata sia effettuando il raffronto tra casi prova di cui si conoscono i risultati esatti sia esaminando le indicazioni, la documentazione ed i test forniti dal produttore stesso. Il software è inoltre dotato di filtri e controlli di autodiagnostica che agiscono a vari livelli sia della definizione del modello che del calcolo vero e proprio. I controlli vengono visualizzati, sotto forma di tabulati, di videate a colori o finestre di messaggi. In particolare il software è dotato dei seguenti filtri e controlli:

- Filtri per la congruenza geometrica del modello di calcolo generato;
- Controlli sulla presenza di elementi non connessi, interferenze, mesh non congruenti o non adeguate;
- Controlli sulla qualità della soluzione, in base all'uguaglianza del lavoro esterno e dell'energia di deformazione;
- Controlli sulla verifiche sezionali e sui limiti dimensionali per i vari elementi strutturali in funzione della normativa utilizzata;

12 VALUTAZIONE DEI RISULTATI E GIUDIZIO MOTIVATO SULLA LORO ACCETTABILITÀ

Il software utilizzato permette di modellare analiticamente il comportamento fisico della struttura utilizzando la libreria disponibile di elementi finiti. Le funzioni di visualizzazione ed interrogazione sul modello permettono di controllare sia la coerenza geometrica che le azioni applicate rispetto alla realtà fisica. Inoltre la visualizzazione ed interrogazione dei risultati ottenuti dall'analisi quali sollecitazioni, tensioni, deformazioni, spostamenti, reazioni vincolari hanno permesso un immediato controllo con i risultati ottenuti mediante schemi semplificati di cui è nota la soluzione in forma chiusa nell'ambito della Scienza delle Costruzioni. Si è inoltre controllato che le reazioni vincolari diano valori in equilibrio con i carichi applicati. Per gli elementi inflessi di tipo bidimensionale si è provveduto a confrontare i valori ottenuti dall'analisi FEM con i valori di momento flettente ottenuti con gli schemi semplificati della Tecnica delle Costruzioni. Si è inoltre verificato che tutte le funzioni di controllo ed autodiagnostica del software abbiano dato esito positivo.