

DOCUMENTAZIONE TECNICA

Parapetto PAR-01

Verifica strutturale

ON
THE
ROAD



MARGARITELLI
ROAD
SAFETY

Introduzione

Lo scopo del presente documento è quello di riportare i risultati ottenuti nel corso dell'attività numerica svolta sul parapetto pedonale in metallo e legno di Margaritelli Ferroviaria S.p.A., nella versione standard, con interasse 2,2 metri ed ancoraggio con piastra di base alla fondazione in calcestruzzo.

Obiettivo dell'attività è la verifica strutturale del parapetto nelle condizioni di carico previste dalla NTC 2018 al paragrafo 5.1.3.10.

Le verifiche sono state effettuate mediante simulazioni ad elementi finiti esplicite con solutore non lineare.

Attività svolte

L'attività svolta ha avuto lo scopo di valutare, attraverso simulazioni agli elementi finiti, il comportamento di un parapetto sottoposto al test di spinta descritto dalla NTC 2018 al paragrafo § 5.1.3.10.

Il modello ad elementi finiti del parapetto stradale è stato realizzato da Crashtech sulla base dei disegni 2D e 3D da noi forniti.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali metallici sono state ricavate da dati standard nominali riportati su norme e bibliografia mentre per le caratteristiche meccaniche del legno ci si è basati sulla bibliografia e sulle prove precedentemente svolte su componenti prodotti con lo stesso legname.

Per valutare il comportamento del sistema, a valle delle analisi numeriche, sono stati considerati sia aspetti qualitativi, come la deformata globale del parapetto, sia aspetti quantitativi, come valori di sforzi e deformazioni nei componenti e forze trasferite.

Conclusioni

I risultati della simulazione nella configurazione di carico **pari a 1,5 kN/m** mostrano come il parapetto sia in grado di **sostenere il carico nominale** senza mostrare plasticizzazioni apprezzabili da un punto di vista globale.

I risultati della simulazione nella configurazione di **carico pari a 2,25 kN/m** mostrano come, anche in questo caso, il parapetto sia in grado di **sostenere il carico nominale** con una maggiorazione del 50% senza evidenziare rotture che possano pregiudicarne il funzionamento.



Dalle simulazioni sono anche stati estratti i carichi trasmessi dal parapetto alla fondazione. Tali valori sono utili nella fase di dimensionamento della suddetta fondazione in calcestruzzo.

Allegato

Report Crashtech

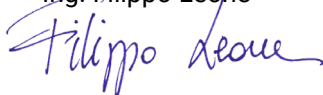
RPT_250901_026_0111 Revisione A del XX/09/2025

Verifica strutturale del parapetto pedonale PAR-01 di Margaritelli Road Safety

emessa da:

Ufficio Tecnico

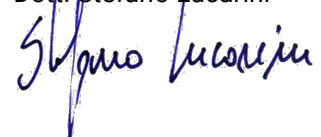
Ing. Filippo Leone



verificata e approvata da:

Amministratore Delegato

Dott. Stefano Lucarini



Titolo Title	Verifica strutturale del parapetto pedonale PAR-01 di Margaritelli Road Safety
-----------------	---

Nome e classe dell'oggetto di prova Name and class of the test item	—
--	---

Compilato da Compiled by	Sergio Marco Bassi Davide Benetton Matteo Bernardini
-----------------------------	--

Approvato da Approved by	Marco Anghileri
-----------------------------	-----------------

Riferimento Reference	RPT_250901_026_0111				
Revisione Revision	A	Data Date	03/09/2025	Pagine Pages	25

Società esecutrice dell'attività Company performing the activity	CrashTech S.R.L.
Ricevente/Cliente Recipient/Client	Margaritelli Ferroviaria S.p.A.

INDICE DELLE REVISIONI

REVISIONE	DESCRIZIONE DELLA MODIFICA	DATA
A	Prima emissione.	03/09/2025

INDICE

INDICE	3
INDICE DELLE FIGURE.....	4
INDICE DELLE TABELLE.....	5
1 SOCIETÀ ESECUTRICE DELL'ATTIVITÀ	6
2 CLIENTE.....	6
3 SOFTWARE.....	7
4 INTRODUZIONE.....	7
5 CAD/DISEGNI DEL PARAPETTO.....	8
6 MODELLO AD ELEMENTI FINITI	9
6.1 SISTEMA DI RIFERIMENTO.....	9
6.2 PARAPETTO.....	9
6.2.1 MATERIALI	13
6.3 CONDIZIONI INIZIALI ED AL CONTORNO.....	15
7 SIMULAZIONI NUMERICHE	16
7.1 Configurazione di carico 1 – 1,5 kN/m	16
7.2 Configurazione di carico 2 – 1,5 kN/m + 50%	20
8 CONCLUSIONI	24
8.1 DICHIARAZIONI.....	25

INDICE DELLE FIGURE

Figura 1 – Schema del parapetto	7
Figura 2 – Disegno CAD del parapetto.....	8
Figura 3 – Sistema di riferimento	9
Figura 4 – Modello ad elementi finiti del parapetto	10
Figura 5 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Vista frontale.....	10
Figura 6 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Dettaglio in prospettiva	12
Figura 7 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Dettaglio collegamenti.....	12
Figura 8 – Applicazione del carico distribuito	15
Figura 9 – Configurazione di carico 1 – Condizione iniziale	16
Figura 10 – Configurazione di carico 1 – Condizione finale.....	16
Figura 11 – Configurazione di carico 1 – Sforzo/deformazione montante.....	17
Figura 12 – Configurazione di carico 1 – Sforzo/deformazione piastre di continuità ²	17
Figura 13 – Configurazione di carico 1 – Sforzo pannello di tamponamento	18
Figura 14 – Configurazione di carico 2 – Condizione iniziale	20
Figura 15 – Configurazione di carico 2 – Condizione finale.....	20
Figura 16 – Configurazione di carico 2 – Sforzo/deformazione montante.....	21
Figura 17 – Configurazione di carico 2 – Sforzo/deformazione piastre di continuità ⁴	21
Figura 18 – Configurazione di carico 2 – Sforzo pannello di tamponamento	22

INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1 – CrashTech S.R.L. informazioni di contatto.....	6
Tabella 2 – Margaritelli Ferroviaria S.p.A. informazioni di contatto	6
Tabella 3 – Componenti del parapetto modellati	11
Tabella 4 – Dimensioni caratteristiche del sistema	11
Tabella 5 – Caratteristiche meccaniche dei materiali metallici del parapetto	13
Tabella 6– Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento	13
Tabella 7 – Modi di deformazione e cedimento dei componenti del parapetto.....	14
Tabella 8 – Condizioni di carico	15
Tabella 9 – Condizioni di carico 1 – Sforzi/deformazioni plastiche	19
Tabella 10 – Condizioni di carico 1 – Risultati.....	19
Tabella 11 – Condizioni di carico 2 – Sforzi/deformazioni plastiche	23
Tabella 12 – Condizioni di carico 2 - Risultati.....	23

1 SOCIETÀ ESECUTRICE DELL'ATTIVITÀ

La società esecutrice delle simulazioni numeriche è CrashTech S.R.L.. Di seguito si riportano le informazioni di contatto.

Informazioni di contatto	
Ragione sociale	CrashTech S.R.L.
Indirizzo	Via Vittorio Emanuele II, 120, 28040, Borgo Ticino (NO), Italia
Website	www.crashtech.it
E-mail	info@crashtech.it

Tabella 1 – CrashTech S.R.L. informazioni di contatto

La società CrashTech S.R.L. è attiva in differenti campi dell'ingegneria, dalle simulazioni numeriche ai test sperimentali. La società si occupa di sviluppare modelli ad elementi finiti (FEM) per analisi statiche e dinamiche, di progettare e svolgere test sperimentali e di dare assistenza nell'applicazione delle richieste normative. L'esperienza di CrashTech S.R.L. si basa su anni di attività svolte lavorando con società nazionali, internazionali ed università, gestendo e lavorando sullo sviluppo di nuovi prodotti ed attività di ricerca. La società è inoltre direttamente coinvolta nelle attività del Comitato Europeo di Normazione (CEN) e nei rispettivi gruppi nazionali (UNI) per lo sviluppo delle normative europee e nazionali nell'ambito della sicurezza dei trasporti. Il personale di CrashTech S.R.L. è anche coinvolto in attività in ambito normativo fuori Europa, nello specifico negli Stati Uniti (Transportation Research Board – TRB). L'uso delle simulazioni numeriche ad elementi finiti è una delle competenze principali della società grazie al background nell'ingegneria e ad anni di esperienza nel campo.

2 CLIENTE

La società committente l'attività di analisi numerica è Margaritelli Ferroviaria S.p.A.. Di seguito si riportano le informazioni di contatto.

Informazioni di contatto	
Ragione sociale	Margaritelli Ferroviaria S.p.A.
Indirizzo	Via Adriatica, 109, 06135, Ponte San Giovanni (PG), Italy
Website	www.margaritelli-rs.com
Referente	Ing. F. Leone
E-mail	filippo.leone@margaritelli.com

Tabella 2 – Margaritelli Ferroviaria S.p.A. informazioni di contatto

3 SOFTWARE

Il software utilizzato per l'esecuzione delle analisi FE è Ansys LS-Dyna, solutore MPP 9.3.1.
Il software utilizzato per le fasi di pre-processing e post-processing è LS-Prepost, versione 4.8.
Nelle analisi ad elementi finiti la frequenza di campionamento dei segnali è pari a 200 Hz.

4 INTRODUZIONE

Lo scopo del presente documento è quello di riportare i risultati ottenuti nel corso dell'attività numerica svolta sul parapetto in metallo e legno di Margaritelli Ferroviaria S.p.A..

Obiettivo dell'attività è la verifica strutturale del parapetto nelle condizioni di carico previste dalla NTC 2018 § 5.1.3.10.

Le verifiche sono state effettuate mediante simulazioni ad elementi finiti esplicite con solutore non lineare.

Si riporta in Figura 1 uno schema del parapetto.

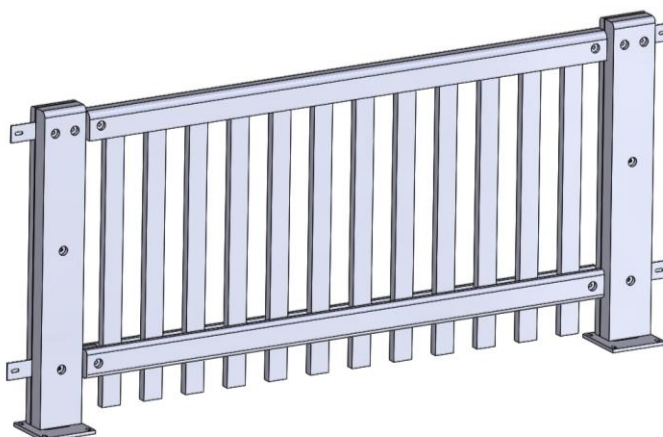


Figura 1 – Schema del parapetto

5 CAD/DISEGNI DEL PARAPETTO

Il modello tridimensionale del parapetto è stato sviluppato partendo dai disegni 3D e 2D forniti dalla committenza. Da tale modello 3D è stato successivamente ricavato il modello numerico agli elementi finiti. Il parapetto è costituito da montanti posti ad un interasse di 2,2 m, collegati da un pannello di tamponamento preassemblato in stabilimento mediante viti da legno.

Il vincolo a terra del parapetto e il fissaggio dei singoli componenti è effettuato mediante ancoranti M10 classe 8.8.

Le parti metalliche del parapetto sono realizzate con acciaio S355 corten mentre le parti di legno con legno lamellare GL24h.

In Figura 2 è riportato un disegno di assieme del parapetto, utilizzato per la modellazione. Si rimanda ai disegni di assieme e di dettaglio per maggiori informazioni sul sistema.

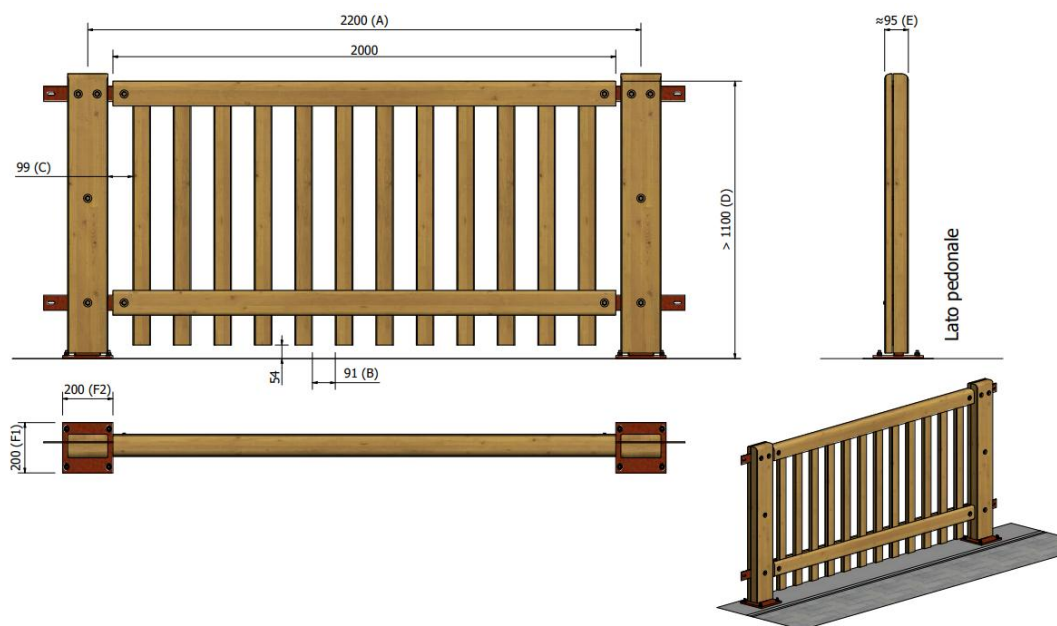


Figura 2 – Disegno CAD del parapetto

6 MODELLO AD ELEMENTI FINITI

6.1 SISTEMA DI RIFERIMENTO

Il sistema di riferimento utilizzato per la modellazione strutturale e per le analisi numeriche è mostrato in Figura 3. Il piano X-Y giace nel piano orizzontale, coincidente con la superficie del piano di appoggio del parapetto, con l'asse X diretto lungo l'asse longitudinale del sistema. L'asse Z è perpendicolare al suolo e positivo verso l'alto. L'asse Y giace nel piano orizzontale, uscente dal parapetto, in accordo con la regola della mano destra.

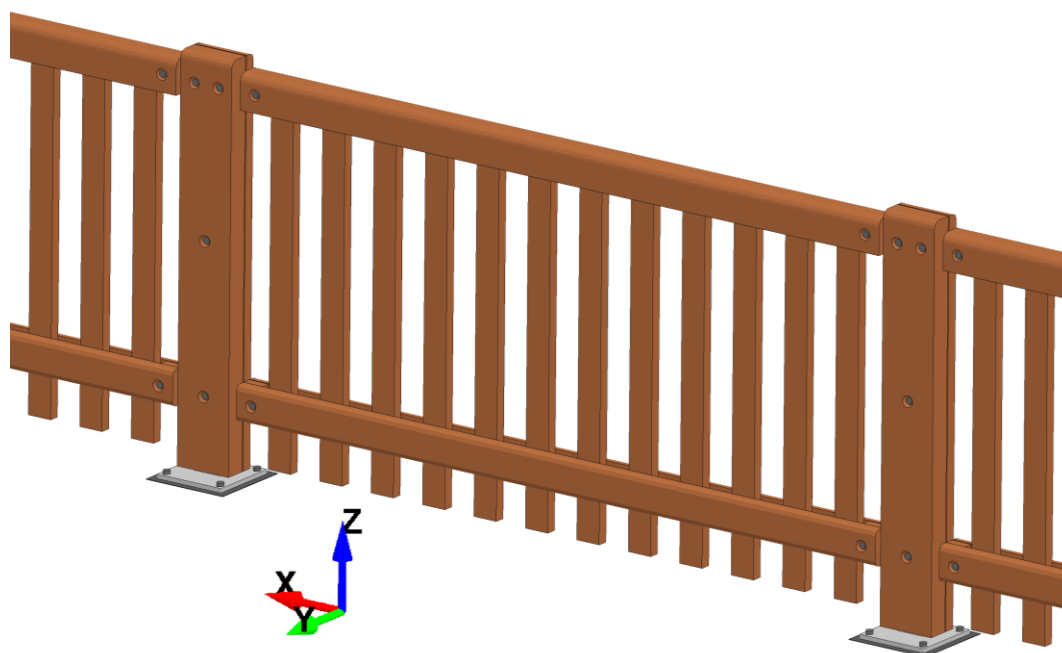


Figura 3 – Sistema di riferimento

6.2 PARAPETTO

Come già riportato nel capitolo 5, il modello ad elementi finiti del parapetto è stato sviluppato partendo dalla geometria CAD opportunamente preparata.

I componenti del dispositivo sono stati realizzati singolarmente ed il modello FE di ciascuno è stato sviluppato così da riprodurre adeguatamente la controparte reale. Nella fase di discretizzazione delle parti in elementi finiti, sono stati utilizzati elementi di tipo beam, shell e solidi a seconda delle caratteristiche geometriche e strutturali di ciascun componente.

Le parti in legno sono state descritte con elementi solidi mentre le lamiere metalliche sono state modellate con elementi di tipo shell. La bulloneria è stata descritta con elementi solidi ad esclusione delle viti da legno utilizzate per l'assemblaggio in stabilimento del pannello di tamponamento che sono state descritte con elementi monodimensionali.

Il numero e la dimensione caratteristica degli elementi del modello FE sviluppato sono stati scelti così da garantire un'accuratezza adeguata all'ottenimento di risultati affidabili. Sono stati generalmente utilizzati elementi con dimensione caratteristica tra 5 mm e 12 mm.

I singoli componenti modellati sono stati successivamente assemblati per riprodurre il parapetto completo di ogni sua parte. Sono state modellate 3 baie di sistema per una lunghezza totale di circa 6,6 m.

Il modello completo del sistema è costituito da 220588 elementi e 311036 nodi.
In Figura 4 è mostrata un'immagine globale del modello del parapetto, mentre in Figura 5 è riportata una vista frontale del sistema.



Figura 4 – Modello ad elementi finiti del parapetto

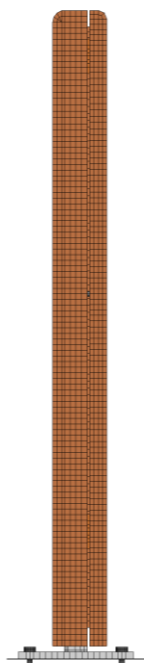


Figura 5 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Vista frontale

I componenti del parapetto sono riportati in Tabella 3.

Componente	Tipo di elementi	Spessore o diametro effettivo (mm) ¹
Piastra di base	Shell	12
C Montante	Shell	5
Piatto Montante	Shell	5
Piastra di continuità	Shell	5
Guscio anteriore montante	Solidi	N/A
Guscio posteriore montante	Solidi	N/A
Corrimano superiore	Solidi	N/A
Corrimano inferiore	Solidi	N/A
Verticali	Solidi	N/A
Blocchetto	Solidi	N/A
Vite legno 4.6	Beam	3
Testa Viti M10 8.8	Solidi	N/A
Fusto Viti M10 8.8	Solidi	N/A

Tabella 3 – Componenti del parapetto modellati

Le dimensioni caratteristiche del sistema sono riportate in Tabella 4.

Dimensioni principali della barriera	
Lunghezza	6,84 m
Larghezza	0,24 m
Altezza	1,13 m

Tabella 4 – Dimensioni caratteristiche del sistema

In Figura 6 e Figura 7 sono mostrate alcune immagini di dettaglio del modello di parapetto, in cui è possibile osservare la mesh considerata e i collegamenti tra i componenti.

¹ Lo spessore/diametro effettivo si indica per gli elementi mono e bi-dimensionali, dove è definito nella proprietà della sezione.



Figura 6 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Dettaglio in prospettiva

I collegamenti tra le parti costituenti la barriera sono stati modellati con l'obiettivo di riprodurre correttamente quelli reali, in termini di comportamento globale.

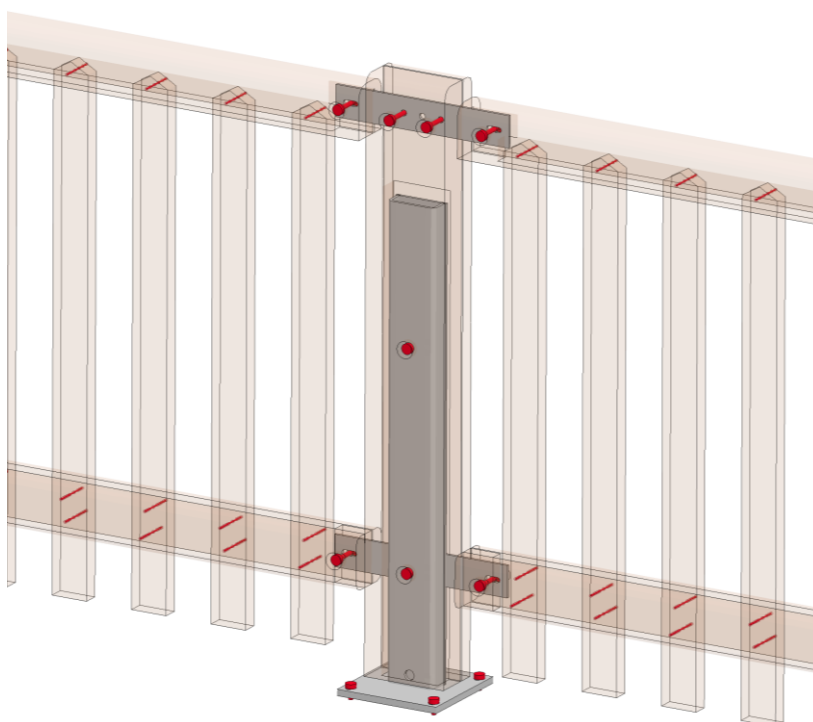


Figura 7 – Modello ad elementi finiti del parapetto – Dettaglio collegamenti

6.2.1 MATERIALI

I materiali metallici utilizzati nel modello numerico per la riproduzione dei componenti sono acciai S355J0WP per le lamiere e acciai classe 8.8 e 4.6 per le viti e gli ancoranti. Le parti in legno sono descritte con un modello rappresentativo del legno tipo GL24h. Per la descrizione del comportamento dei materiali metallici sono state utilizzate leggi costitutive elastoplastiche. I valori caratteristici degli acciai considerati, per la riproduzione delle proprietà meccaniche e dei limiti di cedimento, sono stati ricavati da dati standard riportati su norme e bibliografia. Nelle analisi svolte è stata considerata la possibilità di cedimento dei materiali metallici, con un criterio di rottura in grado di tenere in considerazione la dipendenza del cedimento dallo stato di sforzo. In particolare, la rottura è riprodotta mediante cancellazione di elementi. Le parti di legno utilizzano un materiale ortotropo dedicato, precedentemente calibrato, con capacità di riprodurre rotture mediante cancellazione degli elementi. Le caratteristiche meccaniche dei materiali metallici considerate per le lamiere sono riportate in Tabella 5.

Componente	Materiale	Modulo elastico, E [MPa]	Densità, ρ [kg/m ³]	Coeff. Di Poisson, ν [-]	Sforzo di snervamento, σ_y [MPa]	Sforzo di rottura, σ_{tu} [MPa]
Piastra di base	S355J0WP	210000	7800	0,3	355	470
C Montante	S355J0WP	210000	7800	0,3	355	470
Piatto Montante	S355J0WP	210000	7800	0,3	355	470
Piastra di continuità	S355J0WP	210000	7800	0,3	355	470

Tabella 5 – Caratteristiche meccaniche dei materiali metallici del parapetto

Le caratteristiche dei materiali considerate per gli elementi di collegamento sono riportate in Tabella 6.

Componente	Materiale	Modulo elastico, E [MPa]	Densità, ρ [kg/m ³]	Coeff. Di Poisson, ν [-]	Sforzo di snervamento, σ_y [MPa]	Sforzo di rottura, σ_{tu} [MPa]
Viti Legno 4.6	4.6	210000	7800	0,3	240	400
Viti / Ancoranti M10 8.8	8.8	210000	7800	0,3	640	800

Tabella 6– Caratteristiche meccaniche degli elementi di collegamento

In Tabella 7 sono riportati i componenti del parapetto ed i possibili modi di deformazione e cedimento per ciascuno di essi.

Componente	Deformazione elastica	Deformazione non lineare	Cedimento
Piastra di base	X	X	X
C Montante	X	X	X
Piatto Montante	X	X	X
Piastra di continuità	X	X	X
Guscio anteriore montante	X	X	X
Guscio posteriore montante	X	X	X
Corrimano superiore	X	X	X
Corrimano inferiore	X	X	X
Verticali	X	X	X
Blocchetto	X	X	X
Vite legno 4.6	X	X	X
Testa Viti M10 8.8	X	X	X
Fusto Viti M10 8.8	X	X	X

Tabella 7 – Modi di deformazione e cedimento dei componenti del parapetto

6.3 CONDIZIONI INIZIALI ED AL CONTORNO

Le condizioni di carico sono quelle previste dalla NTC 2018 § 5.1.3.10. per i parapetti stradali, ovvero una spinta di 1,5 kN/m uniformemente distribuita applicata al corrimano.

Sono state analizzate due condizioni di carico, una al carico nominale e una con un carico maggiorato del 50% rispetto alla condizione nominale. I valori di carico considerati per le due condizioni sono riportati in Tabella 8.

Configurazione 1	
Carico distribuito	1500 N/m
Configurazione 2 +50%	
Carico distribuito	2250 N/m

Tabella 8 – Condizioni di carico

Il carico è stato applicato in modo uniforme sul corrimano superiore, lungo tutta la sua apertura, come indicato in Figura 8.

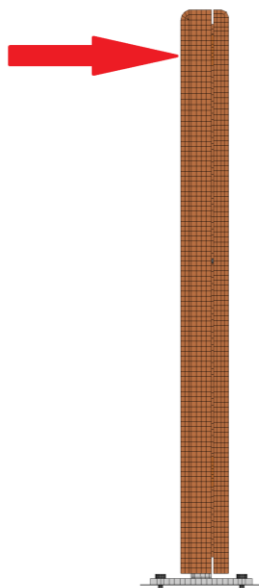


Figura 8 – Applicazione del carico distribuito

Le condizioni al contorno applicate al modello ad elementi finiti sono le seguenti.

- Vincolo all'estremità inferiore degli ancoranti a terra.
- Implementazione di un algoritmo di contatto per tenere in considerazione la mutua interazione tra tutte le parti che costituiscono il modello di parapetto.
- Il parapetto è appoggiato sulla superficie di riferimento, con un algoritmo di contatto che tiene in considerazione la mutua interazione dei componenti del sistema con la superficie di riferimento.
- La forza di gravità è applicata a tutte le parti del modello numerico.

7 SIMULAZIONI NUMERICHE

In questo capitolo vengono discussi i risultati delle simulazioni numeriche svolte.

7.1 Configurazione di carico 1 – 1,5 kN/m

In Figura 9 è mostrata la condizione iniziale della simulazione.



Figura 9 – Configurazione di carico 1 – Condizione iniziale

In Figura 10 è mostrata la condizione finale, con il carico applicato.



Figura 10 – Configurazione di carico 1 – Condizione finale

In seguito all'applicazione del carico il parapetto ha mostrato una deflessione laterale massima di circa 40 mm in corrispondenza del punto centrale del mancorrente superiore e circa 31 mm alla sommità del montante.

Nelle figure seguenti si mostrano sforzi e deformazioni plastiche su ciascuno dei componenti.

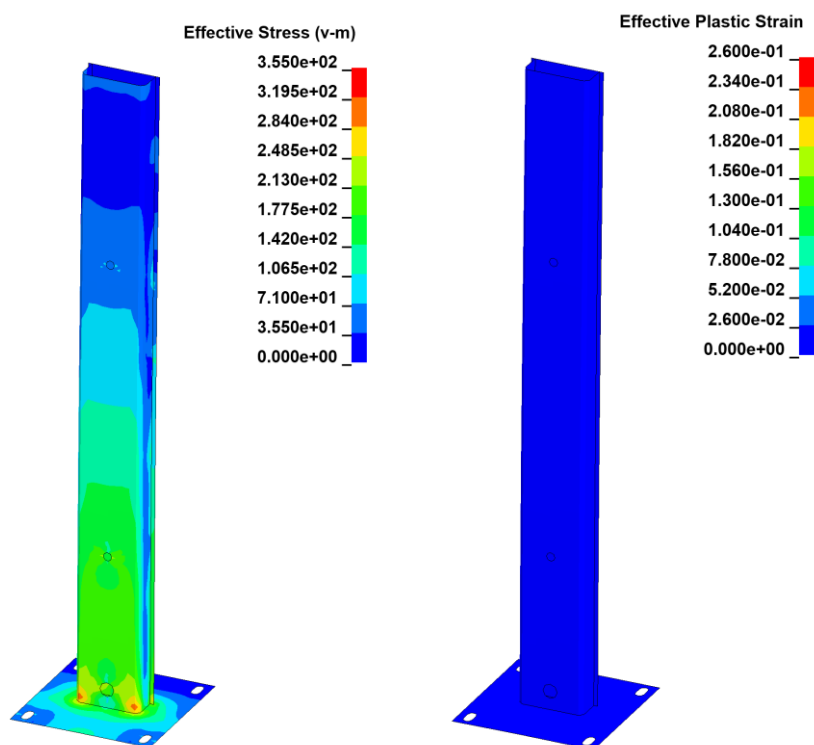


Figura 11 – Configurazione di carico 1 – Sforzo/deformazione montante²

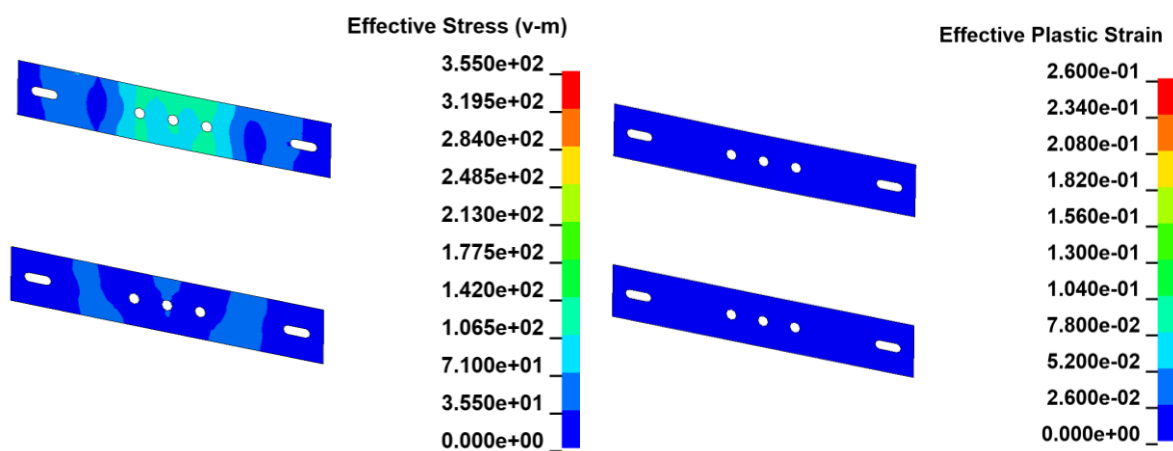


Figura 12 – Configurazione di carico 1 – Sforzo/deformazione piastre di continuità²

² Il valori massimi delle scale si riferiscono agli sforzi di snervamento e alle deformazioni plastiche per i singoli materiali.

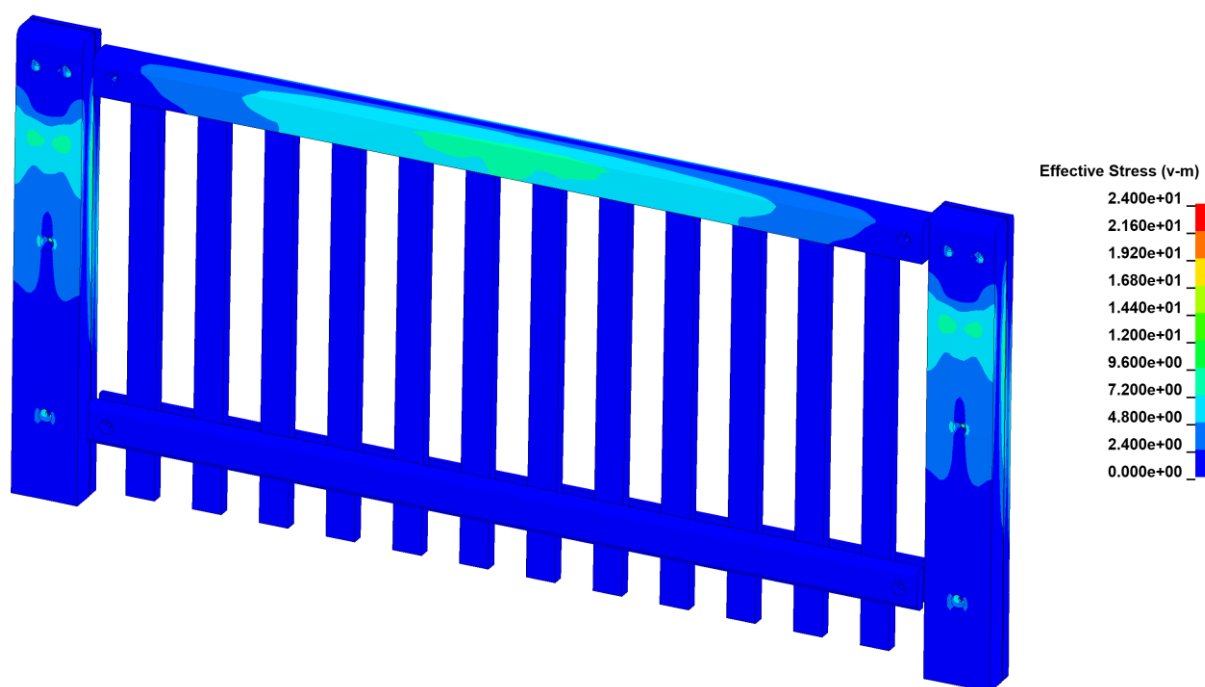


Figura 13 – Configurazione di carico 1 – Sforzo pannello di tamponamento³

³ Nell'immagine sono mostrati gli sforzi di Von Mises per gli elementi in legno, non essendoci riferimenti circa gli sforzi di snervamento si è assunto come valore massimo della scala lo sforzo massimo per questa tipologia di materiale.

L'analisi degli sforzi e deformazioni permette di osservare come tutte le parti metalliche del parapetto rimangano in campo elastico, quindi prive di deformazioni plastiche. Si riporta nella Tabella 9 un riassunto degli sforzi massimi e delle deformazioni plastiche massime suddivisi per ogni componente.

Riassunto sforzi/deformazioni plastiche		
	Sforzo massimo [MPa]	Deformazione plastica massima %
Montante	354	0,0
Piastre di continuità	150	0

Tabella 9 – Condizioni di carico 1 – Sforzi/deformazioni plastiche

Dal modello sono stati estratti i carichi massimi trasmessi a terra tramite gli ancoraggi M10 classe 8.8. Nella tabella seguente si riassumono i risultati della simulazione.

Riassunto risultati	
Carico distribuito	1500 N/m = 1500 N/m
Deflessione massima	40 mm
Deformazione plastica massima	0 %
Forza assiale massima negli ancoranti	13,3 kN
Forza di taglio massima negli ancoranti	1,2 kN

Tabella 10 – Condizioni di carico 1 – Risultati

7.2 Configurazione di carico 2 – 1,5 kN/m + 50%

In Figura 14 è mostrata la condizione iniziale della simulazione.



Figura 14 – Configurazione di carico 2 – Condizione iniziale

In Figura 15 è mostrata la condizione finale, con il carico applicato.

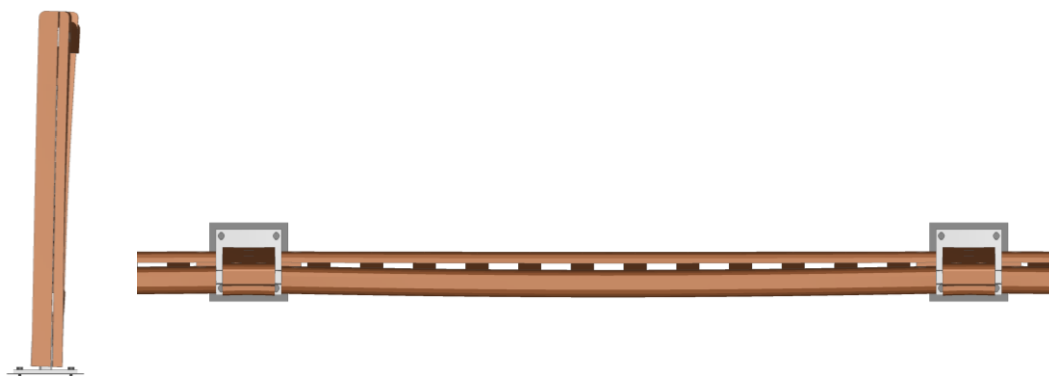


Figura 15 – Configurazione di carico 2 – Condizione finale

In seguito all'applicazione del carico il parapetto ha mostrato una deflessione laterale massima di circa 60 mm in corrispondenza del punto centrale del mancorrente superiore e circa 48 mm alla sommità del montante. Nelle figure seguenti si mostrano sforzi e deformazioni plastiche su ciascuno dei componenti.

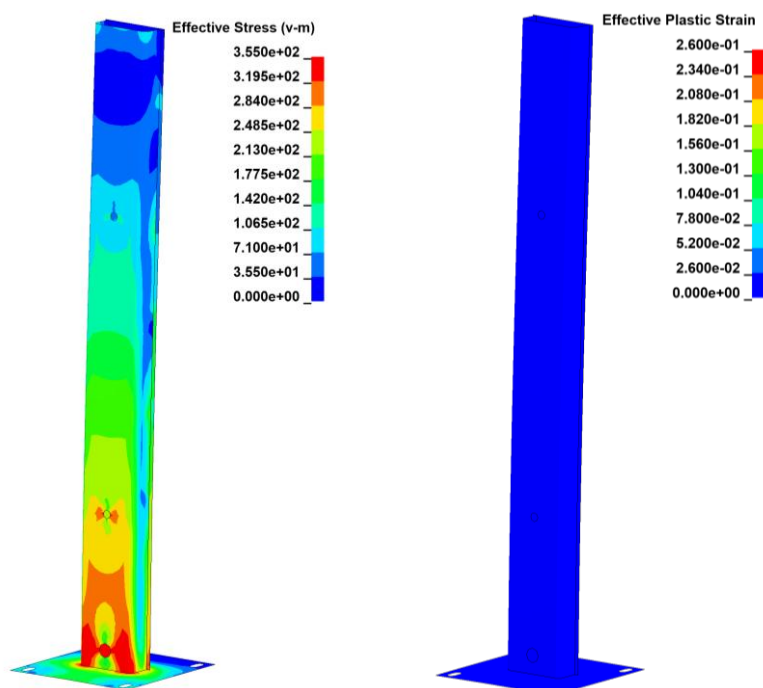


Figura 16 – Configurazione di carico 2 – Sforzo/deformazione montante⁴

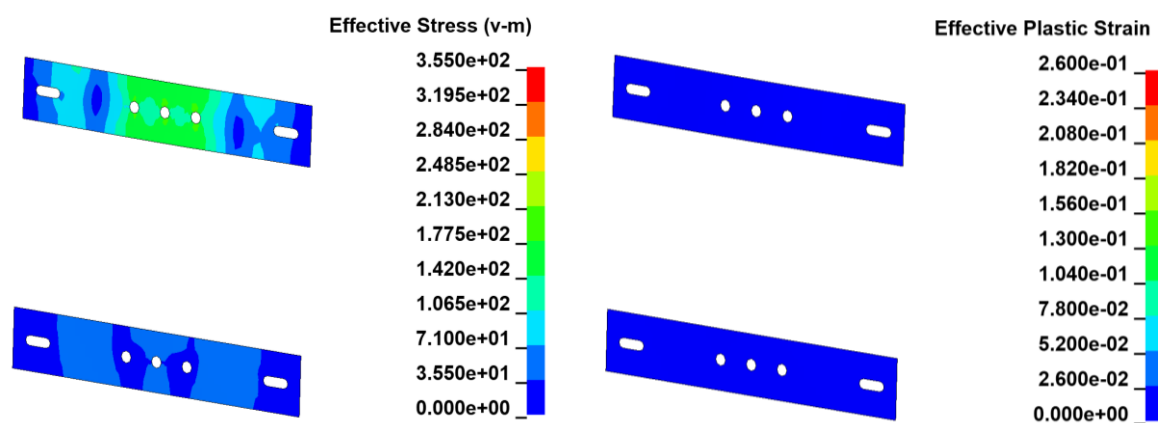


Figura 17 – Configurazione di carico 2 – Sforzo/deformazione piastre di continuità⁴

⁴ Il valori massimi delle scale si riferiscono agli sforzi di snervamento e alle deformazioni plastiche per i singoli materiali.

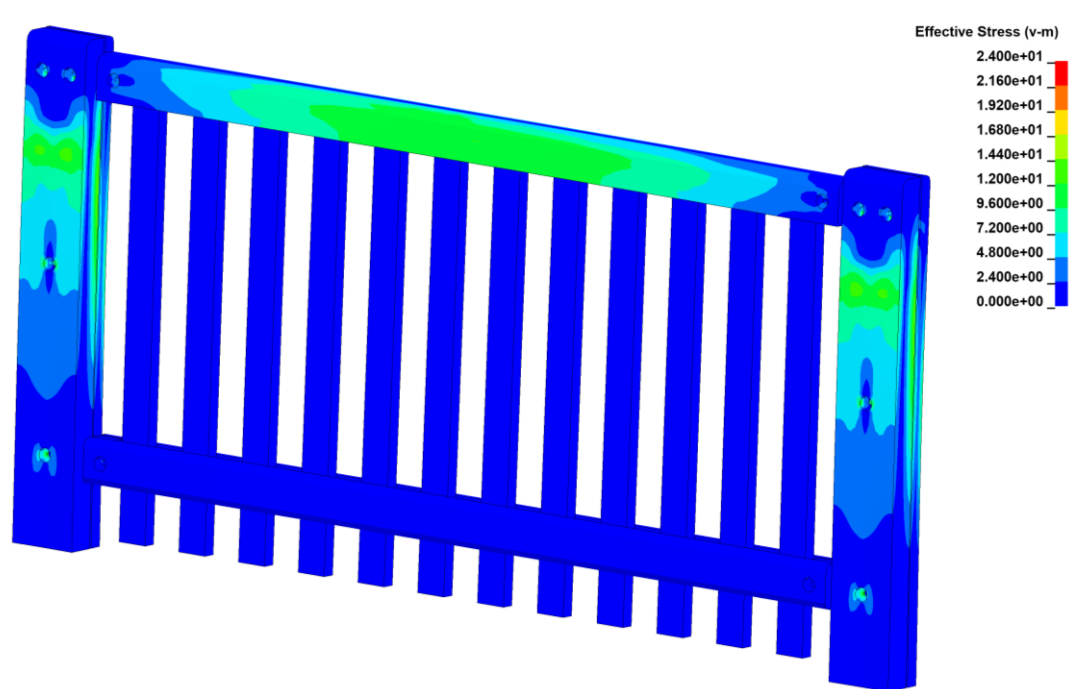


Figura 18 – Configurazione di carico 2 – Sforzo pannello di tamponamento⁵

⁵ Nell'immagine sono mostrati gli sforzi di Von Mises per gli elementi in legno, non essendoci riferimenti circa gli sforzi di snervamento si è assunto come valore massimo della scala lo sforzo massimo per questa tipologia di materiale.

L'analisi degli sforzi e deformazioni permette di osservare come il parapetto sia in campo elastico da un punto di vista globale, quindi pressoché privo di deformazioni plastiche. Si riporta nella Tabella 11 un riassunto degli sforzi massimi e delle deformazioni plastiche massime suddivisi per ogni componente.

Riassunto sforzi/deformazioni plastiche		
	Sforzo massimo [MPa]	Deformazione plastica massima %
Montante	357	0,0
Piastre di continuità	217	0,0

Tabella 11 – Condizioni di carico 2 – Sforzi/deformazioni plastiche

Dal modello sono stati estratti i carichi massimi trasmessi a terra tramite gli ancoraggi M10 classe 8.8. Nella tabella seguente si riassumono i risultati della simulazioni.

Riassunto risultati	
Carico distribuito	1500 N/m + 50% = 2250 N/m
Deflessione massima	60 mm
Deformazione plastica massima	0,004%
Forza assiale massima negli ancoranti	22,4 kN
Forza di taglio massima negli ancoranti	7,5 kN

Tabella 12 – Condizioni di carico 2 - Risultati

8 CONCLUSIONI

L'attività svolta ha avuto lo scopo di valutare, attraverso simulazioni agli elementi finiti, il comportamento di un parapetto progettato da Margaritelli Ferroviaria S.p.A. quando sottoposto al test di spinta descritto dalla NTC 2018 al paragrafo § 5.1.3.10.

Il modello ad elementi finiti del parapetto è stato realizzato partendo dai disegni 2D e 3D e dalle indicazioni fornite dalla committenza.

Le caratteristiche meccaniche dei materiali metallici sono state ricavate da dati standard nominali riportati su norme e bibliografia mentre per le caratteristiche meccaniche del legno ci si è basati sulla bibliografia e sulle prove precedentemente svolte su componenti prodotti con lo stesso legname.

Per valutare il comportamento del sistema, a valle delle analisi numeriche, sono stati considerati sia aspetti qualitativi, come la deformata globale del parapetto, sia aspetti quantitativi, come valori di sforzi e deformazioni nei componenti e forze trasferite.

I risultati della simulazione nella configurazione di carico 1 mostrano come il parapetto sia in grado di sostenere il carico nominale senza mostrare plasticizzazioni apprezzabili da un punto di vista globale.

I risultati della simulazione nella configurazione di carico 2 mostrano come, anche in questo caso, il parapetto sia in grado di sostenere il carico nominale con una maggiorazione del 50% senza evidenziare rotture che possano pregiudicarne il funzionamento.

Dalle simulazioni sono anche stati estratti i carichi trasmessi dal parapetto a terra. Tali valori potrebbero risultare utili nella fase di dimensionamento delle sottostrutture.

8.1 DICHIARAZIONI

Il presente documento si riferisce esclusivamente ai modelli sviluppati ed alle simulazioni svolte. Le analisi sono state eseguite nelle condizioni indicate e sulla base della documentazione e delle assunzioni dichiarate e citate.

Il presente rapporto tecnico può essere riprodotto solo integralmente dietro l'approvazione scritta di CrashTech S.r.l.. Ogni riproduzione parziale è vietata.