

PROVINCIA DI ORISTANO

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA

TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44

AGGIORNAMENTO A SEGUITO DI RISOLUZIONE CONTRATTUALE

CUP: F17H13000910002 - CIG: 98307374CF

PROGETTAZIONE ESECUTIVA

OGGETTO:

RELAZIONE SINTETICA ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO

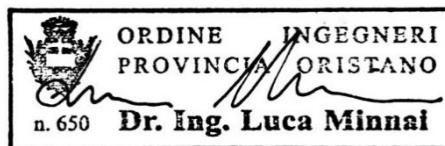
Passerella Pedonale

IL RESPONSABILE DEL PROGETTO
(RSP)

Geom. Alessandro Serra

IL PROGETTISTA

Ing. Luca Minnai



NOTE:

SCALA:

DATA: settembre 2024

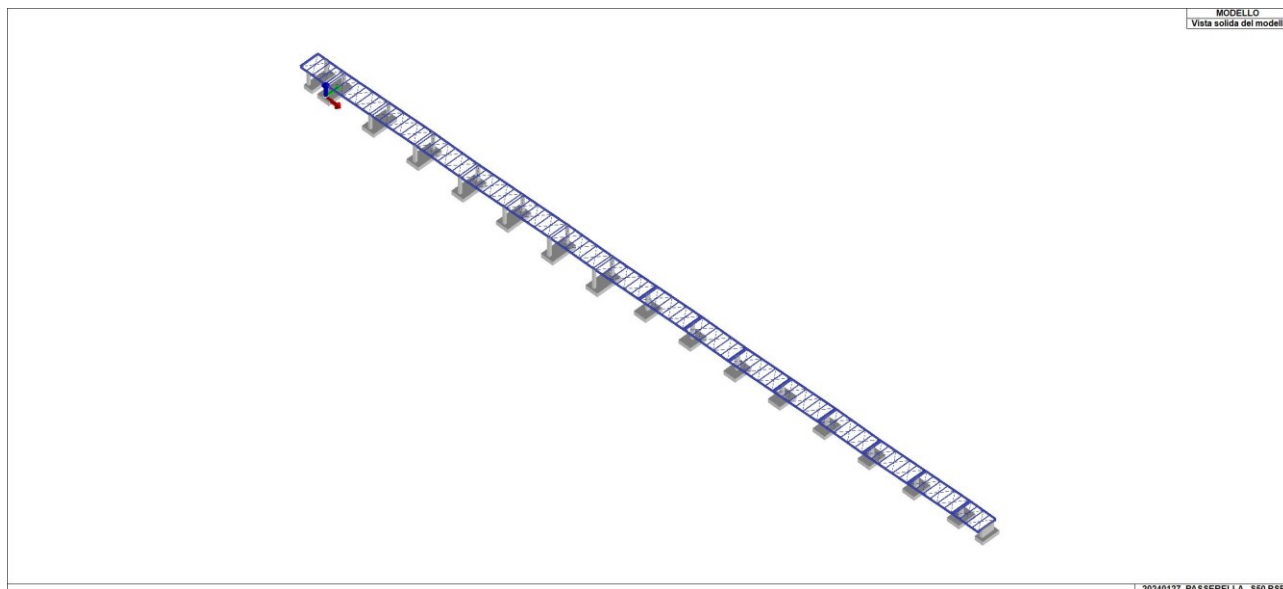
REV.:

TAVOLA:

Allegato P1



Elaborato: RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA DI CALCOLO



Ubicazione: Località MOGORO (OR) Comune di MOGORO (OR)
Provincia di Oristano (Regione SARDEGNA)

Progetto: LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA SP 44
- Passerella Pedonale
- CUP: F17H13000910002 - CIG: 98307374CF

Committente: Provincia di Oristano
via Enrico Carboni - 09170 Oristano OR
-
-

Progettista: Ing. Luca Minnai
via Roma 62/A 09095 Mogoro OR
-
luca.minnai@gmail.com
luca.minnai@ingpec.eu

INDICE

1.	RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA.....	2
1.1	PREMESSA	2
1.2	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO.....	2
1.3	ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE	2
1.3.1	Analisi storico-critica	2
1.3.2	Esito del rilievo geometrico-strutturale.....	2
1.4	DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA.....	3
2.	MODELLAZIONE.....	7
2.1	ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI	7
3.	CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI.....	11
3.1	ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	11
4.	NEVE E VENTO	13
5.	AZIONE SISMICA.....	15
5.1	CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO.....	16
6.	SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO	20
7.	DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI	28
7.1	TIPO DI ANALISI EFFETTUATE	29
7.2	COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO	29
8.	PRINCIPALI RISULTATI	31
9.	SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA.....	59
10.	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	85
11.	ULTERIORI VERIFICHE.....	93
12.	RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE.....	102
12.1	RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO.....	102
13.	RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO	103
14.	DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO	104

Origine e Caratteristiche dei Codici di Calcolo

Codice di calcolo:	PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program
Versione:	PROFESSIONAL (build 2023-07-199)
Produttore-Distributore:	2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l. Via Garibaldi, 90 44121 Ferrara FE (Italy) Tel. +39 0532 200091 www.2si.it
Codice Licenza:	Licenza dsi7123

In merito al punto 10.2 delle Norme Tecniche per le Costruzioni (*Affidabilità dei codici utilizzati*), si fa riferimento al **Documento di Affidabilità** “Test di validazione del software di calcolo PRO_SAP e dei moduli aggiuntivi PRO_SAP Modulo Geotecnico, PRO_CAD nodi acciaio e PRO_MST” disponibile per il download sul sito: <https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita/>

1. RELAZIONE ILLUSTRATIVO SINTETICA

1.1 PREMESSA

Nella presente introduzione sono riportati i principali elementi di inquadramento del progetto esecutivo riguardante le strutture della Passerella pedonale (TRATTO 1 dell'intervento sulla SP 44), in relazione agli strumenti urbanistici, al progetto architettonico, al progetto delle componenti tecnologiche in generale e alle prestazioni attese dalla struttura.

1.2 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

Le Norme e i documenti assunti a riferimento per la progettazione strutturale vengono indicati di seguito.

Progetto-verifica degli elementi	
Progetto cemento armato	D.M. 17-01-2018
Progetto acciaio	D.M. 17-01-2018
Progetto legno	D.M. 17-01-2018
Progetto muratura	D.M. 17-01-2018
Azione sismica	
Norma applicata per l' azione sismica	D.M. 17-01-2018

1.3 ANALISI STORICO-CRITICA ED ESITO DEL RILIEVO GEOMETRICO-STRUTTURALE

Per edifici esistenti, in coerenza con il paragrafo 8.2 delle NTC-18, l'analisi storico-critica e il rilievo geometrico-strutturale devono evidenziare i seguenti aspetti: (a) la costruzione riflette lo stato delle conoscenze al tempo della sua realizzazione; (b) possono essere insiti e non palesi difetti di impostazione e di realizzazione; (c) la costruzione può essere stata soggetta ad azioni, anche eccezionali, i cui effetti non siano completamente manifesti; (d) le strutture possono presentare degrado e/o modificazioni significative rispetto alla situazione originaria.

1.3.1 Analisi storico-critica

Omissis in quanto opera di nuova realizzazione

1.3.2 Esito del rilievo geometrico-strutturale

Omissis in quanto opera di nuova realizzazione

1.4 DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Tale intervento riguarda la realizzazione di una passerella pedonale che si sviluppa dalla progressiva km 3+093 m alla progressiva km 3+193 m della Strada Provinciale n.44 al fine di dare continuità al percorso pedonale costituito dal marciapiede che termina all'ingresso del centro abitato e che poi riprende dal bivio di ingresso alla zona P.I.P. per diramarsi al suo interno.

Nella zona di intervento sono presenti dei dislivelli rispetto al piano stradale e sono inoltre presenti due canali di smaltimento delle acque piovane. Il primo canale, costituito da una cunetta trapezoidale in calcestruzzo e in evidente stato di degrado, raccoglie le acque meteoriche provenienti dal centro abitato, il secondo canale è in terra raccoglie le acque meteoriche provenienti dalla zona P.I.P. e convogliate nello stesso attraverso un tubo in PVC. Entrambi i canali convogliano le acque all'attraversamento idraulico posto circa a metà della zona d'intervento al km 3+143 m. Quest'ultimo, e il bacino idrico su cui si sta intervenendo sono stato oggetto di studio di compatibilità idraulica da parte del Comune di Mogoro, dal quale si evince come lo stesso risulta essere di idonea sezione allo smaltimento delle acque di bacino verso l'asta idraulica che parte subito dopo l'ingresso nell'attraversamento stesso e a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

Tali circostanze hanno portato ad optare per la realizzazione di una passerella pedonale con struttura dell'impalcato in acciaio Corten A (classe resistenza acciaio S355). Questa scelta è stata dettata oltre che per il maggiore pregio estetico e migliore inserimento nel contesto ambientale, anche dal maggior grado di protezione che questo acciaio fornisce, avendo per sua natura caratteristiche auto passivanti. Inoltre, le maggiori proprietà meccaniche hanno consentito di ridurre le sezioni e di conseguenza un risparmio sul quantitativo di acciaio. Le fondazioni superficiali isolate e i pilastri di appoggio all'impalcato in acciaio saranno invece realizzate in calcestruzzo ordinario (classe di resistenza calcestruzzo C25/30, classe resistenza acciaio d'armatura B450C). La passerella pedonale è completata da una pavimentazione sempre in acciaio Corten A, la quale deve garantire, con apposita certificazione da presentare per accettazione, la classe di resistenza allo scivolamento R13 secondo norma DIN 51130 e capacità portanti di resistenza al carico variabile di 5 kN/m² (schema Carico 5: Folla, secondo cap. 5 del D.M. 17/01/2024 "Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni" per i ponti pedonali con accesso impedito ai veicoli speciali). Si è scelto comunque di considerare lo schema Carico 4: 10 kN così da dimensionarne le strutture principali della passerella, qualora si voglia procedere un giorno con un'aggiornamento delle strutture secondarie, ossia pavimentazione e ripartitori, di cui per ora non sono previste, per questioni economiche, tipologie che riescano a garantire tale schema di carico, motivo per cui, secondo le indicazioni delle NTC 2018, sarà impedito fisicamente l'accesso a tali tipologie di mezzi sul ponte pedonale. Infine, il piano di calpestio è protetto da idonei parapetti su entrambi i lati di dimensioni e caratteristiche di resistenza calcolate secondo le normative di settore di cui si è tenuto debitamente conto nel modello per quanto riguarda i pesi e il momento torcente che trasmettono ai cosciali a cui sono collegate. Geometricamente la piattaforma avrà una larghezza di 2,50 m così come previsto per i marciapiedi con doppio senso di transito, e un andamento altimetrico con porzioni orizzontali che fungeranno da pianerottoli di riposo nel rispetto della normativa sulle barriere architettoniche, configurandosi lo stesso come un ponte pedonale. Infine, è previsto di dotare il ponte pedonale di idonea illuminazione segna passo con faretti a tecnologia LED, da collegarsi all'illuminazione pubblica in accordo con l'Ente gestore.

Dall'esito delle indagini geologiche-geotecniche propedeuticamente effettuate e lo stato di conservazione dei canali, si è reso necessario provvedere a una regimazione delle acque meteoriche al fine di evitare rigonfiamenti degli strati d'argilla del terreno di fondazione. Per fare ciò è previsto di mettere mano ai canali di smaltimento delle acque meteoriche, realizzandoli con elementi in calcestruzzo vibrato, evitando così infiltrazioni d'acqua dagli

stessi negli strati di terreno inferiore.

Prima dell'intervento l'area sarà debitamente disboscata con l'abbattimento degli alberi di piccolo-medio fusto, preventivamente verificando con gli enti competenti se gli stesso non appartengano ad essenze protette.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto, mentre per le verifiche geologico-geotecniche si rimanda alle relazioni della SoilTech s.n.c. del Dott. Geol. Paolo Caula in collaborazione col Dott. Geol. Antonello Piredda commissionata dall'Ente Provincia di Oristano. Si fa presente che in accordo con i geologi, si è scelto comunque di attribuire al sito TRATTO1 : Passerella Pedonale, il coefficiente topografico T2, leggermente più cautelativo e più rappresentativo della porzione di sito lato P.I.P.

Descrizione generale dell'opera	
Opera di nuova realizzazione	SI
Fabbricato ad uso	PUBBLICO
Ubicazione	Comune di MOGORO (OR) (Regione SARDEGNA) – Strada Provinciale n. 44 Località MOGORO (OR) Longitudine 8.779, Latitudine 39.684 (Riferimento WGS84)
Numero di piani	Fuori terra: 1 (TRATTASI DI PASSERELLA PEDONALE A 1 LIVELLO) Interrati: NESSUNO (TRATTASI DI PASSERELLA PEDONALE A 1 LIVELLO) Le dimensioni dell'opera in pianta sono racchiuse in un rettangolo di 100 x 3,15 METRI
Numero vani scale	NESSUNO (TRATTASI DI PASSERELLA PEDONALE A 1 LIVELLO)
Numero vani ascensore	NESSUNO (TRATTASI DI PASSERELLA PEDONALE A 1 LIVELLO)
Tipo di fondazione	Platea (PLATEE ISOLATE)

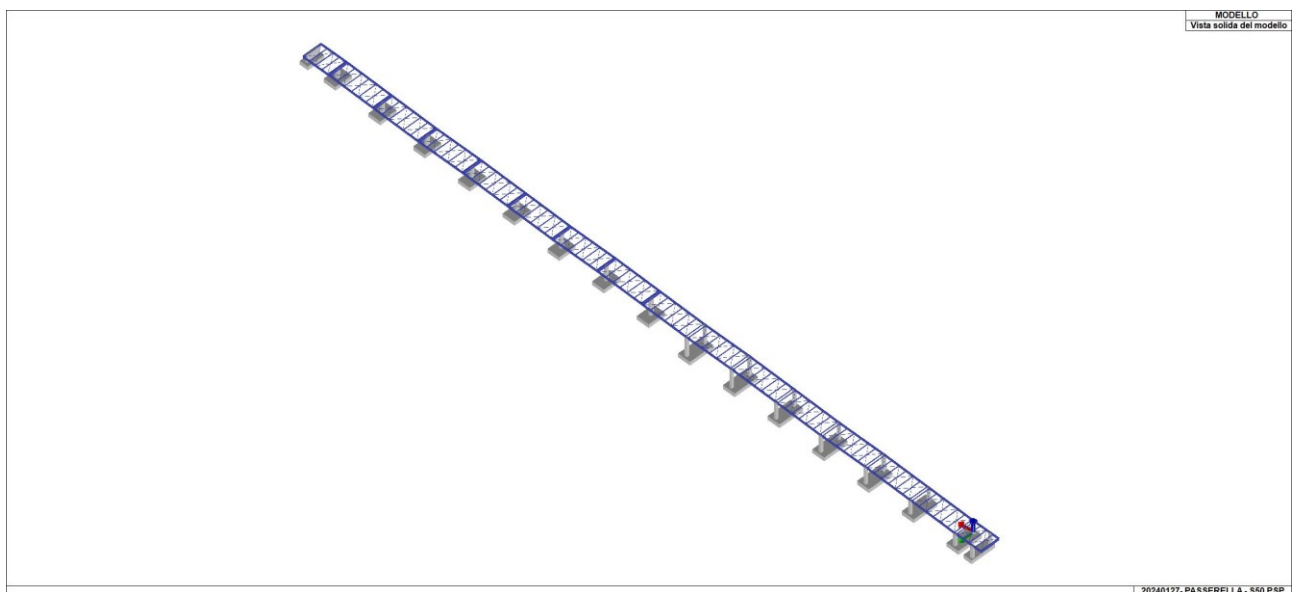
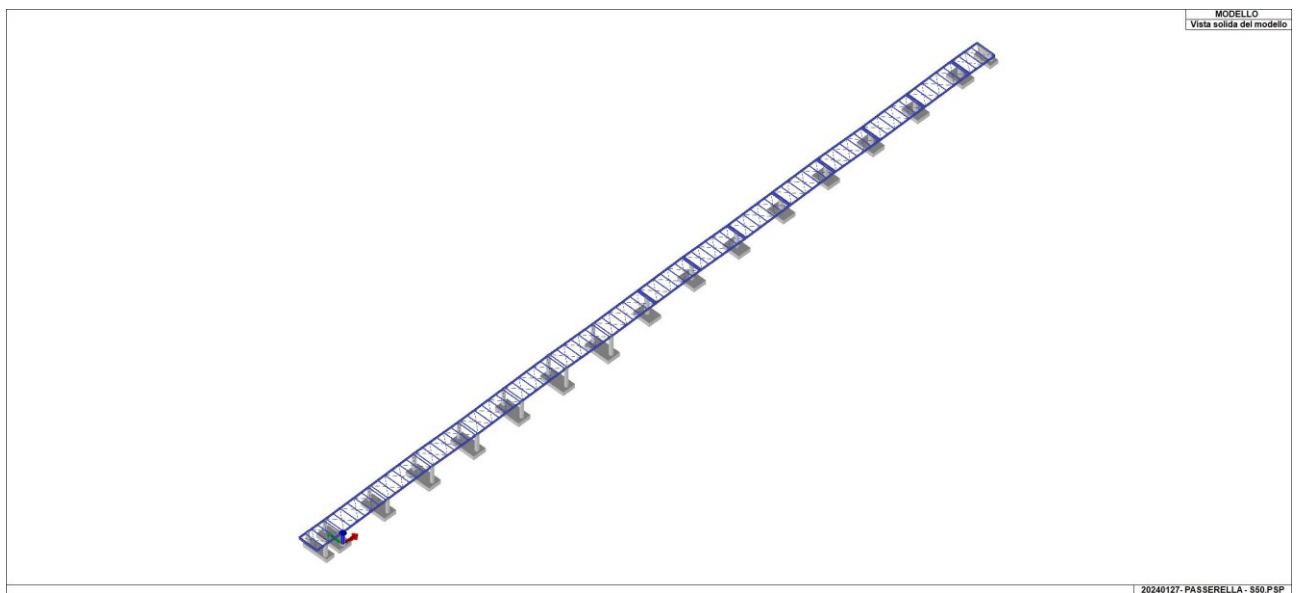
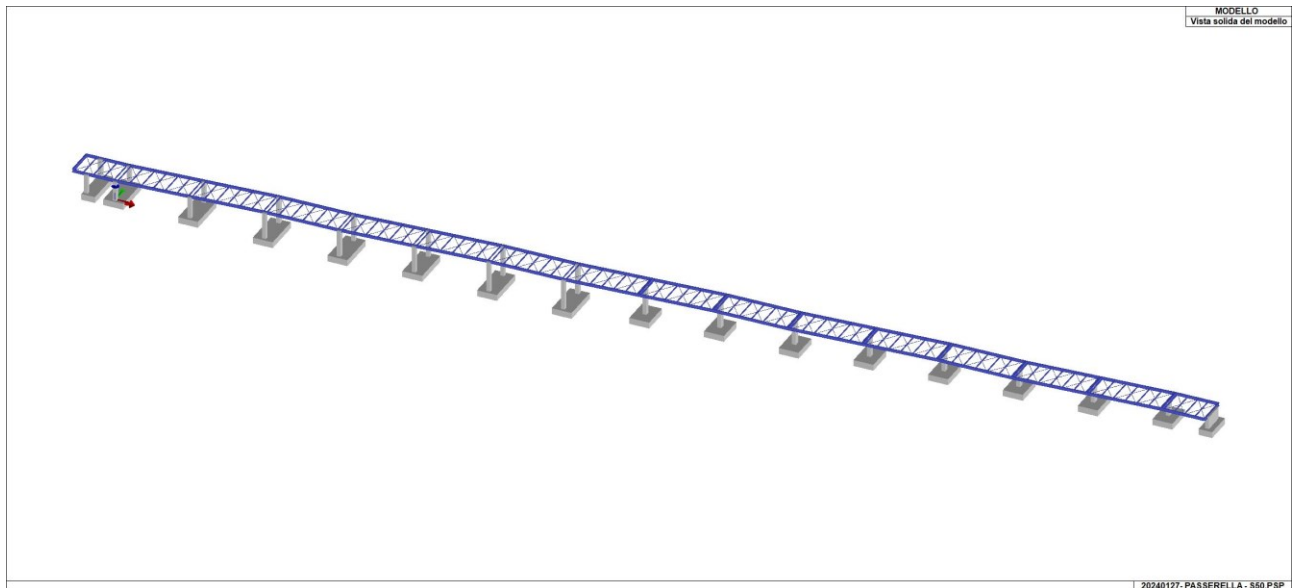
Materiali impiegati	
Cemento Armato	SI
Acciaio	SI
Legno	NO
Muratura	NO

Principali caratteristiche della struttura	
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Classe di duttilità	ND struttura non dissipativa
Elementi non strutturali	ILLUMINAZIONE
Elementi secondari	PAVIMENTAZIONE E RIPARTITORI IPE 80 IN ACCIAIO CORTEN A (S355)
Elementi in falso	NESSUNO
Condizioni per cui è necessario considerare la componente verticale del sisma	NESSUNO
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Dinamica lineare
Verifica SLD di resistenza	NO

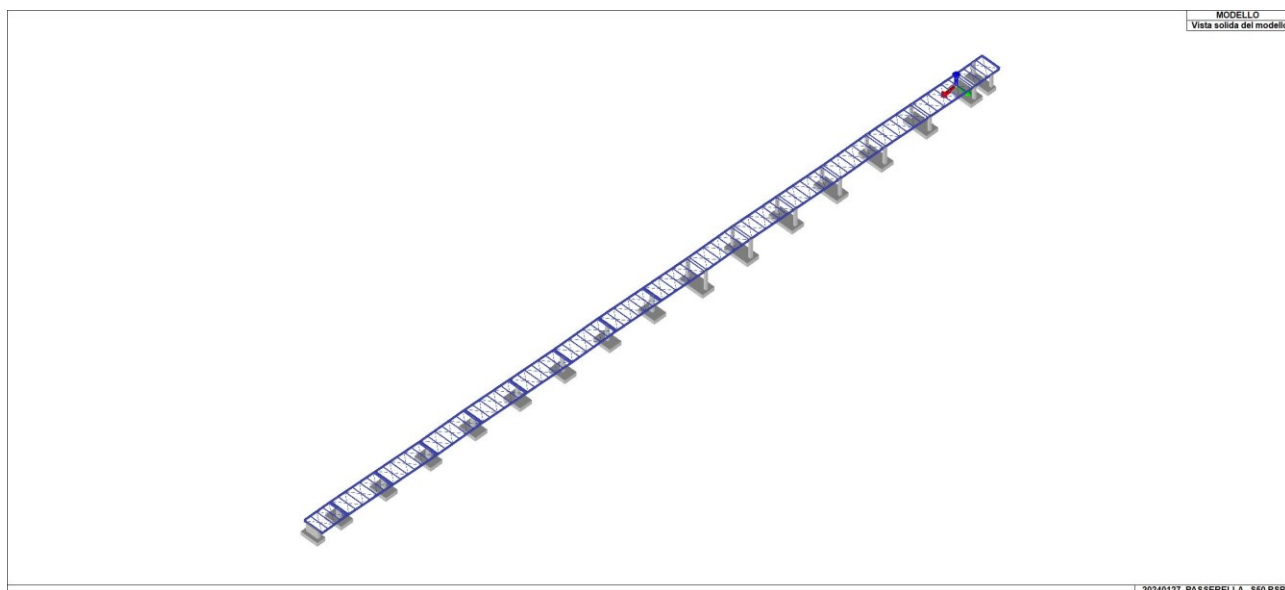
Parametri della struttura			
Classe d'uso	Vita Vn [anni]	Coeff. Uso	Periodo Vr [anni]
II	50.0	1.0	50.0

Di seguito si riportano le immagini del modello strutturale:

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



2. MODELLAZIONE

L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi statici. L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tenso-deformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo sopraindicato si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi solo in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. Le incognite del problema (nell'ambito del metodo degli spostamenti) sono le componenti di spostamento dei nodi riferite al sistema di riferimento globale (traslazioni secondo X, Y, Z, rotazioni attorno X, Y, Z). La soluzione del problema si ottiene con un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dai carichi agenti sulla struttura opportunamente concentrati ai nodi:

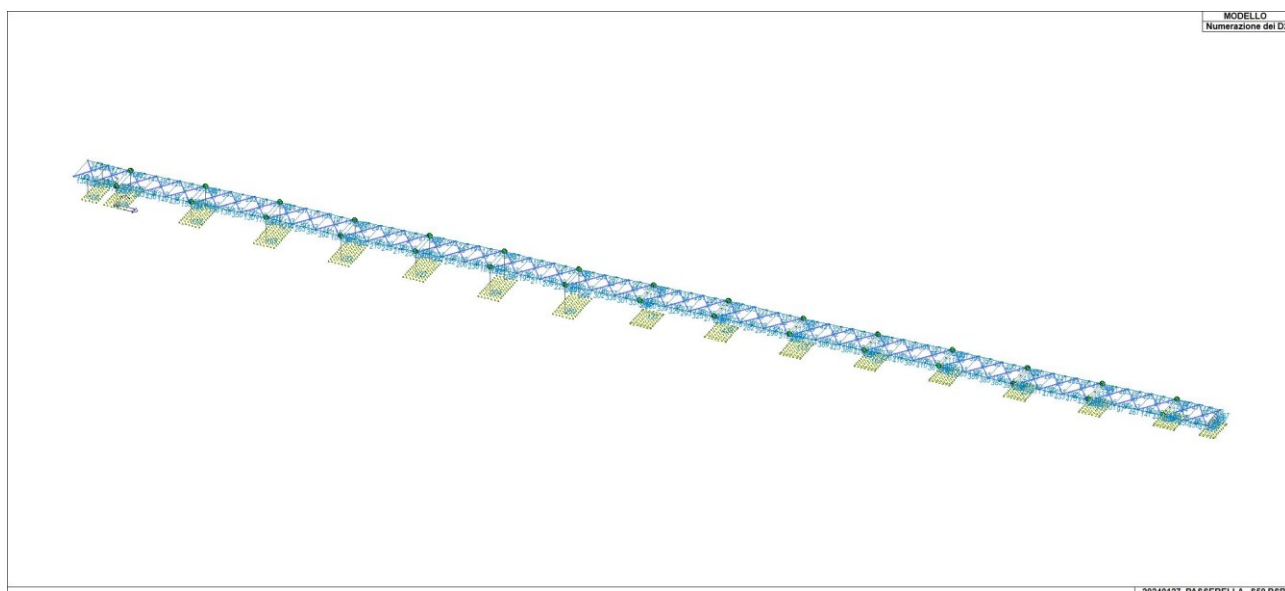
$$\mathbf{K} * \mathbf{u} = \mathbf{F} \quad \text{dove} \quad \begin{array}{l} \mathbf{K} = \text{matrice di rigidezza} \\ \mathbf{u} = \text{vettore spostamenti nodali} \\ \mathbf{F} = \text{vettore forze nodali} \end{array}$$

Dagli spostamenti ottenuti con la risoluzione del sistema vengono quindi dedotte le sollecitazioni e/o le tensioni di ogni elemento, riferite generalmente a una terna locale all'elemento stesso.

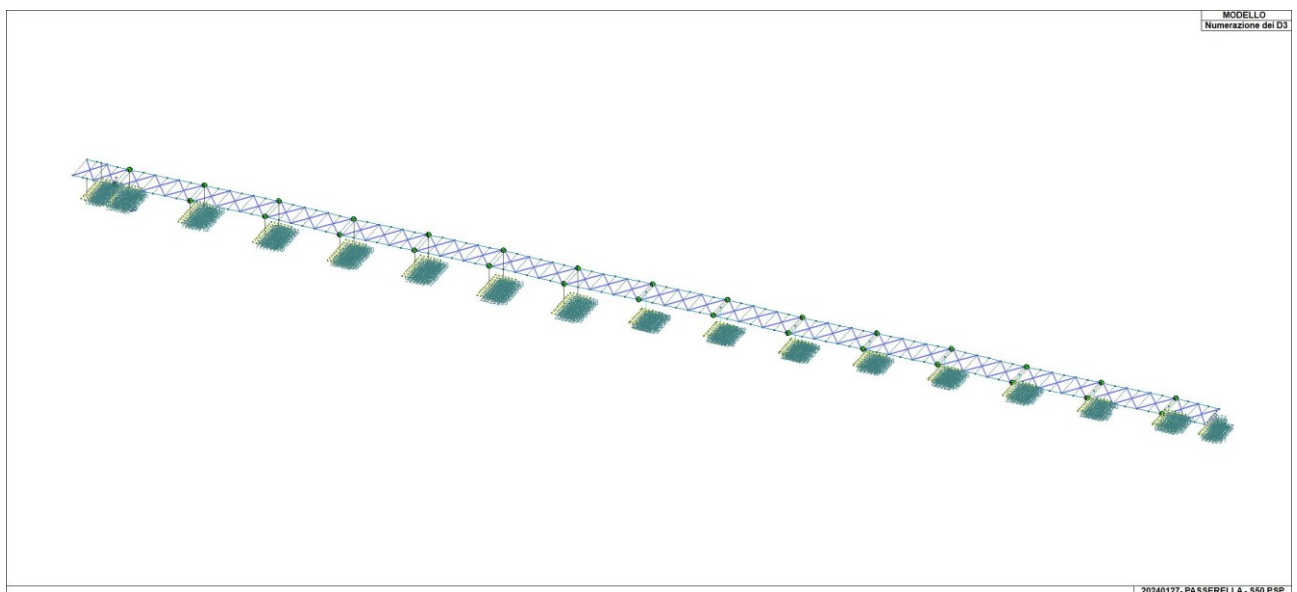
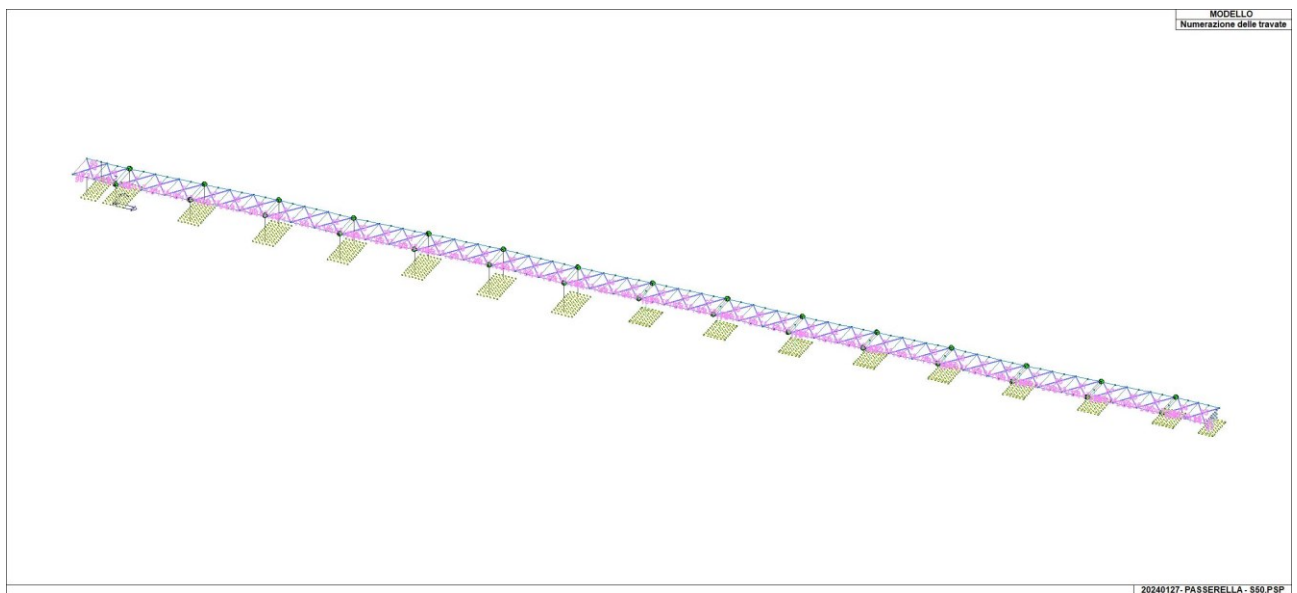
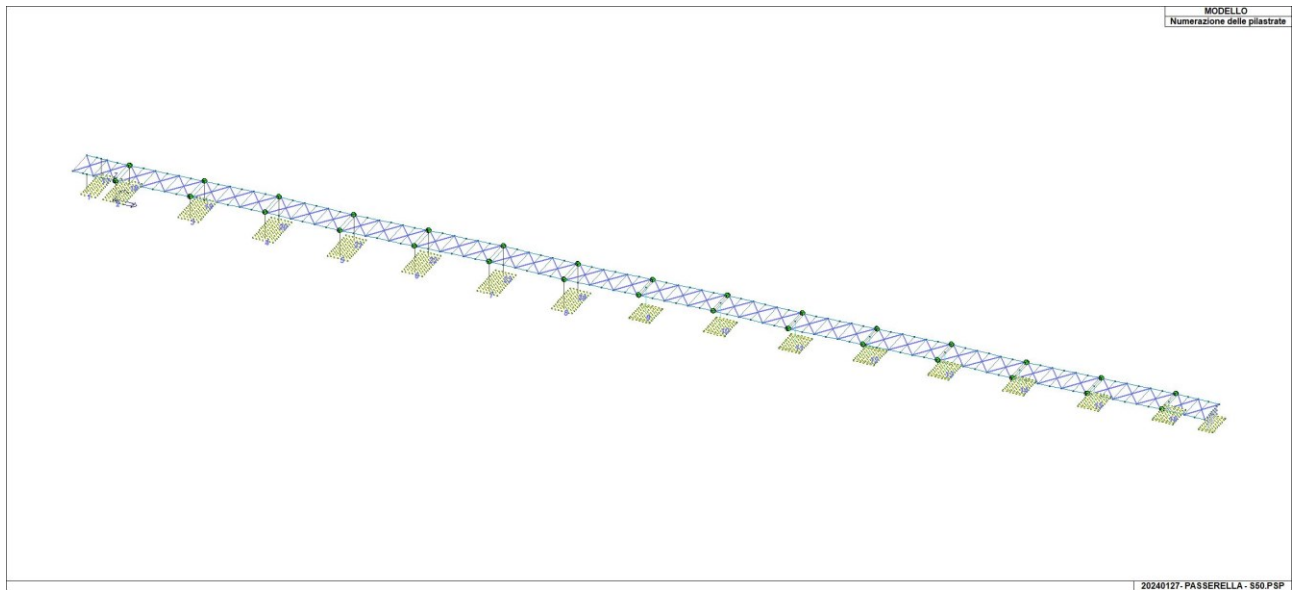
Il sistema di riferimento utilizzato è costituito da una terna cartesiana destrorsa XYZ. Si assume l'asse Z verticale ed orientato verso l'alto.

2.1 ELEMENTI FINITI – SEZIONI E SPESSORI

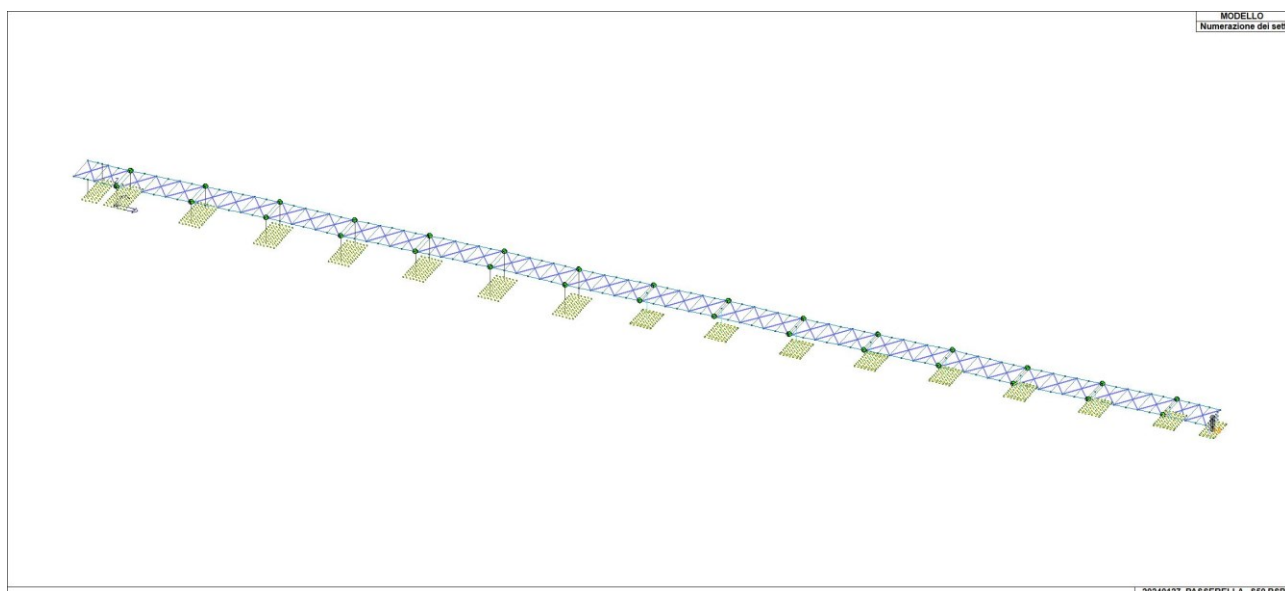
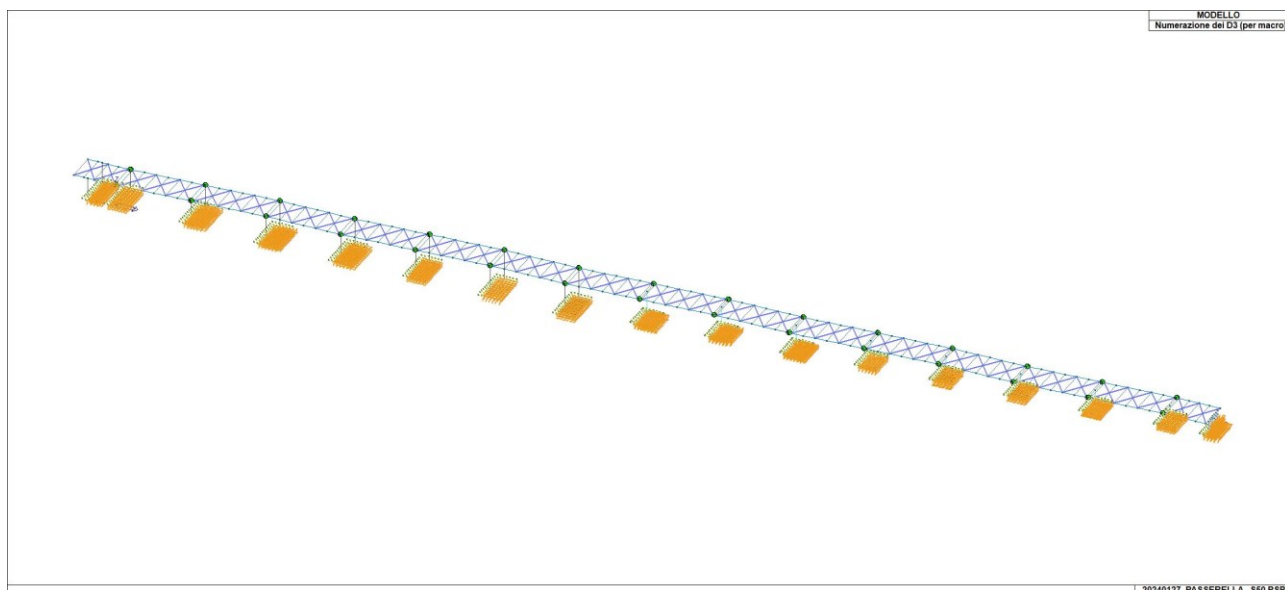
A seguire si riportano le immagini relative alle numerazioni di interesse:



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



Si riportano di seguito le caratteristiche di sezioni e spessori degli elementi strutturali, in formato tabellare e immagini:

TABELLA_SEZIONI

Id	Tipo SEZ	Area	A V2	A V3	Jt	J 2-2	J 3-3	W 2-2	W 3-3	Wp 2-2	Wp 3-3
-	-	cm2	cm2	cm2	cm4	cm4	cm4	cm3	cm3	cm3	cm3
1	IPE 240	39.10	0.0	0.0	12.90	284.00	3892.00	47.30	324.30	73.90	366.60
2	IPE 220	33.40	0.0	0.0	9.10	205.00	2772.00	37.30	252.00	58.10	285.40
3	IPE 100	10.30	0.0	0.0	1.20	16.00	171.00	5.80	34.20	9.10	39.40
6	UPN 30X15	2.20	0.0	0.0	0.14	0.40	2.50	0.40	1.70	0.78	2.17
11	PILASTRI FOND TIPO 1 - Rettangolare: b=30 h=30	900.00	750.00	750.00	1.139e+05	6.750e+04	6.750e+04	4500.00	4500.00	6750.00	6750.00
13	PILASTRI fond TIPO 2 - Rettangolare: b=30 h=40	1200.00	1000.00	1000.00	1.946e+05	9.000e+04	1.600e+05	6000.00	8000.00	9000.00	1.200e+04

Legenda

Tipo SEZ	Indica il nome identificativo e la tipologia di sezione
Area	Area della sezione
A V2	Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 2)
A V3	Area della sezione/Fattore di taglio (direzione 3)
Jt	Momento di inerzia torsionale della sezione
J 2-2	Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 2
J 3-3	Momento di inerzia della sezione riferito all'Asse 3

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

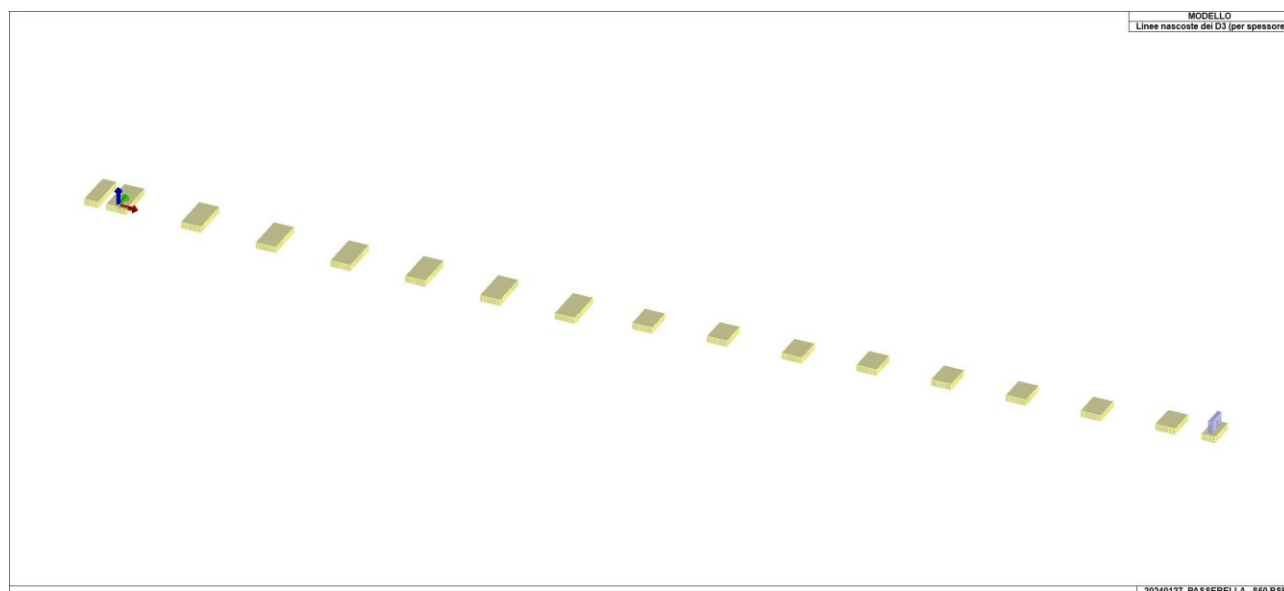
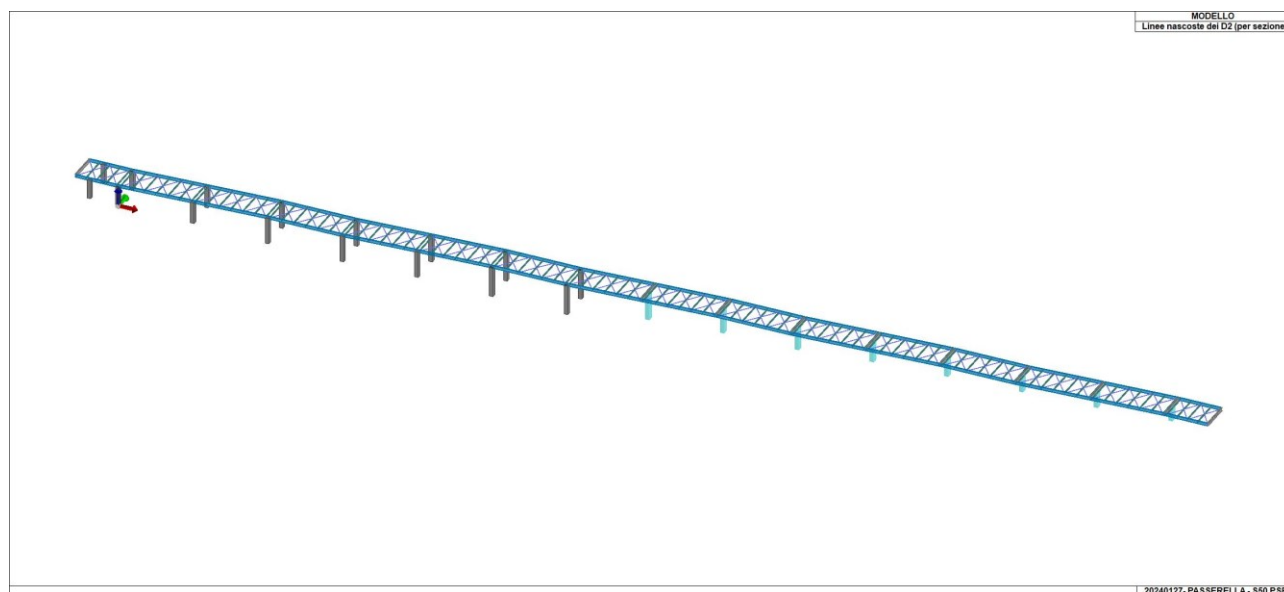
W 2-2 Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 2
W 3-3 Modulo di resistenza della sezione riferito all'Asse 3
Wp 2-2 Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 2
Wp 3-3 Modulo di resistenza plastico della sezione riferito all'Asse 3

TABELLA_SPESSORI

Id		Spessore Gusci	Spessore Setti	Sp. solai piano rigido
-	-	cm	cm	cm
1		-	30.00	-
2		50.00	-	-

Legenda

Spessore Gusci Spessore degli elementi shell con sviluppo orizzontale
Spessore Setti Spessore degli elementi shell con sviluppo verticale



3. CARATTERISTICHE MATERIALI UTILIZZATI

Nell'esecuzione delle opere oggetto della presente relazione è previsto l'utilizzo dei seguenti materiali con le relative caratteristiche:

3.1 ELENCO DEI MATERIALI IMPIEGATI

[1]- MATERIALE PER FONDAZIONE -

Calcestruzzo Classe C25/30			
Id	-	-	u.m.
1		< MATERIALE NUOVO >	
		Resistenza caratteristica cubica Rck	300.0 daN/cm2
		Resistenza caratteristica cilindrica fck	249.0 daN/cm2
		Resistenza fctm	25.6 daN/cm2
		Tensione caratteristica di snervamento acciaio	4500.0 daN/cm2
		Tipo acciaio	tipo C
		Coefficiente gamma c	1.5
		Coefficiente gamma s	1.1
		Rapporto Rfessurata (assiale)	1.00
		Rapporto Rfessurata (flessione)	1.00
		Rapporto Rfessurata (taglio)	1.00

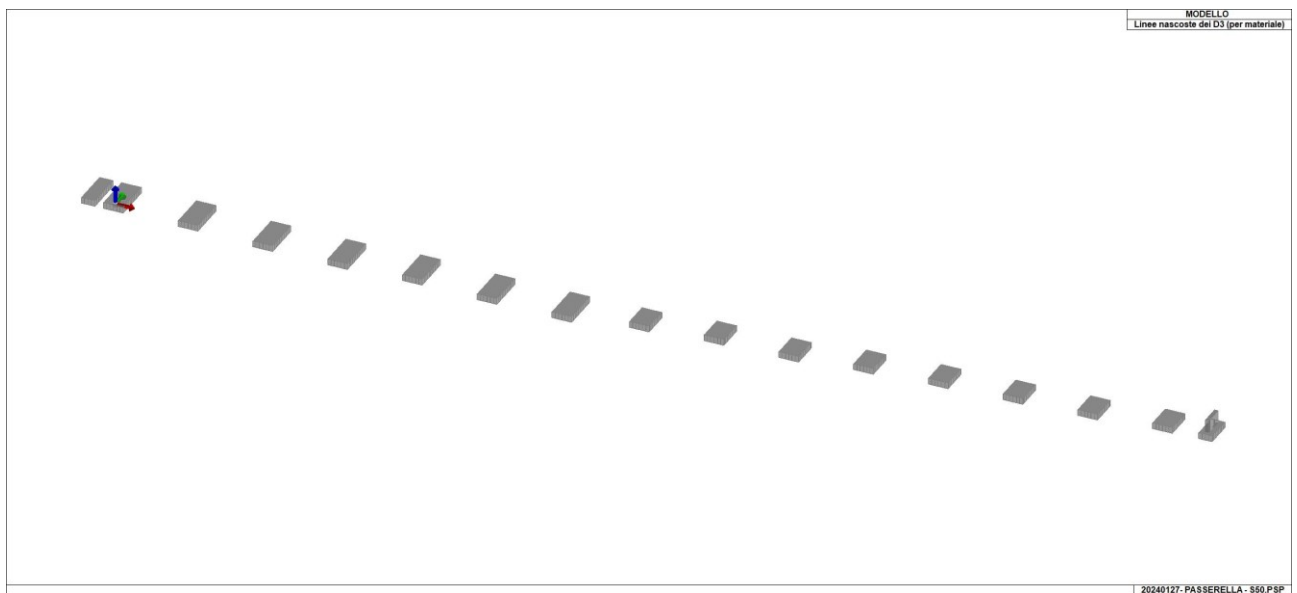
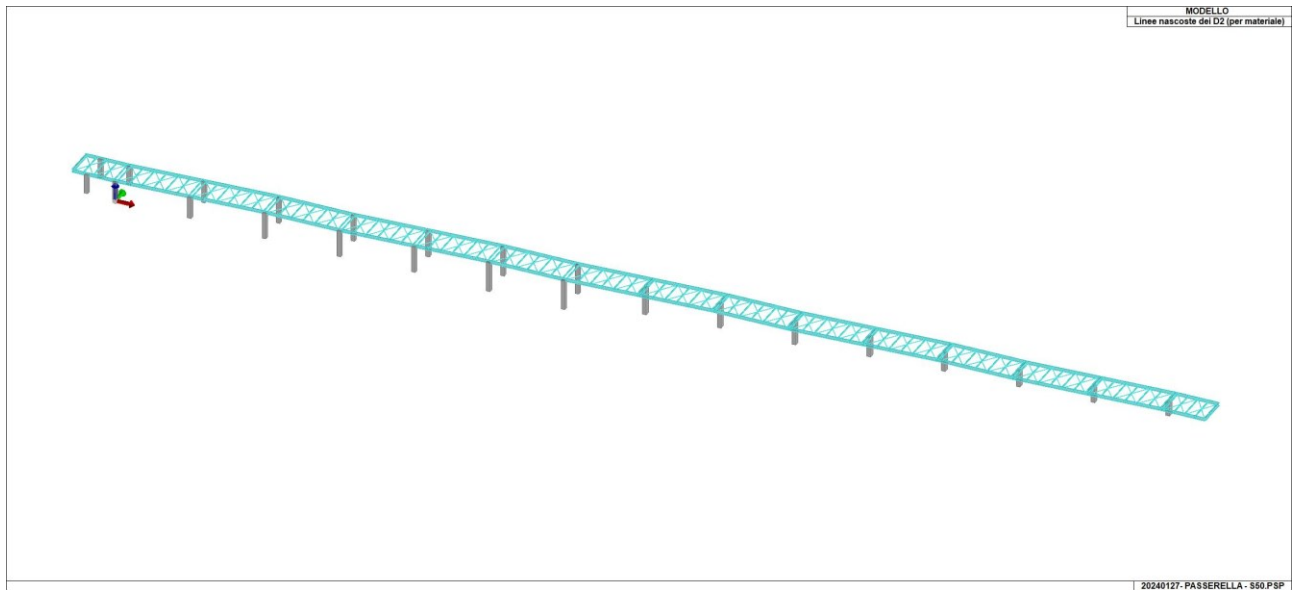
[1]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

Calcestruzzo Classe C25/30			
Id	-	-	u.m.
1		< MATERIALE NUOVO >	
		Resistenza caratteristica cubica Rck	300.0 daN/cm2
		Resistenza caratteristica cilindrica fck	249.0 daN/cm2
		Resistenza fctm	25.6 daN/cm2
		Tensione caratteristica di snervamento acciaio	4500.0 daN/cm2
		Tipo acciaio	tipo C
		Coefficiente gamma c	1.5
		Coefficiente gamma s	1.1
		Rapporto Rfessurata (assiale)	1.00
		Rapporto Rfessurata (flessione)	1.00
		Rapporto Rfessurata (taglio)	1.00

[13]- MATERIALE PER ELEVAZIONE -

Acciaio Fe510 - S355-acciaio Fe510-S355			
Id	-	-	u.m.
13		< MATERIALE NUOVO >	
		Tensione ft	5100.0 daN/cm2
		Tensione fy	3550.0 daN/cm2
		Coefficiente gammaM0 (resistenza)	1.1
		Coefficiente gammaM1 (stabilità)	1.1
		Coefficiente gammaM2 (frattura)	1.2

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



4. NEVE E VENTO

Si riportano a seguire i calcoli effettuati per la determinazione delle azioni di neve e vento.

LOCALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

Ubicazione:

Località	MOGORO
Provincia	ORISTANO
Regione	SARDEGNA
Latitudine	39,68400 N
Longitudine	8,77900 E
Altitudine s.l.m.	136,0 m

CALCOLO DELLE AZIONI DELLA NEVE E DEL VENTO

Normativa di riferimento:

D.M. 17 gennaio 2018 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI

Cap. 3 - AZIONI SULLE COSTRUZIONI - Par. 3.3 e 3.4

Circolare n.7 - 21 gennaio 2019 C.S.LL.PP.

NEVE

Il carico della neve sulle coperture è calcolato in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale;

Esp.: zona topografica di esposizione al vento;

Ce: coefficiente di esposizione al vento;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

as: altitudine del sito;

qsk: valore caratteristico del carico della neve al suolo (per Tr = 50 anni);

Zona	Esposizione	Ce	TR	as	qsk
III	Zona normale	1,00	50 anni	136 m	60,00

Copertura ad una falda:

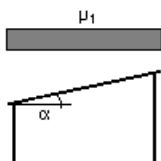
Angolo di inclinazione della falda $\alpha = 0,0^\circ$

- Falda con presenza di barriera o impedimento allo scivolamento della neve.

- Copertura piana W = 2.4 m, L = 100.0 m => Lc = 4.7, Cef = 1.000

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 48 \text{ daN/mq}$

Schema di carico:



Accumuli in corrispondenza di sporgenze:

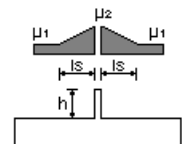
$h = 1,1 \text{ m}$

$\mu_1 = 0,80 \Rightarrow Q_1 = 48 \text{ daN/mq}$

$\mu_2 = 2,00 \Rightarrow Q_2 = 120 \text{ daN/mq}$

$ls = 5,0 \text{ m}$

Schema di carico:



VENTO

La velocità del vento è calcolata in relazione ai seguenti parametri:

Zona: macro area derivante dalla suddivisione del territorio nazionale (NTC - Tab. 3.3.I);

Vb,0: velocità base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

a0: altitudine base della zona (NTC - Tab. 3.3.I);

ks: parametro in funzione della zona in cui sorge la costruzione (NTC - Tab. 3.3.I);

as: altitudine del sito;

TR: periodo di ritorno di progetto espresso in anni;

Vb: velocità di riferimento calcolata come segue:

$$Vb = Vb,0 \quad \text{per } as \leq a0$$

$$Vb = Vb,0 (1 + ks ((as / a0) - 1)) \quad \text{per } a0 < as \leq 1500 \text{ m}$$

per $as > 1500 \text{ m}$ vanno ricavati da opportuna documentazione o da indagini comprovate

Tali valori non dovranno essere minori di quelli previsti per $as = 1500 \text{ m}$

Cr: coefficiente di ritorno in funzione del periodo di ritorno TR

Vr: velocità di riferimento riferita al periodo di ritorno TR

Zona	Vb,0	a0	ks	as	TR	Vb	Cr	Vr
6	28 m/s	500 m	0,36	136 m	50 anni	28,00 m/s	1,000	28,00 m/s

Pressione cinetica di riferimento, $qr = \rho Vr^2 / 2 = 49 \text{ daN/mq}$

dove: ρ è la densità dell'aria (assunta convenzionalmente costante = 1,25 kg/mc)

Esposizione:

Da cui i parametri della tabella 3.3.II delle NTC

Kr	z0	z min
0,20	0,10 m	5 m

Classe di rugosità del terreno: B (NTC - Tab. 3.3.III)

Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive

L'azione del vento sulle costruzioni è determinata dai seguenti parametri:

Cp: coefficiente di pressione;

Cd: coefficiente dinamico;

Ct: coefficiente di topografia;

Ce: coefficiente di esposizione (funzione di z, z0 e Ct);

z: altezza sul suolo.

Cp	Cd	Ct	Ce	z
1,00	1,00	1,00	1,71	1,75 m

Pressione del vento

$$p = qr Ce Cp Cd = 84 \text{ daN/mq}$$

TEMPERATURA DELL'ARIA ESTERNA

Le temperature esterne, T max (massima estiva) e T min (minima invernale), sono calcolate secondo le seguenti espressioni riferite alla zona climatica:

$$T \text{ min} = -8 - 6 as / 1000 \quad (\text{NTC 3.5.3})$$

$$T \text{ max} = 42 - 2 as / 1000 \quad (\text{NTC 3.5.4})$$

dove as è l'altitudine di riferimento

Zona	as	T min	T max
I	136 m	-8,82 °C	41,73 °C

5. AZIONE SISMICA

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire dalla "pericolosità sismica di base", in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente orizzontale del moto sismico, S_e , è definito dalle seguenti espressioni:

Dove per sottosuolo di categoria **A** i coefficienti S_S e C_C valgono 1; mentre per le categorie di sottosuolo **B**, **C**, **D**, **E** i coefficienti S_S e C_C vengono calcolati mediante le espressioni riportate nella seguente Tabella

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per tenere conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella seguente Tabella

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

Lo spettro di risposta elastico in accelerazione della componente verticale del moto sismico, S_{ve} , è definito dalle espressioni:

$$0 \leq T < T_B \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_{ve}(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right)$$

I valori di S_S , T_B , T_C e T_D , sono riportati nella seguente Tabella

Categoria di sottosuolo	S_S	T_B	T_C	T_D
A, B, C, D, E	1,0	0,05 s	0,15 s	1,0 s

La struttura è localizzata in:

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

Localizzazione	
Località MOGORO (OR)	
Comune di MOGORO (OR)	
Regione SARDEGNA	
Longitudine 8.779, Latitudine 39.684 (Riferimento WGS84)	

L'azione sismica viene definita in relazione a un periodo di riferimento V_r che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale per il coefficiente d'uso (vedi tabella Parametri della struttura). Fissato il periodo di riferimento V_r e la probabilità di superamento P_{ver} associata a ciascuno degli stati limite considerati, si ottiene il periodo di ritorno T_r e i relativi parametri di pericolosità sismica (vedi tabella successiva):

ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;

Fo: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T*c: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Parametri della struttura						
Classe d'uso	Vita V_n	Coeff. Uso	Periodo V_r	Tipo di suolo	Categoria topografica	Quota relativa
	[anni]		[anni]			[%]
II	50.0	1.0	50.0	B	T2	100.0

La risposta sismica locale (RSL) è definita come da NTC 2018 Tab. 3.2.II e Tab. 3.2.III

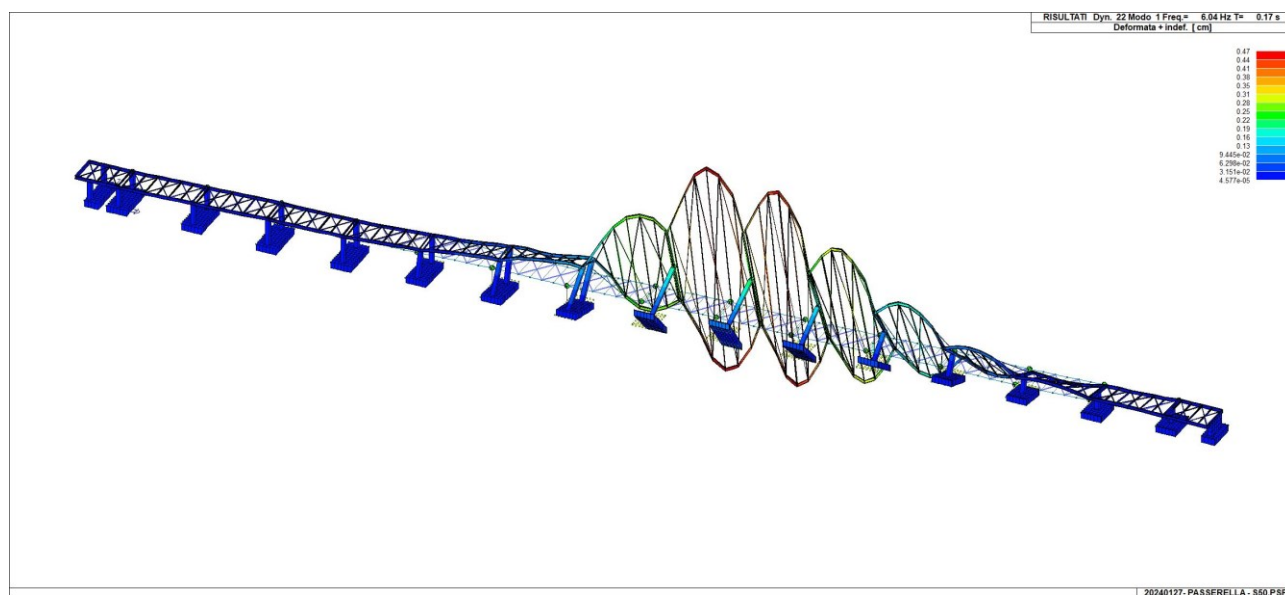
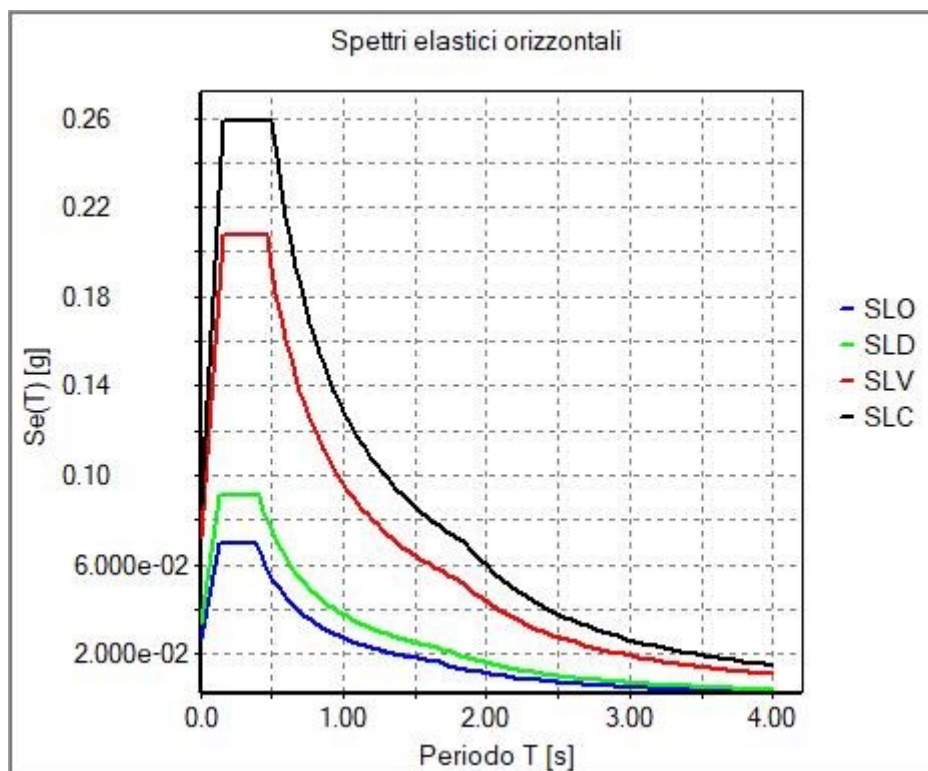
5.1 CALCOLO FATTORE DI COMPORTAMENTO

Principali caratteristiche della struttura	
Opera di nuova realizzazione	SI
Struttura regolare in pianta	SI
Struttura regolare in altezza	SI
Classe di duttilità	ND struttura non dissipativa
Analisi per carichi non sismici	SI
Analisi sismica	Dinamica lineare
Verifica SLD di resistenza	NO

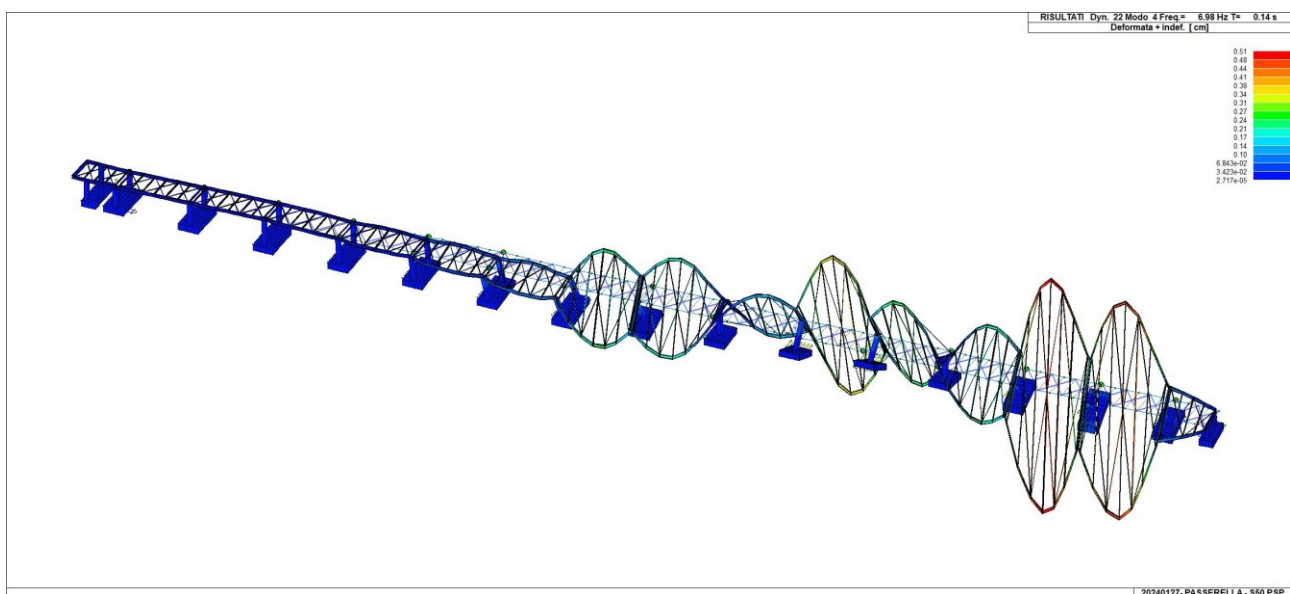
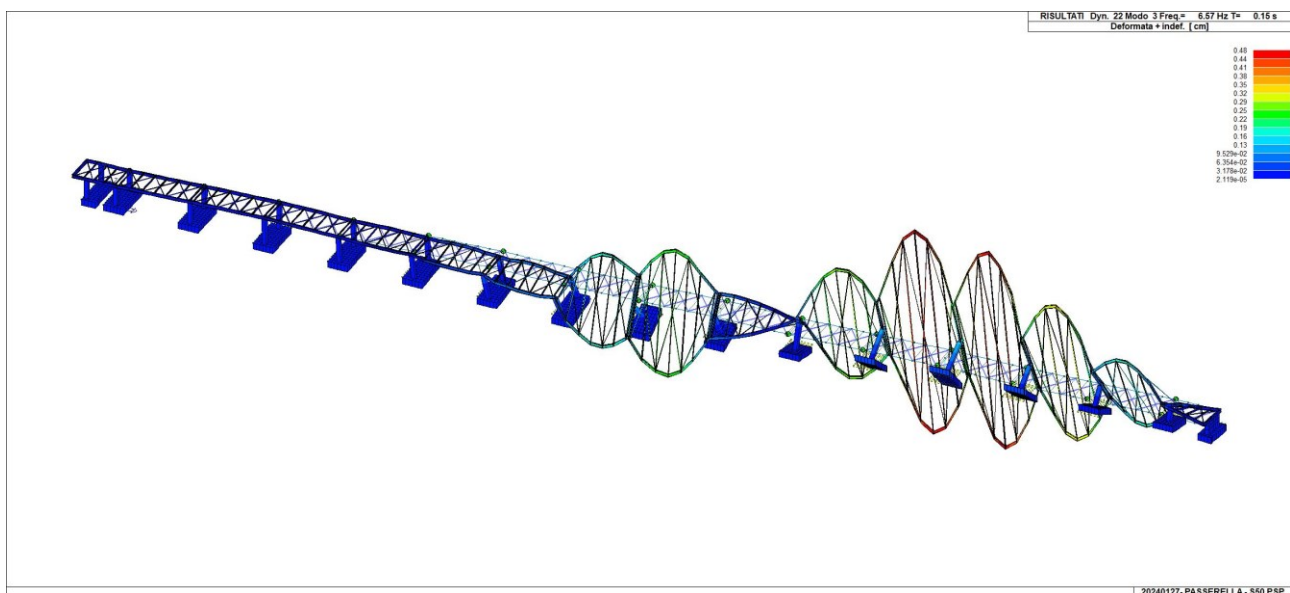
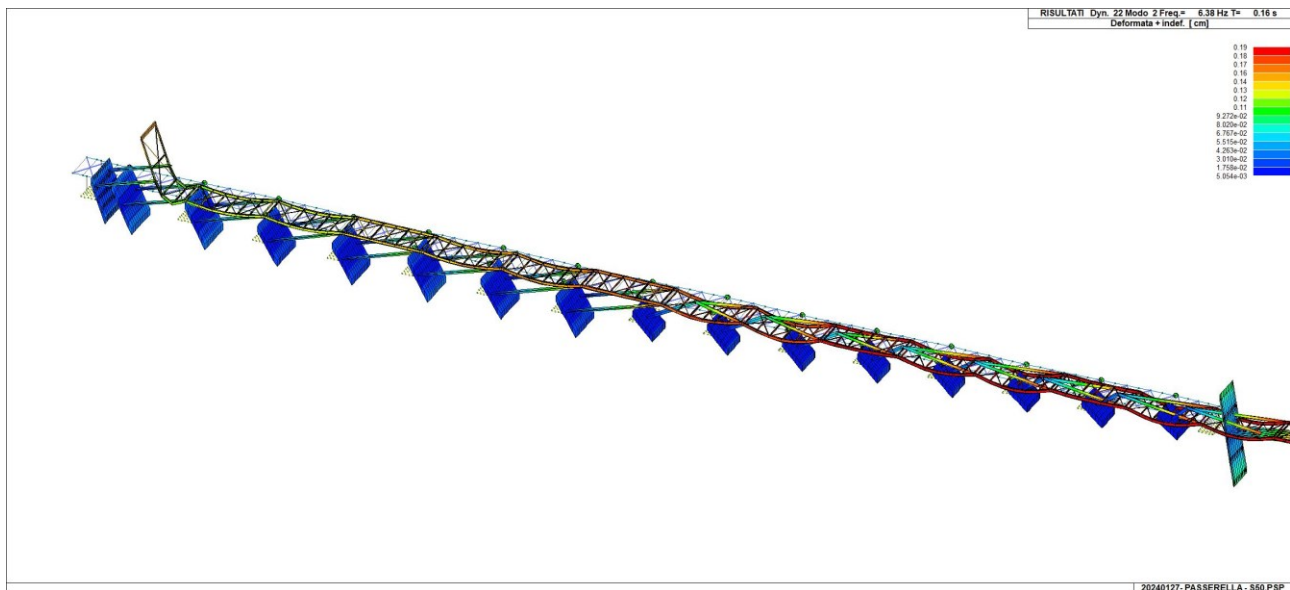
Fattori di comportamento utilizzati SLU			
	Dissipativi	Verifiche fragili	Non Dissipativi
q SLU x	1.00	1.00	1.00
q SLU y	1.00	1.00	1.00
q SLU z	1.50	-	-

Fattori di comportamento utilizzati SLD	
q SLD x	1.00
q SLD y	1.00
q SLD z	1.00
Eta SLO	1.00

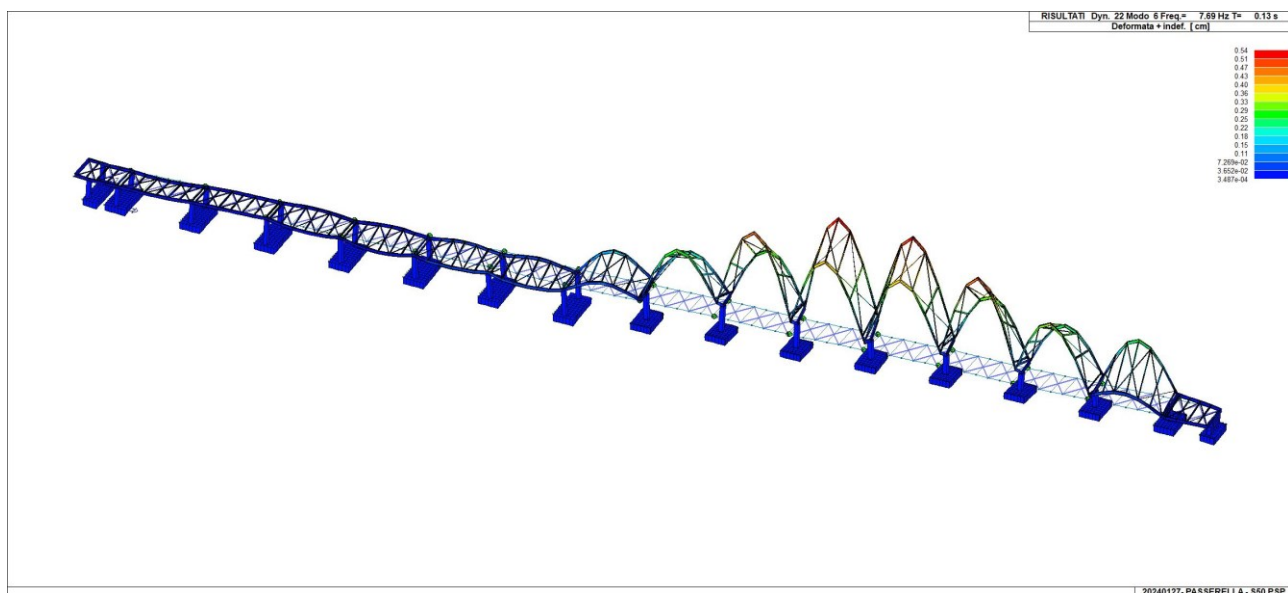
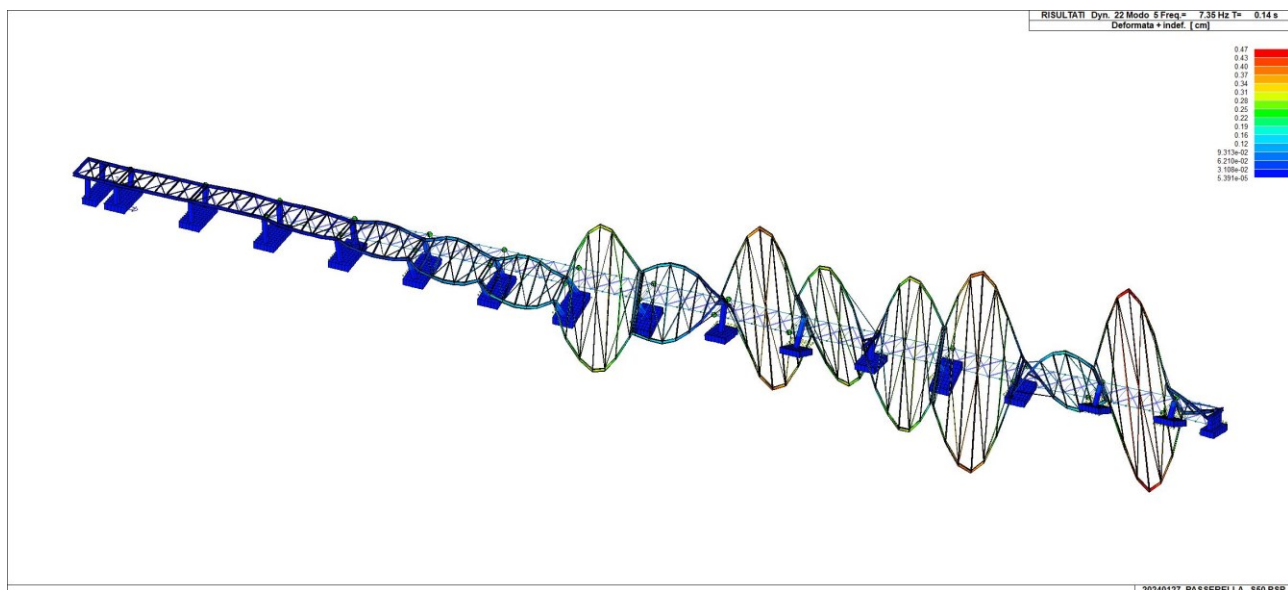
Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:
 Si riportano di seguito gli SPETTRI di input sismico e le caratteristiche dinamiche proprie della struttura, pertanto in assenza di eccentricità aggiuntive:



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



ANALISI_MODALE_NO_ECCENTRICITA

Modo	Frequenza	Periodo	X M efficace x g	%	Y M efficace x g	%	Z M efficace x g	%	RZ M efficace x g	%
-	Hz	sec	daN	-	daN	-	daN	-	daN cm2	-
1	6.04	0.17	1.89e-06	0	6375.1	6	0.0	0	1.886e+05	0
2	6.38	0.16	4.246e+04	41	1.37e-06	0	14.4	0	1.48e-05	0
3	6.57	0.15	0.0	0	178.1	0	0.0	0	1.307e+06	1
4	6.98	0.14	0.0	0	984.6	0	2.54e-04	0	9.659e+04	0
5	7.35	0.14	6.11e-04	0	600.2	0	0.2	0	3.875e+05	0
6	7.69	0.13	42.4	0	132.3	0	1.336e+04	13	1.602e+04	0

6. SCHEMATIZZAZIONE DEI CASI DI CARICO

E' possibile definire i casi di carico scegliendo fra le dodici tipologie elencate nella tabella seguente:

	Tipo CDC	Descrizione
1	Ggk	caso di carico comprensivo del peso proprio struttura
2	Gk	caso di carico con azioni permanenti
3	Qk	caso di carico con azioni variabili
4	Gsk	caso di carico comprensivo dei carichi permanenti sui solai e sulle coperture
5	Qsk	caso di carico comprensivo dei carichi variabili sui solai
6	Qnk	caso di carico comprensivo dei carichi di neve sulle coperture
7	Qtk	caso di carico comprensivo di una variazione termica agente sulla struttura
8	Qvk	caso di carico comprensivo di azioni da vento sulla struttura
9	Esk	caso di carico sismico con analisi statica equivalente
10	Edk	caso di carico sismico con analisi dinamica
11	Etk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti dall' incremento di spinta delle terre in condizione sismica
12	Pk	caso di carico comprensivo di azioni derivanti da coazioni, cedimenti e precompressioni

I casi di carico utilizzati nella modellazione oggetto della presente relazione sono i seguenti:

TABELLA_CASI_DI_CARICO

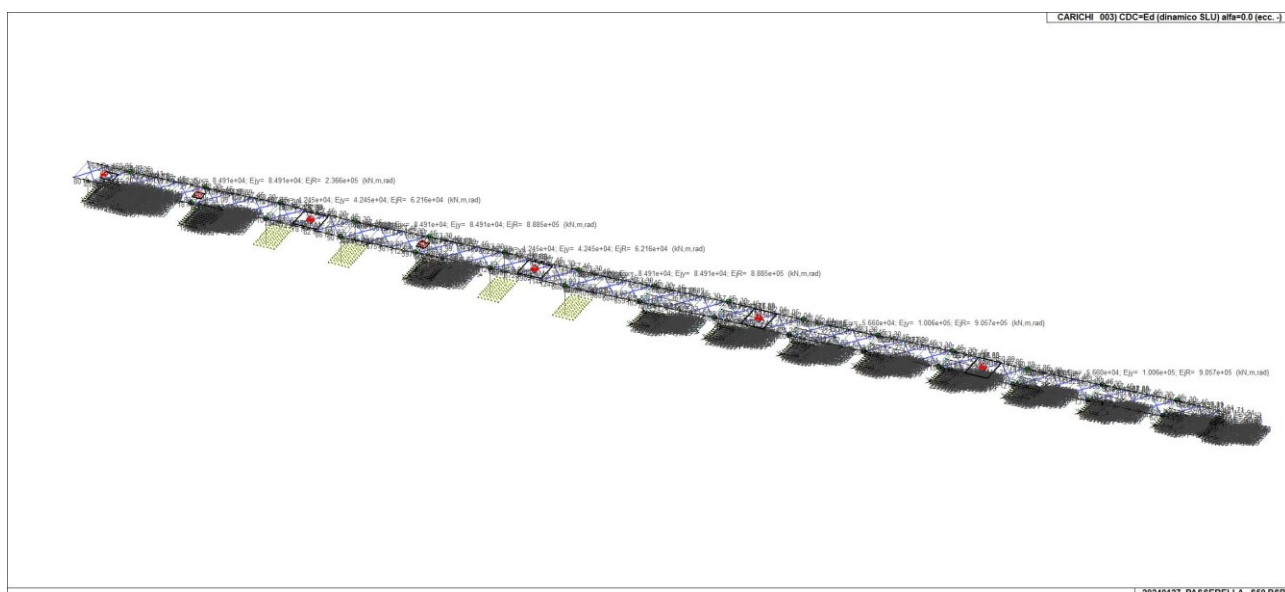
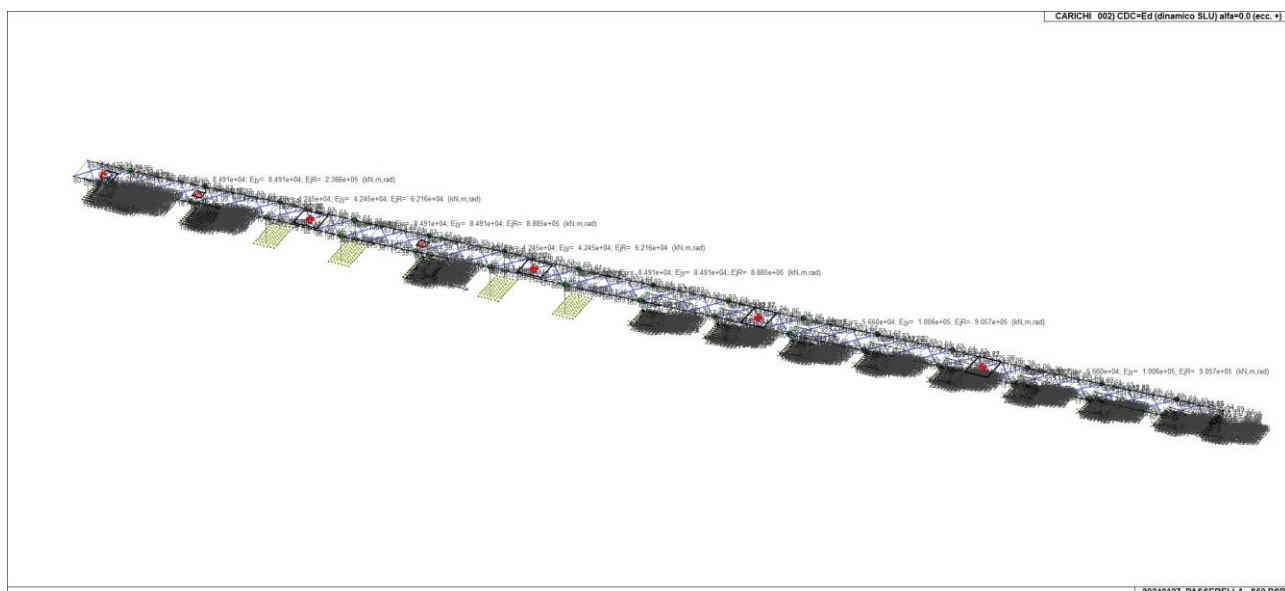
CDC	Tipo CDC	Sigla Id	Note
1	Ggk	CDC=Ggk (peso proprio della struttura)	
2	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. +)	
3	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=0.0 (ecc. -)	
4	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. +)	
5	Edk	CDC=Ed (dinamico SLU) alfa=90.00 (ecc. -)	
6	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. +)	
7	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=0.0 (ecc. -)	
8	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. +)	
9	Edk	CDC=Ed (dinamico SLD) alfa=90.00 (ecc. -)	
10	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X +	
11	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir X -	
12	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +	
13	Qvk	CDC=Qvk (carico da vento) dir Y -	
14	Qk	CDC=Qk spinta parapetto	
15	Qk	CDC=Qk folla 500	
16	Gk	CDC=G2k (permanente generico n.c.d.) PORTATI	
17	Qk	CDC=Qk (variabile generico) NEVE	
18	Qk	CDC=Qk CARICO CONCENTRATO SCHEMA 4 - 10kN	
19	Qk	CDC=Qk folla 500 solo metà impalcato	
20	Qk	CDC=Qk folla 500 impalcato alterni	
21	Gk	CDC=G1k (permanente generico) SOVRACCARICO TERRENO	

Legenda

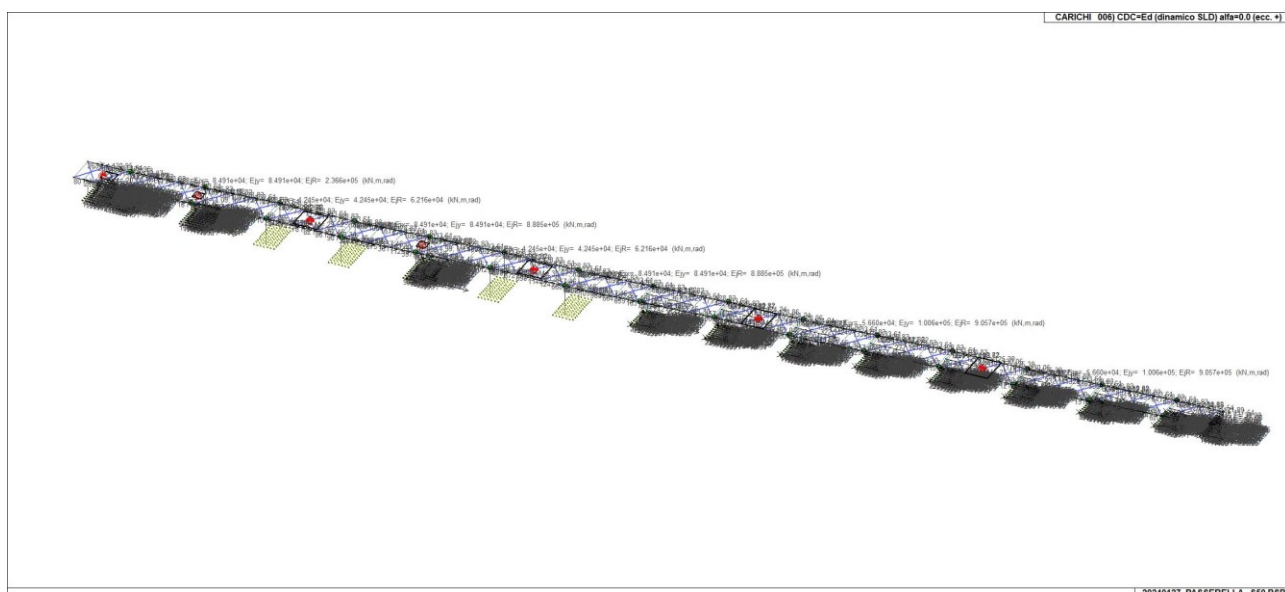
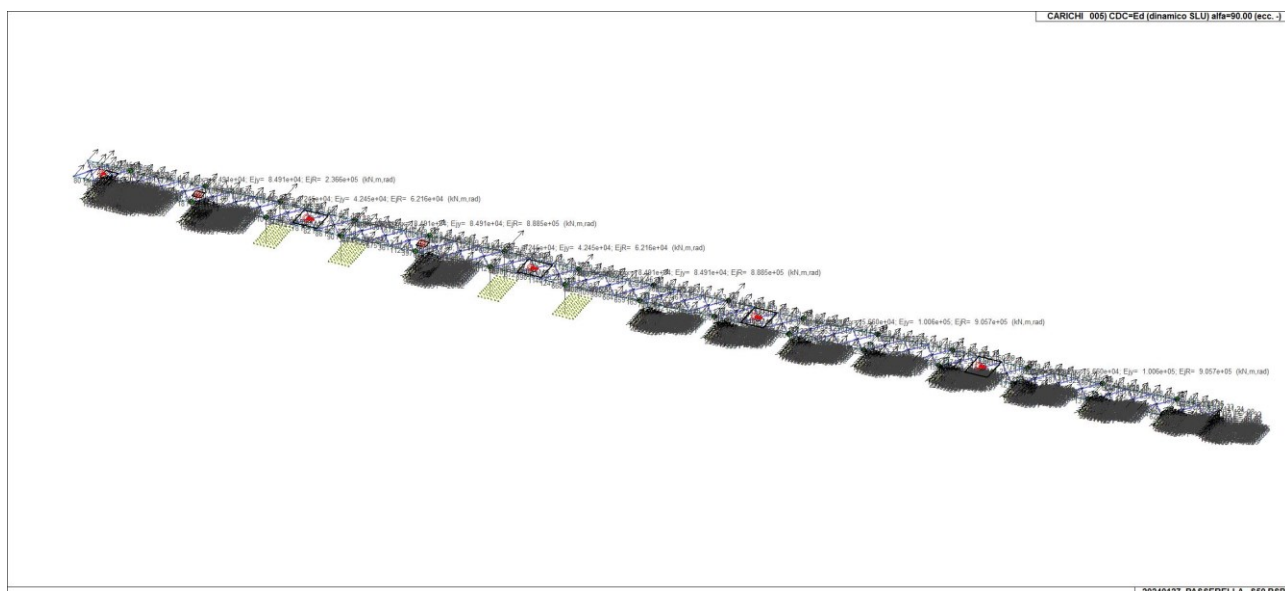
Tipo CDC

Indica il tipo di caso di carico

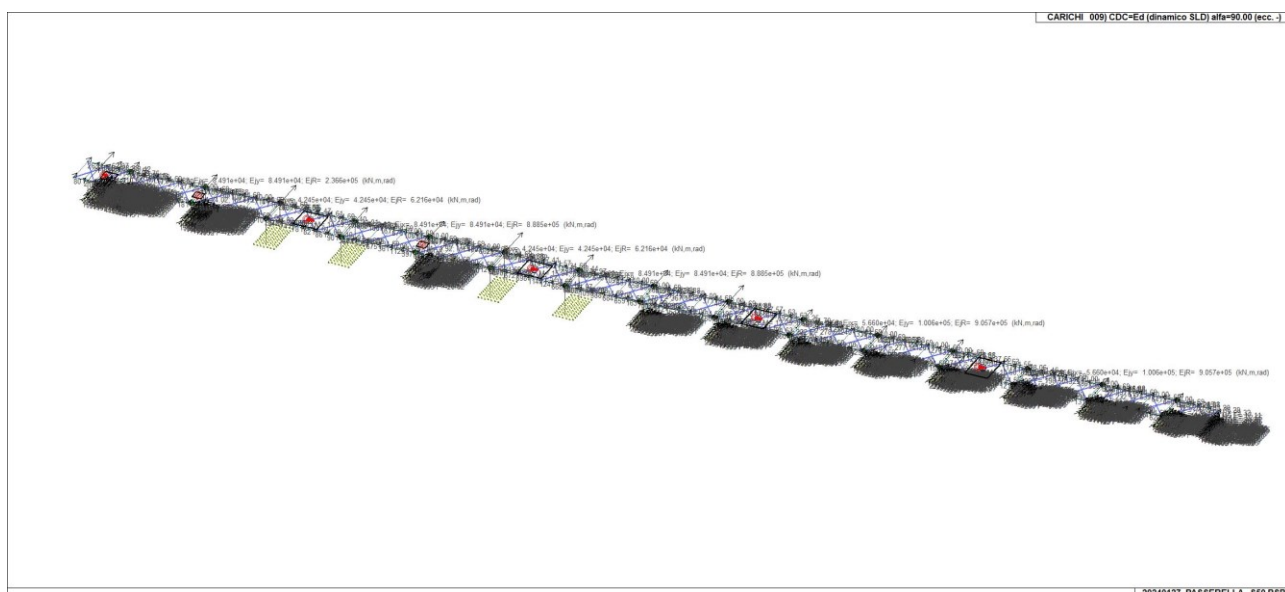
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

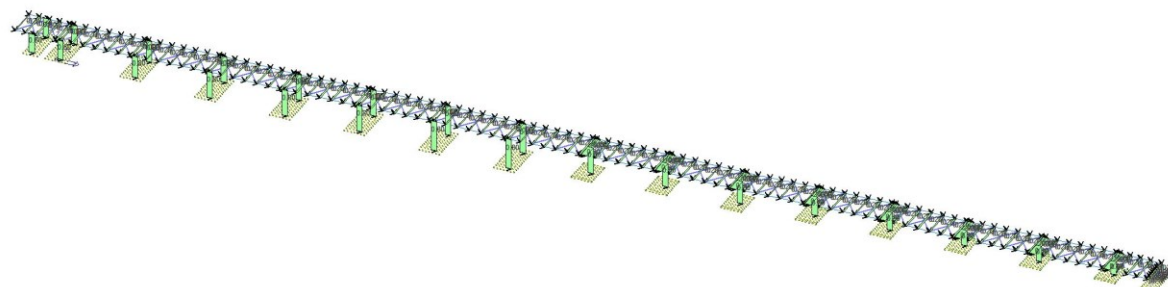


LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



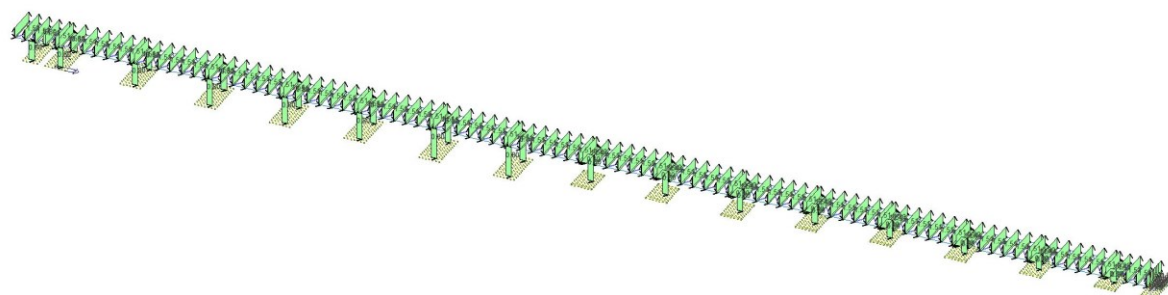
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

CARICHI 010) CDC=Qvk (carico da vento) dir X +



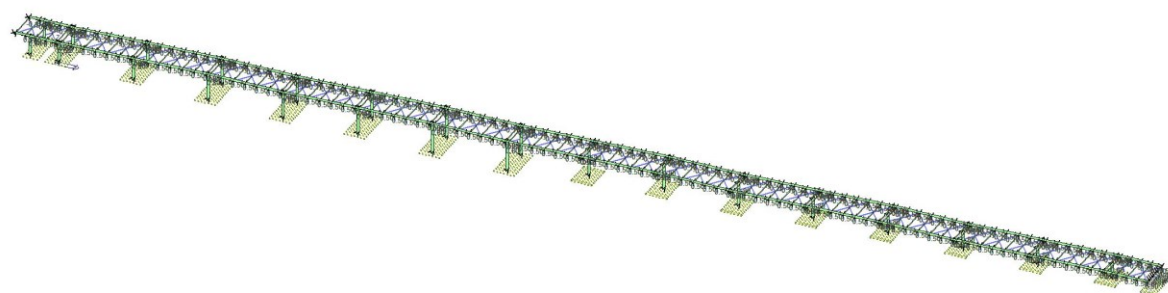
20240127- PASSERELLA - S50 P5P

CARICHI 011) CDC=Qvk (carico da vento) dir X -



20240127- PASSERELLA - S50 P5P

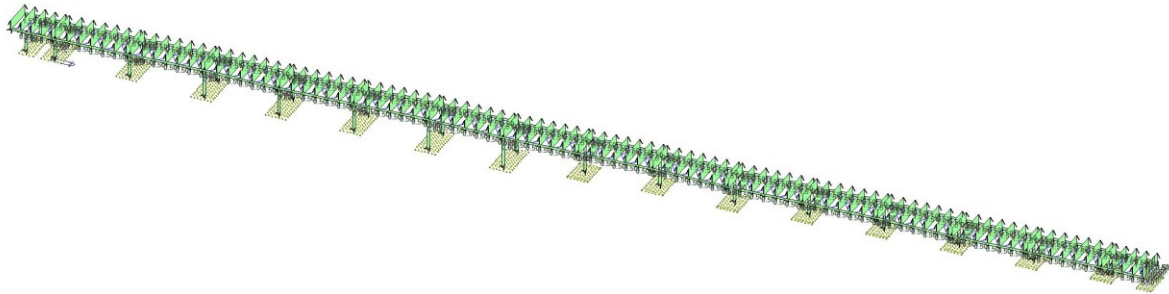
CARICHI 012) CDC=Qvk (carico da vento) dir Y +



20240127- PASSERELLA - S50 P5P

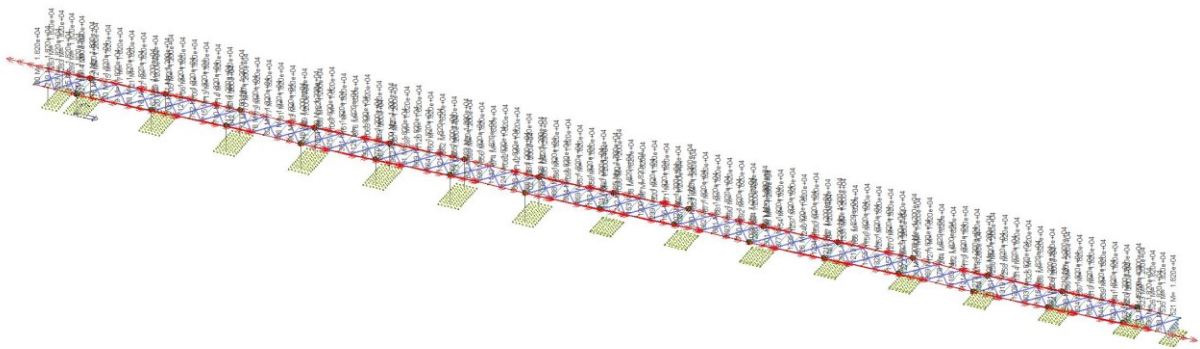
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

CARICHI 013) CDC-Qvk (carico da vento) dir Y -



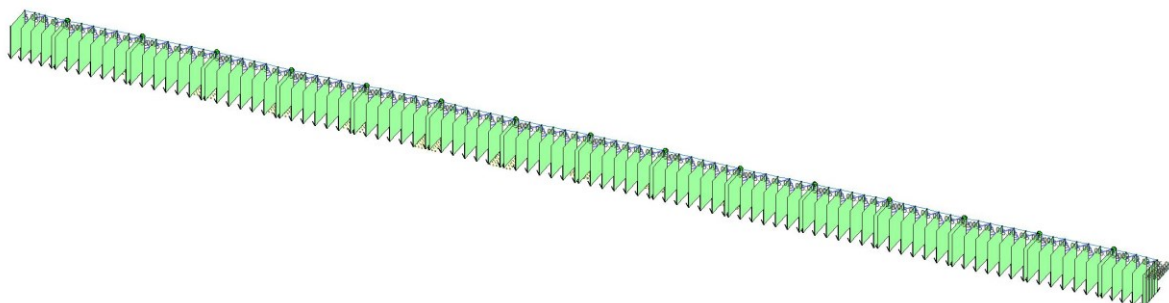
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

CARICHI 014) CDC-Qvk spinta parapetto



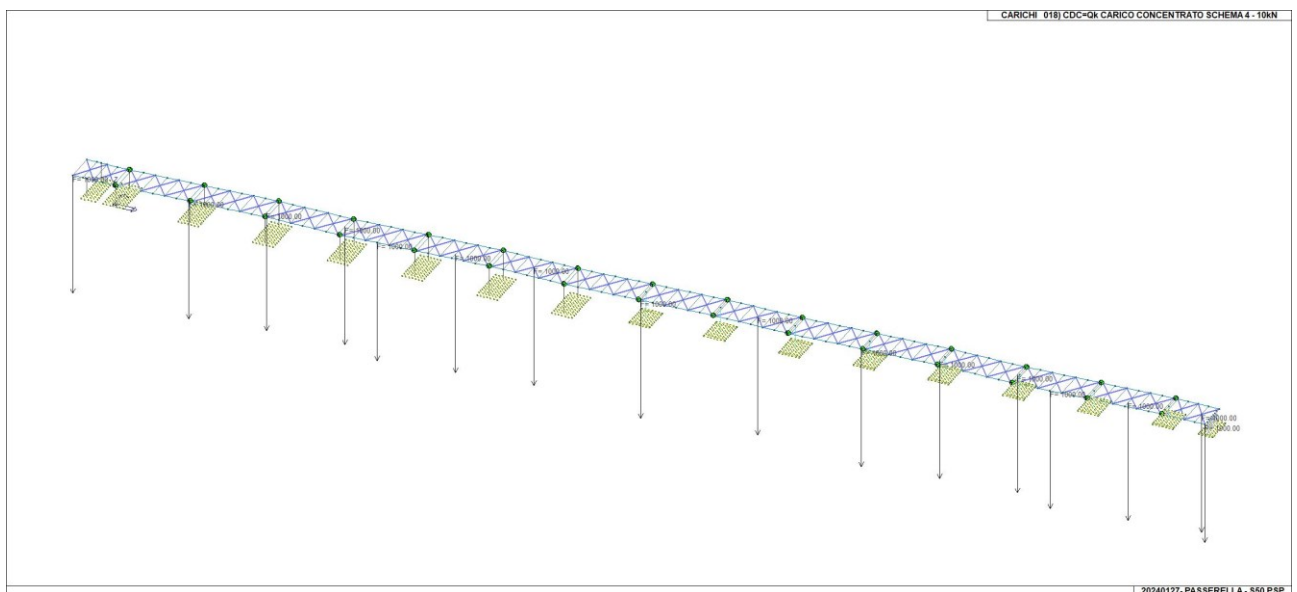
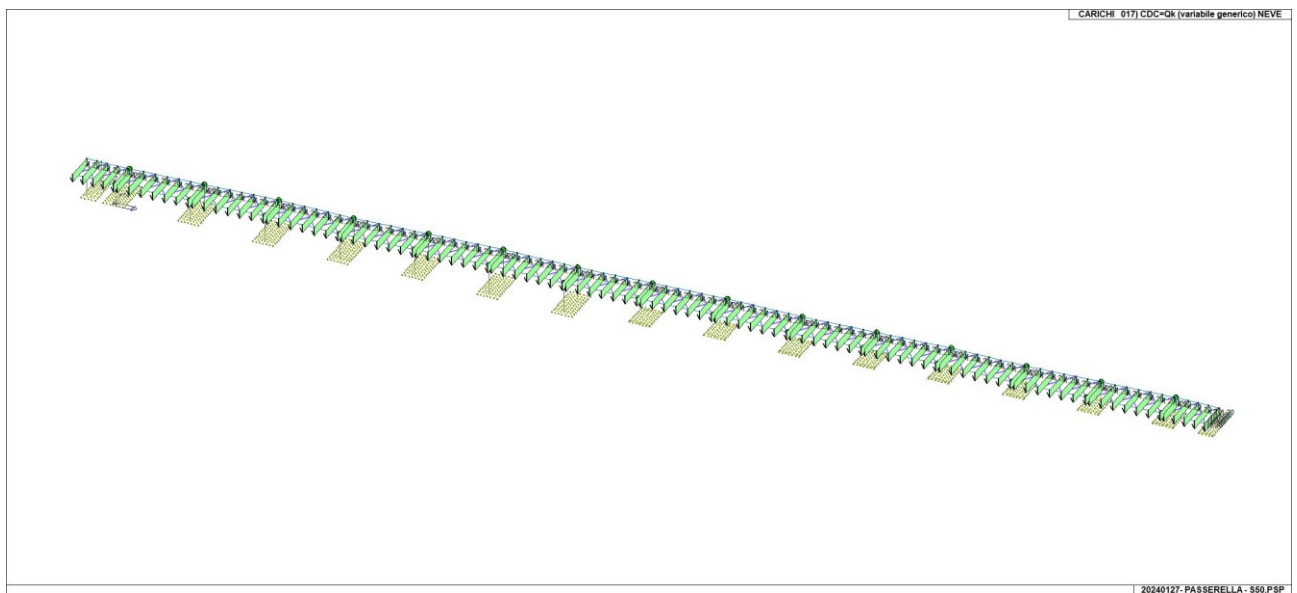
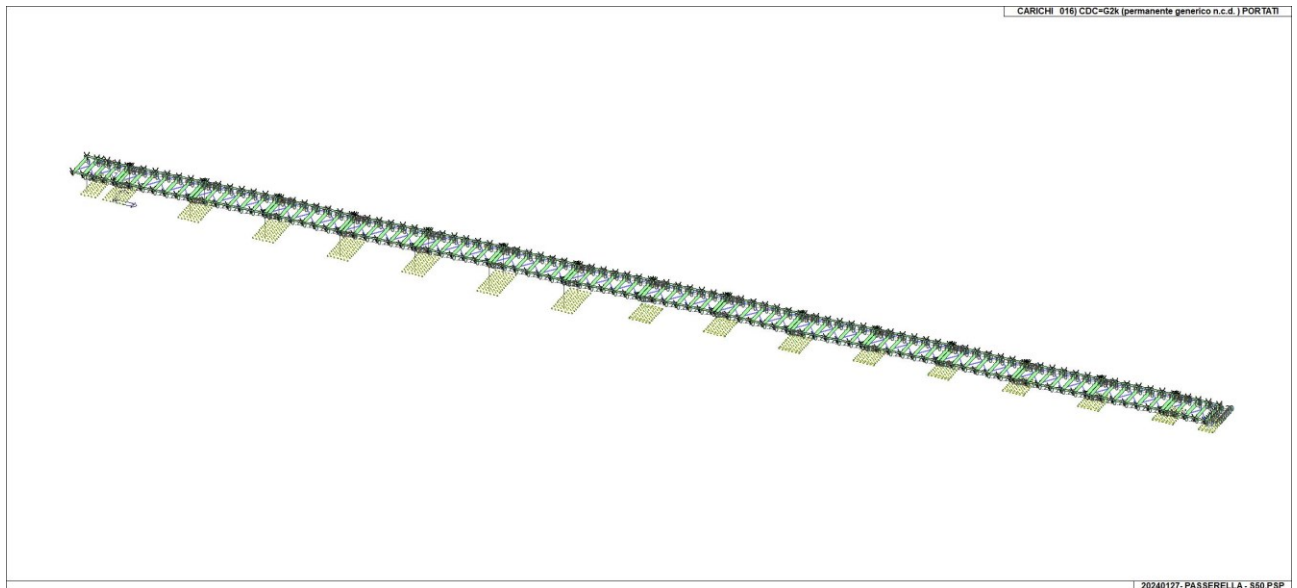
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

CARICHI 015) CDC-Qk foglia 500



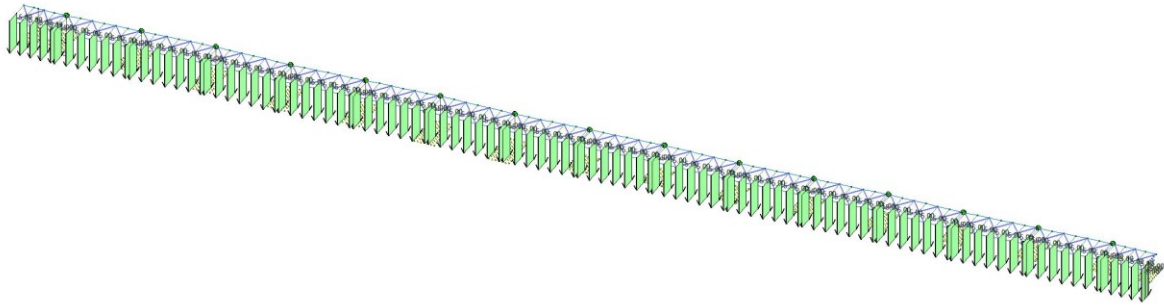
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



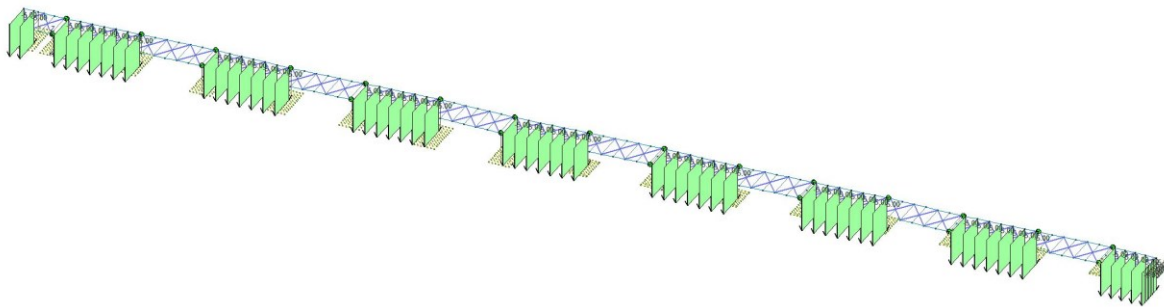
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

CARICHI 019) CDC=Ok folia 500 solo metà impalcato



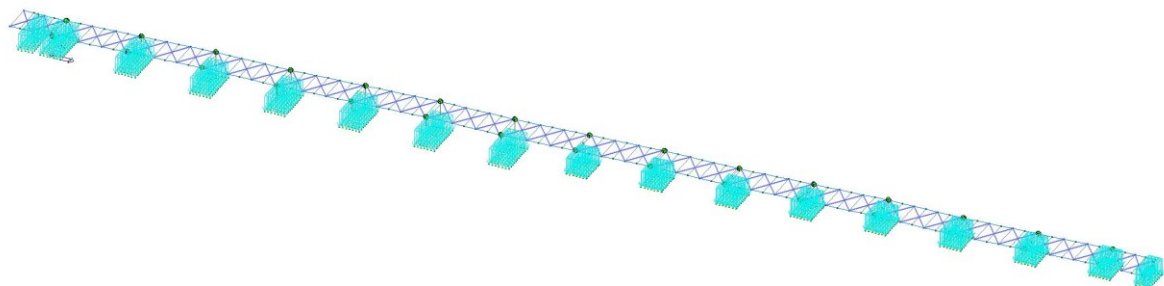
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

CARICHI 020) CDC=Ok folia 500 impalcato alterni



20240127- PASSERELLA - 550 P&P

CARICHI 021) CDC=G1k (permanente generico) SOVRACCARICO TERRENO



20240127- PASSERELLA - 550 P&P

7. DEFINIZIONE DELLE COMBINAZIONI

Le combinazioni previste per i diversi casi di carico (CDC) seguono le regole previste dalla Normativa vigente e sono destinate al controllo di sicurezza della struttura e alla verifica degli spostamenti e delle sollecitazioni.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni:

Combinazione fondamentale SLU

$$\gamma G_1 \cdot G_1 + \gamma G_2 \cdot G_2 + \gamma P \cdot P + \gamma Q_1 \cdot Q_{k1} + \gamma Q_2 \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma Q_3 \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione caratteristica (rara) SLE

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione frequente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione quasi permanente SLE

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite connessi alle azioni eccezionali

$$A_d + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

Dove:

NTC 2018 Tabella 2.5.I

Destinazione d'uso/azione	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Categoria A residenziali	0,70	0,50	0,30
Categoria B uffici	0,70	0,50	0,30
Categoria C ambienti suscettibili di affollamento	0,70	0,70	0,60
Categoria D ambienti ad uso commerciale	0,70	0,70	0,60
Categoria E biblioteche, archivi, magazzini,...	1,00	0,90	0,80
Categoria F Rimesse e parcheggi (autoveicoli $\leq 30\text{kN}$)	0,70	0,70	0,60
Categoria G Rimesse e parcheggi (autoveicoli $> 30\text{kN}$)	0,70	0,50	0,30
Categoria H Coperture	0,00	0,00	0,00
Vento	0,60	0,20	0,00
Neve a quota $\leq 1000\text{ m}$	0,50	0,20	0,00
Neve a quota $> 1000\text{ m}$	0,70	0,50	0,20
Variazioni Termiche	0,60	0,50	0,00

Nelle verifiche possono essere adottati in alternativa due diversi approcci progettuali:

- per l'approccio 1 si considerano due diverse combinazioni di gruppi di coefficienti di sicurezza parziali per le azioni, per i materiali e per la resistenza globale (combinazione 1 con coefficienti A1 e combinazione 2 con coefficienti A2),
- per l'approccio 2 si definisce un'unica combinazione per le azioni, per la resistenza dei materiali e per la resistenza globale (con coefficienti A1).

NTC 2018 Tabella 2.6.I

		Coefficiente γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti	Favorevoli Sfavorevoli	γ_{G1}	0,9 1,1	1,0 1,3	1,0 1,0
Carichi permanenti non strutturali (Non computamente definiti)	Favorevoli Sfavorevoli	γ_{G2}	0,8 1,5	0,8 1,5	0,8 1,3
Carichi variabili	Favorevoli Sfavorevoli	γ_{Qi}	0,0 1,5	0,0 1,5	0,0 1,3

In rispetto del Capitolo 5 delle NTC 2018 e della rispettiva circolare n.7/2019 del C.S LL.PP. “Si segnala che i coefficienti parziali di sicurezza relativi ai sovraccarichi da traffico sono minori di quelli pertinenti ad altri sovraccarichi; infatti, il coefficiente γ_Q per le azioni da traffico stradale vale 1,35 per le combinazioni EQU e STR” Utilizzando perciò un $\gamma_{G1} = 1,35$.

7.1 TIPO DI ANALISI EFFETTUATE

Sono state eseguite analisi statiche agli stati limite SLU e SLE al fine di effettuare verifiche di capacità portante e di deformazione, mentre sono state eseguite analisi sismiche dinamiche modali SLV al fine di verificare la capacità portante degli elementi anche nei confronti delle azioni orizzontali sismiche. Infine, in sede di prima modellazione e tenendo monitorati i risultati in fase finale, si è studiata la geometria dei diversi elementi e della struttura nel suo complesso in maniera tale da avere frequenze dei modi propri di vibrare superiori ad almeno 5 Hz di frequenza così da evitare fenomeni di risonanza dovuti al traffico pedonale, così come richiesto dalla normativa e secondo indicazioni e studi tecnici di settore.

Tipo di analisi strutturale	
Analisi per carichi non sismici	SI
Sismica statica lineare	NO
Sismica dinamica lineare	SI
Sismica statica non lineare (triangolare; $G1 - a$ §7.3.3.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. modo; $G1 - b$ §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. tagli di piano; $G1 - c$ §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (prop. masse; $G2 - a$ §7.3.4.2)	NO
Sismica statica non lineare (multimod; $G2 - c$ §7.3.4.2)	NO
Non linearità geometriche (fattore P delta)	NO

7.2 COMBINAZIONI E/O PERCORSI DI CARICO

Combinazioni dei casi di carico	
APPROCCIO PROGETTUALE	Approccio 2
SLU	SI
SLV (SLU con sisma)	SI
SLC	NO
SLD	SI
SLO	NO
SLU GEO A2 (per approccio 1)	NO
SLU EQU	NO
Combinazione caratteristica (rara)	SI
Combinazione frequente	SI
Combinazione quasi permanente (SLE)	SI
SLA (accidentale quale incendio)	NO

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA
--

TABELLA COMBINAZIONI

Tipo CMB	Da	Da	A	A
-	Id	Nome	Id	Nome
SLU	1	Comb. SLU A1 1	152	Comb. SLU A1 152
SLV	153	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 153	184	Comb. SLU A1 (SLV sism.) 184
SLD	185	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 185	216	Comb. SLE (SLD Danno sism.) 216
SLE rara	217	Comb. SLE(rara) 217	368	Comb. SLE(rara) 368
SLE frequente	369	Comb. SLE(freq.) 369	377	Comb. SLE(freq.) 377
SLE quasi permanente	378	Comb. SLE(perm.) 378		

Legenda

Tipo CMB Indica la categoria di combinazione

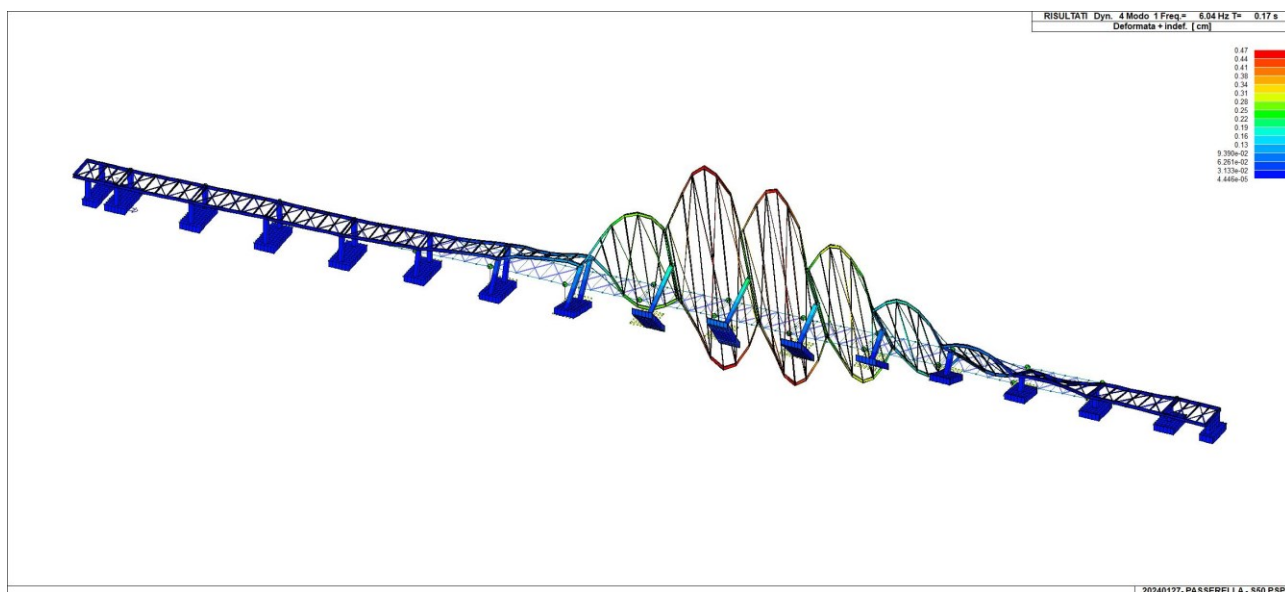
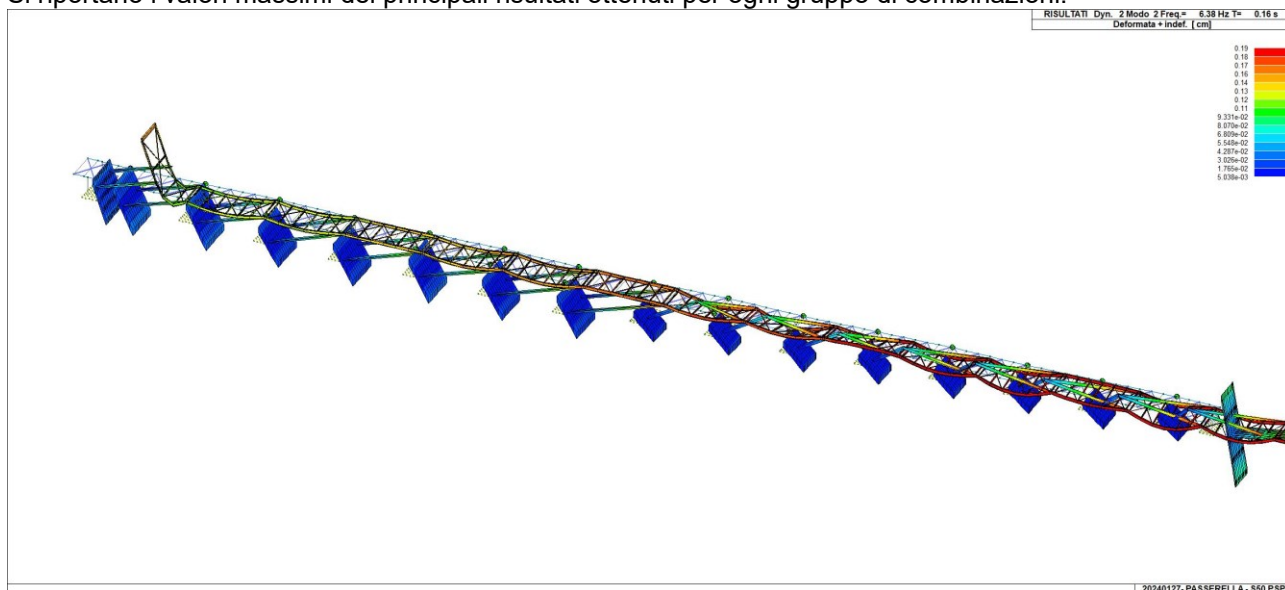
Si riportano di seguito, per completezza, le videate delle opzioni così come impostate nel programma:

Caso di carico:

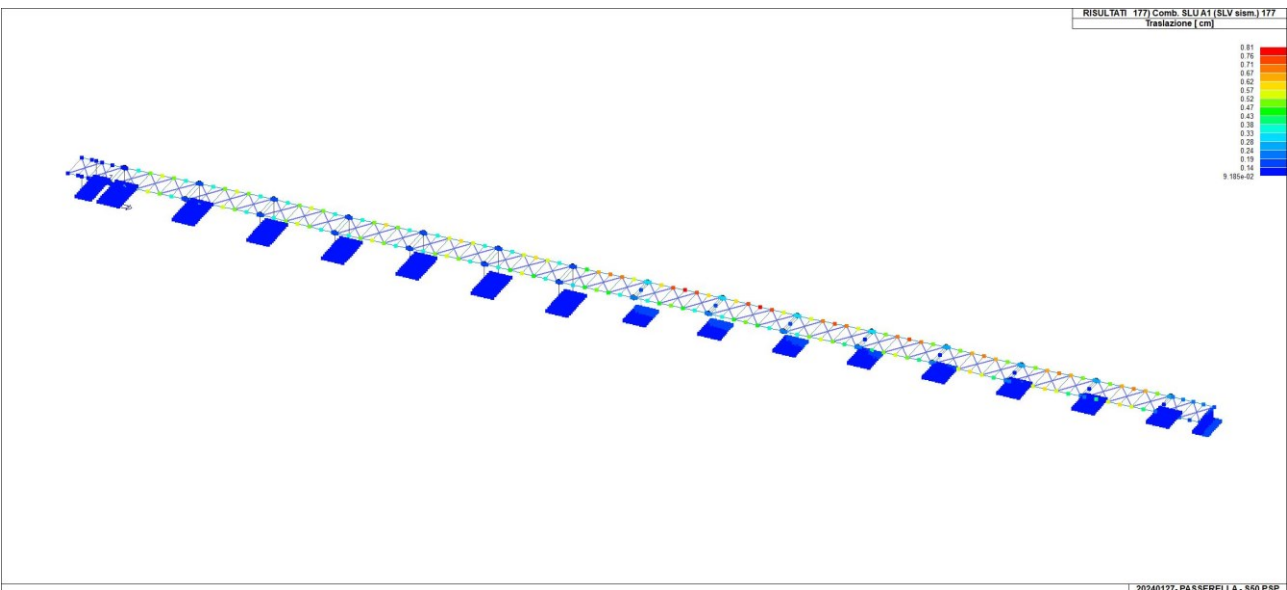
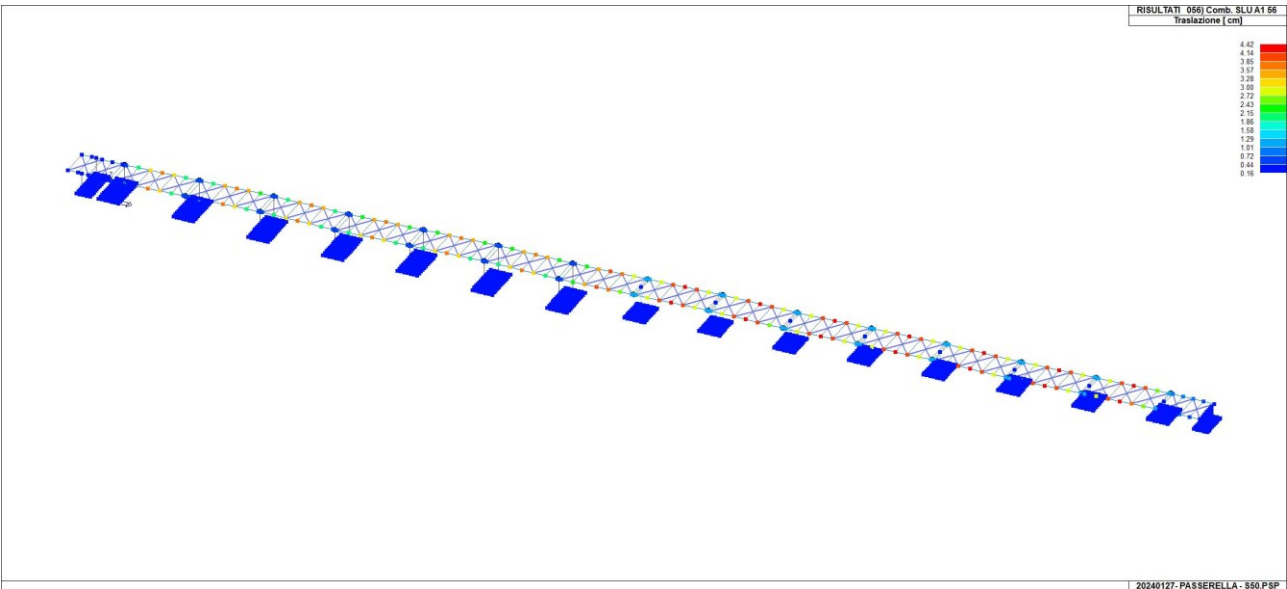
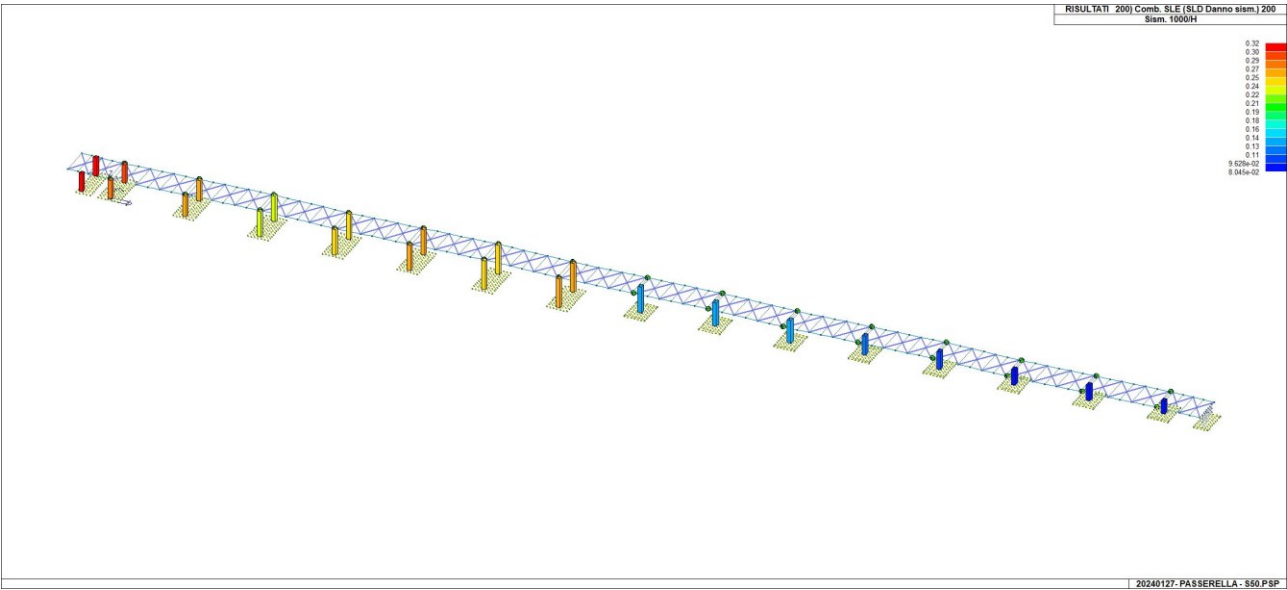
[illegible]

8. PRINCIPALI RISULTATI

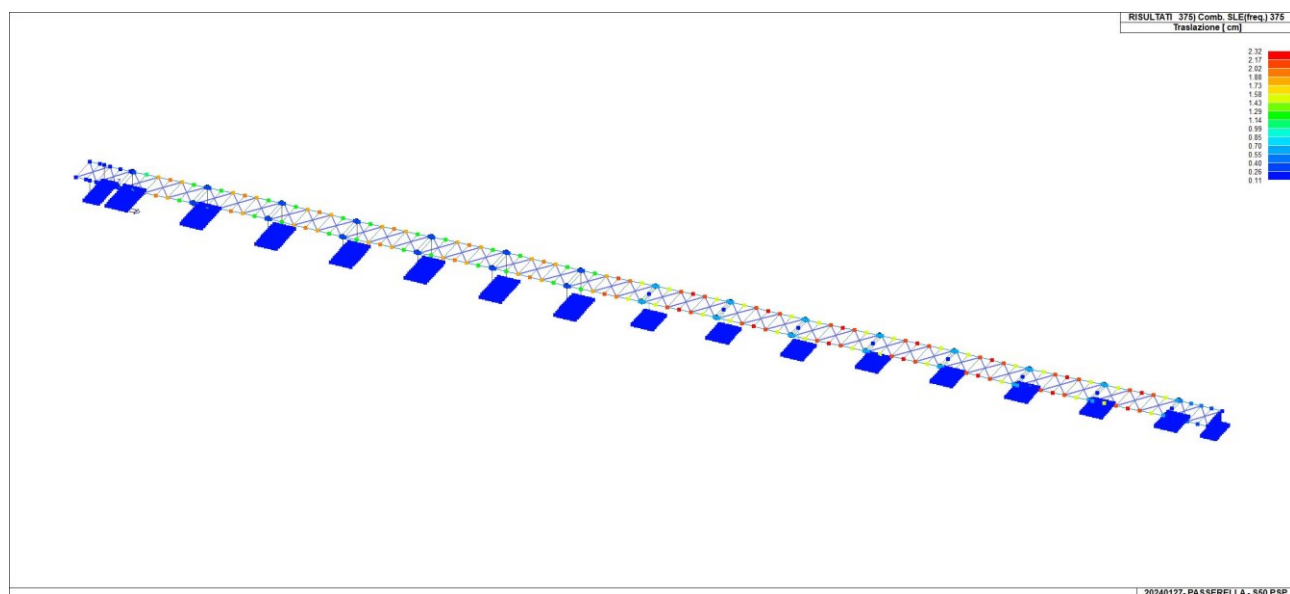
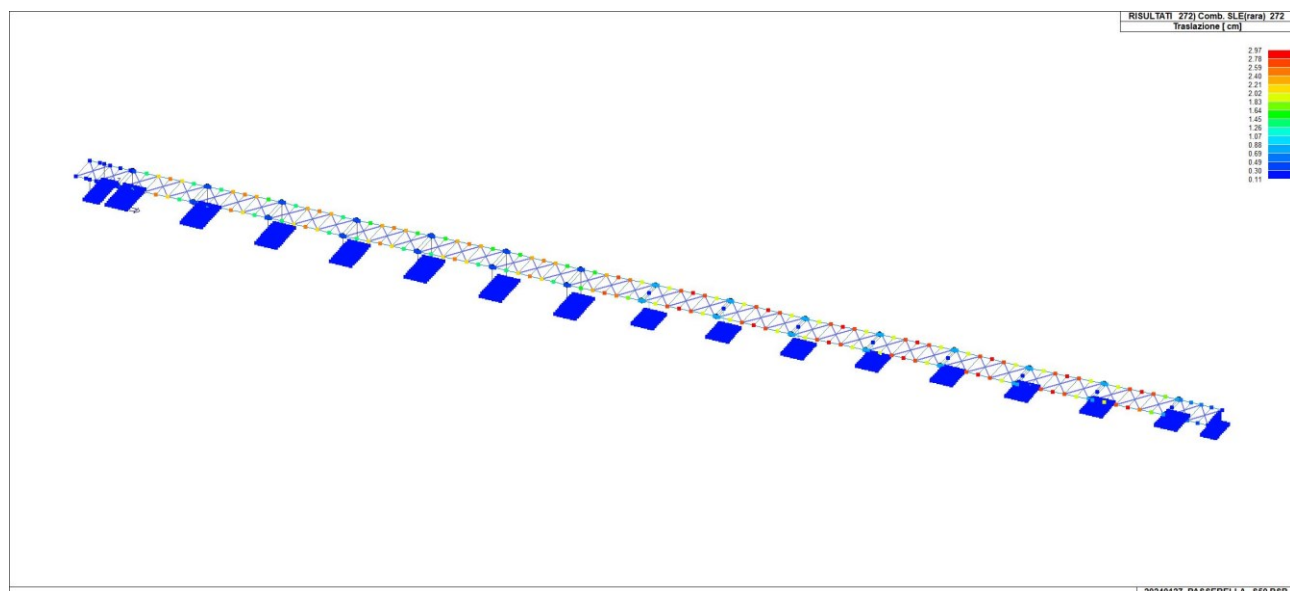
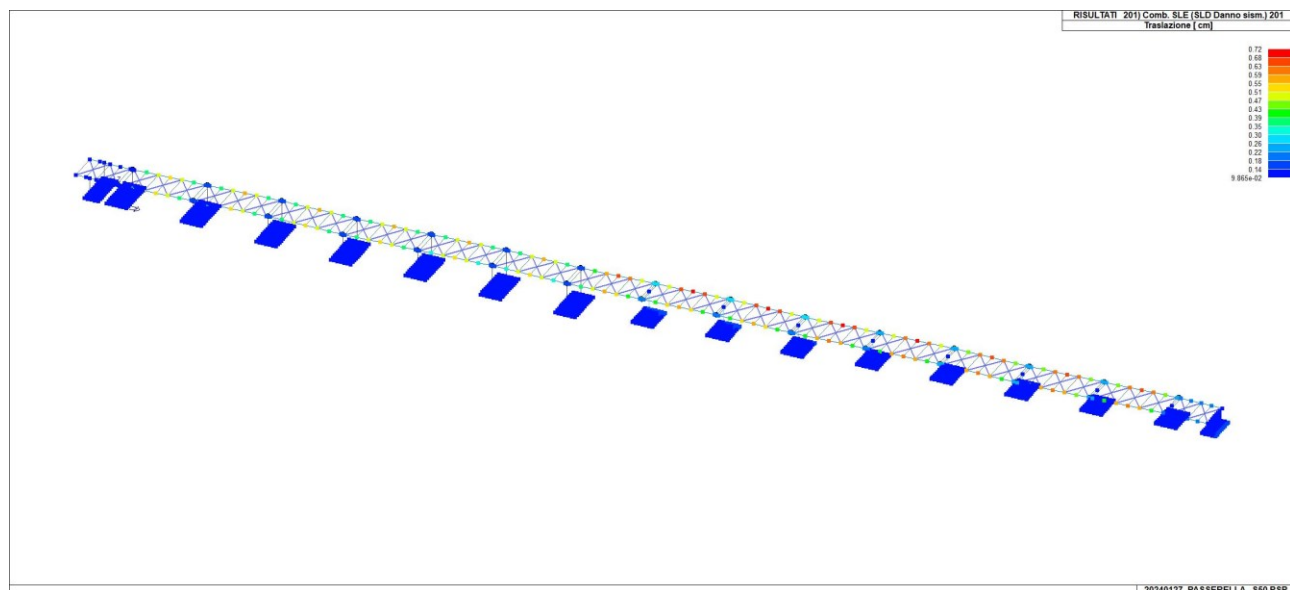
Si riportano i valori massimi dei principali risultati ottenuti per ogni gruppo di combinazioni:



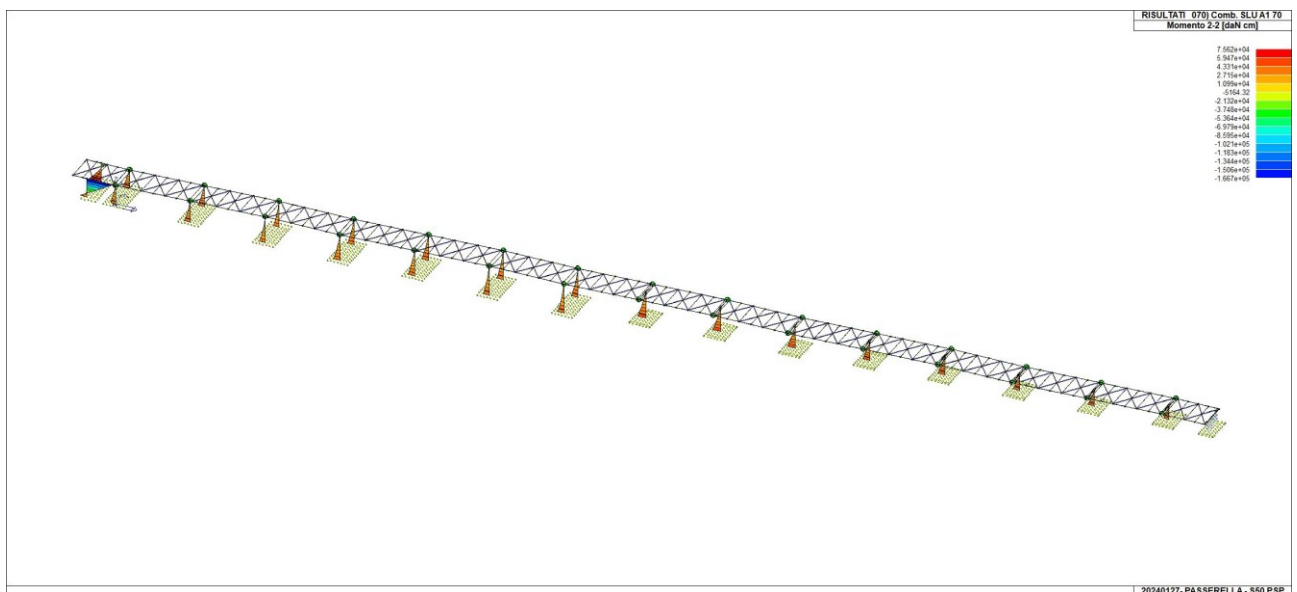
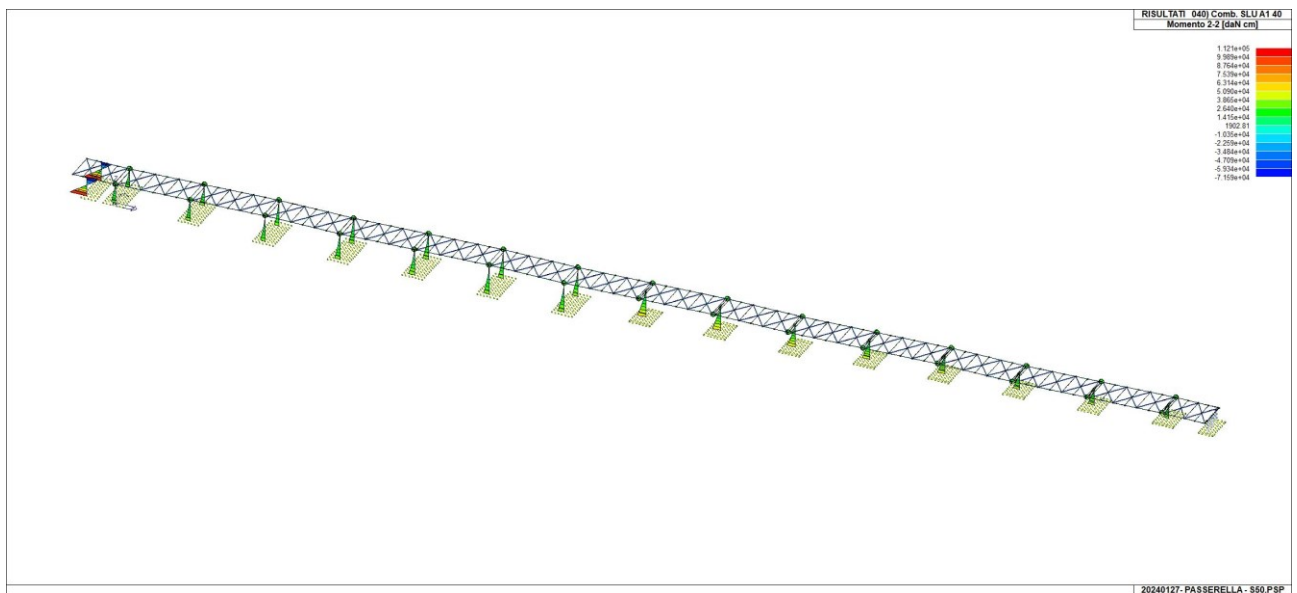
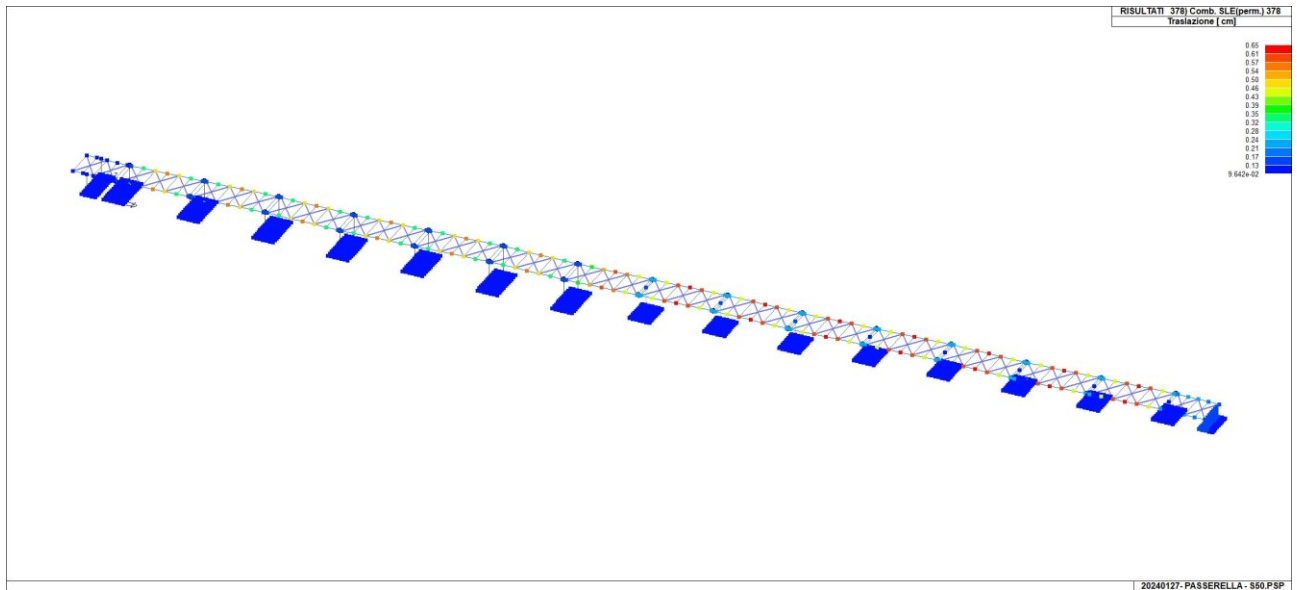
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



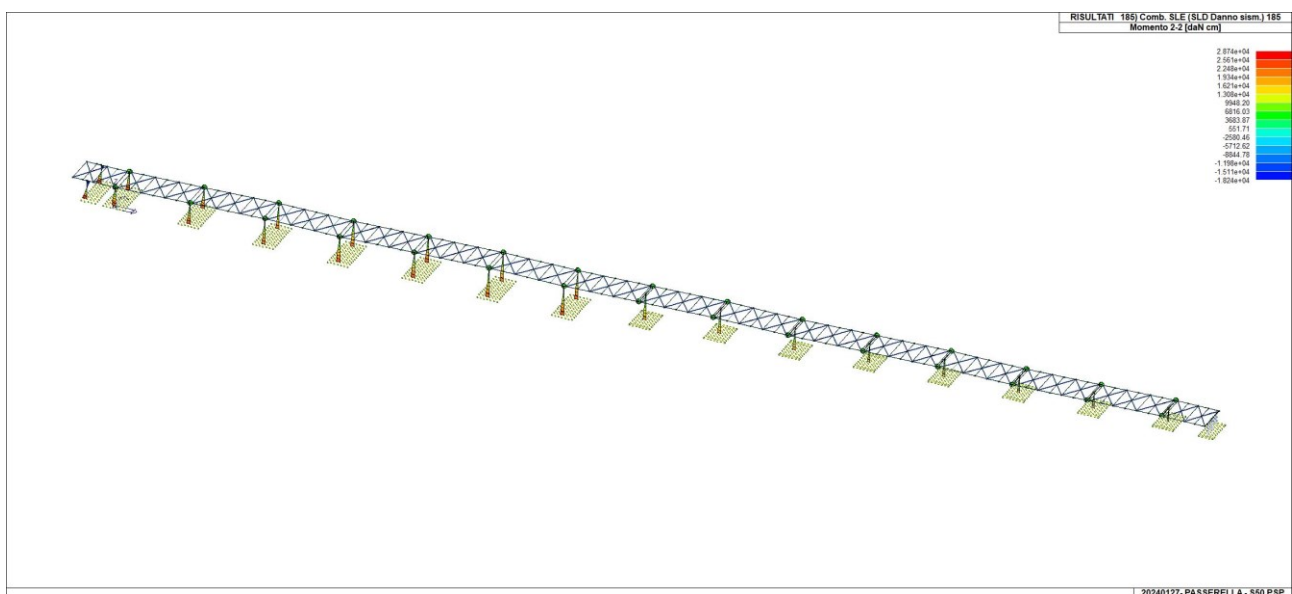
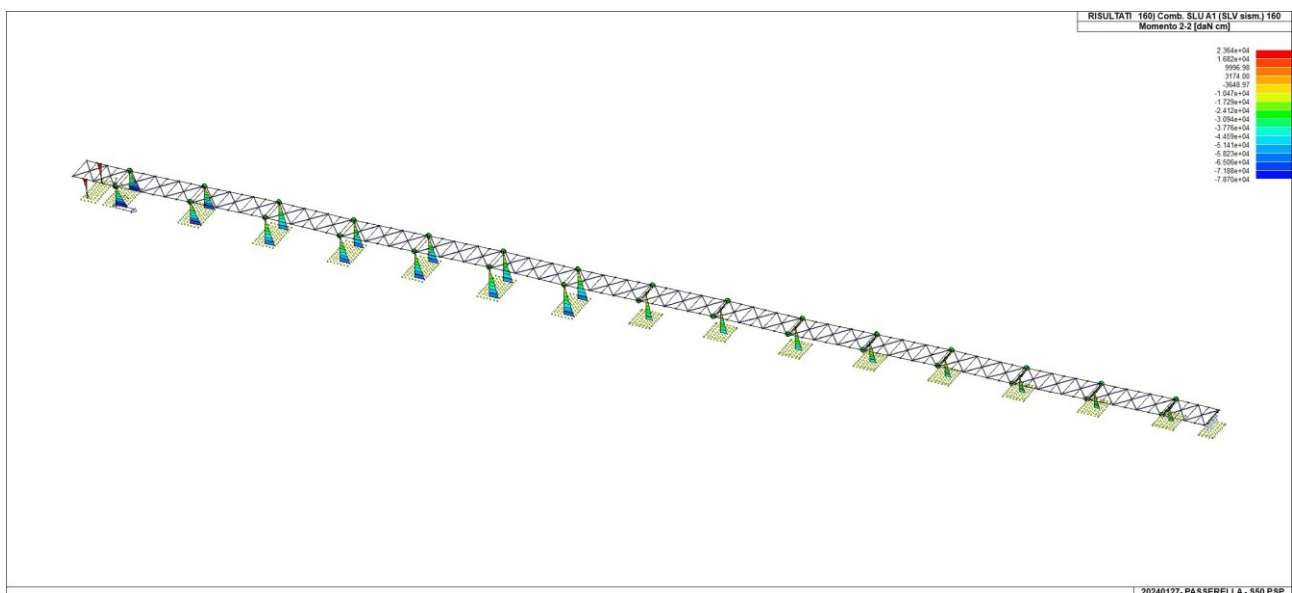
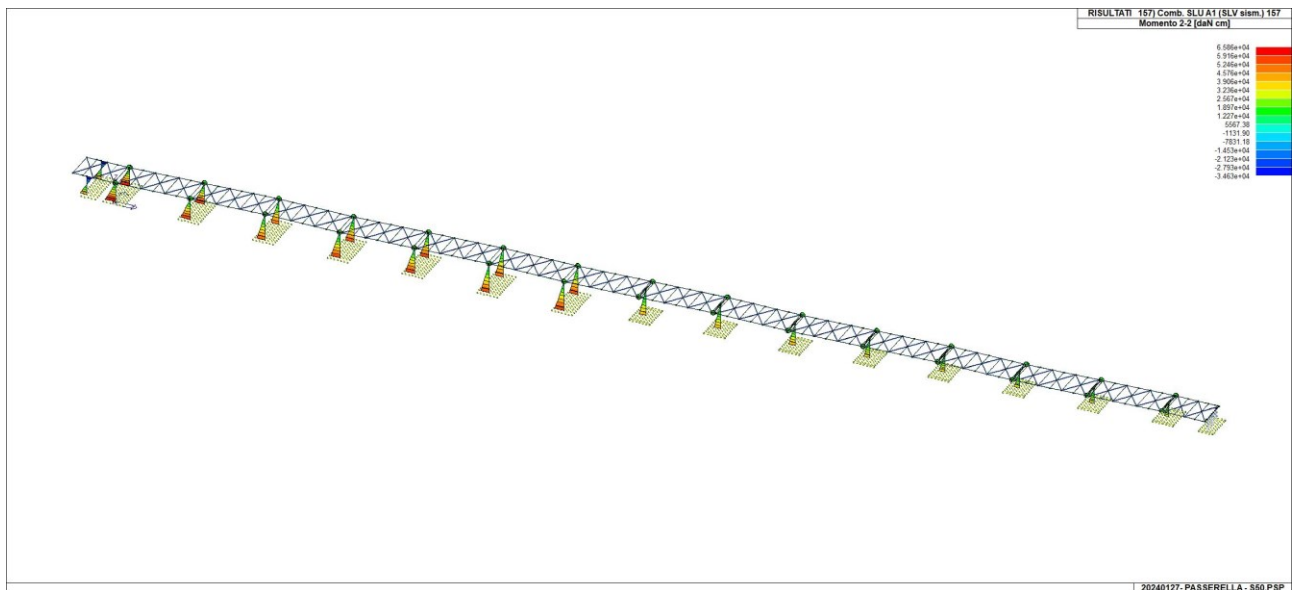
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



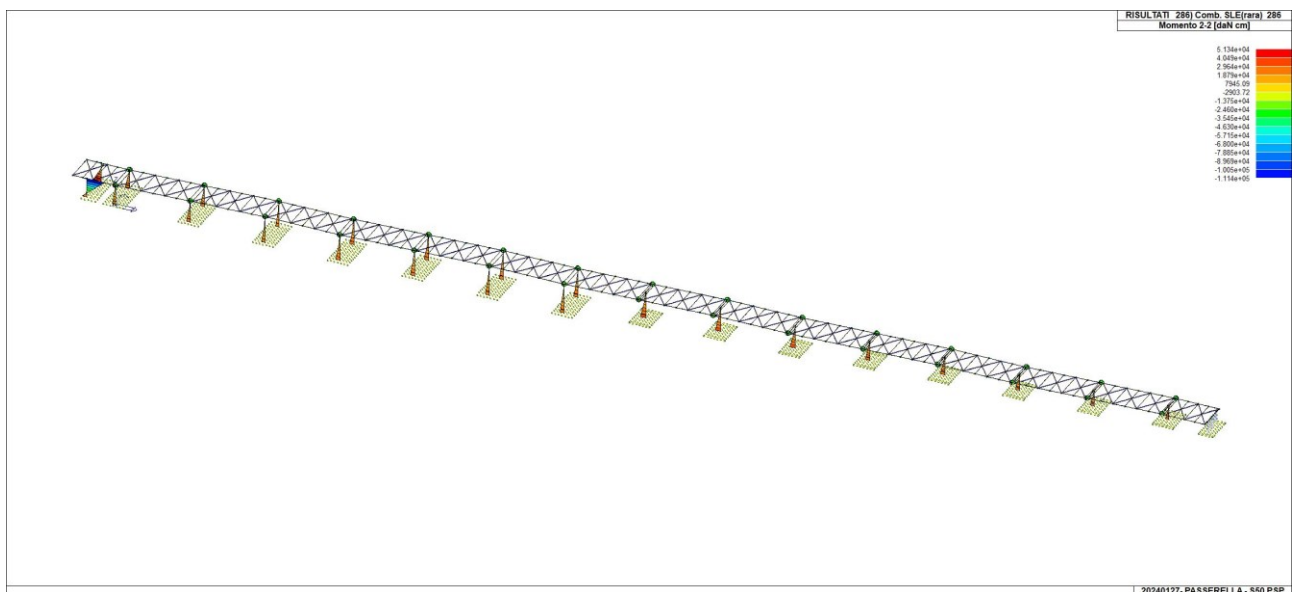
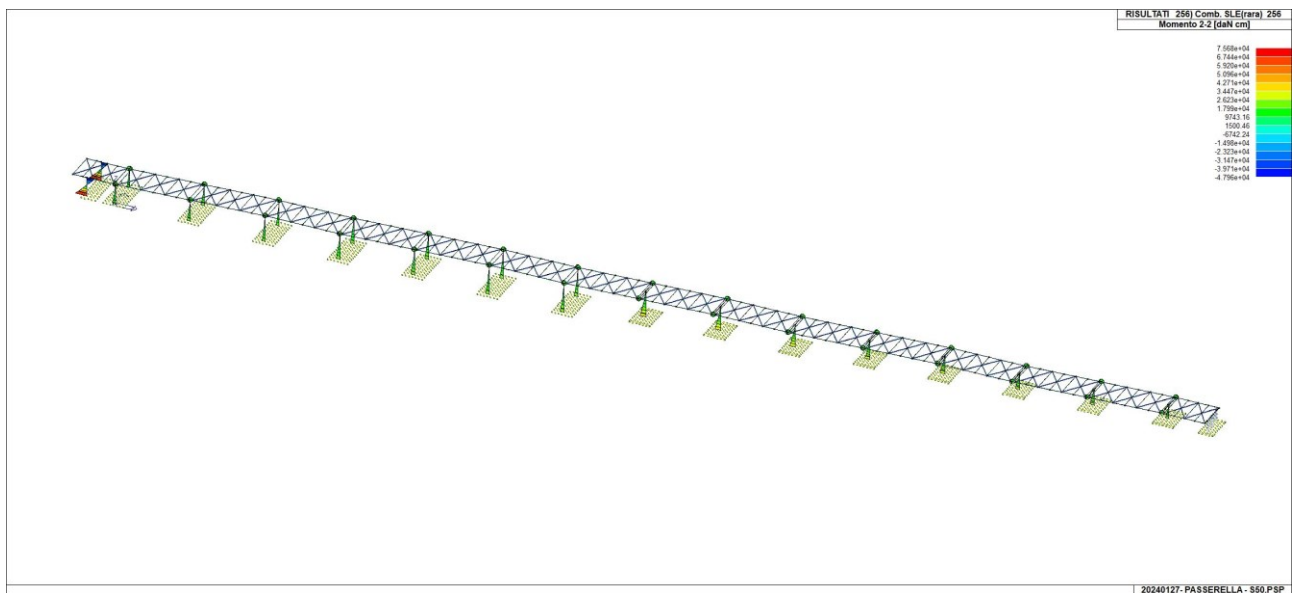
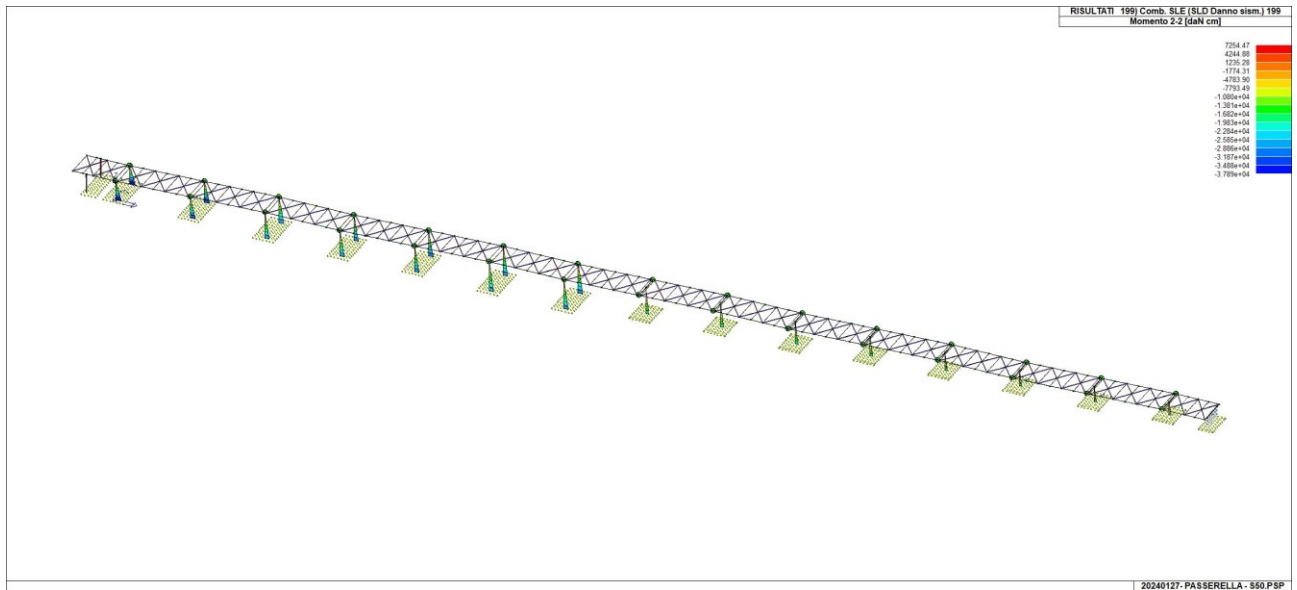
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



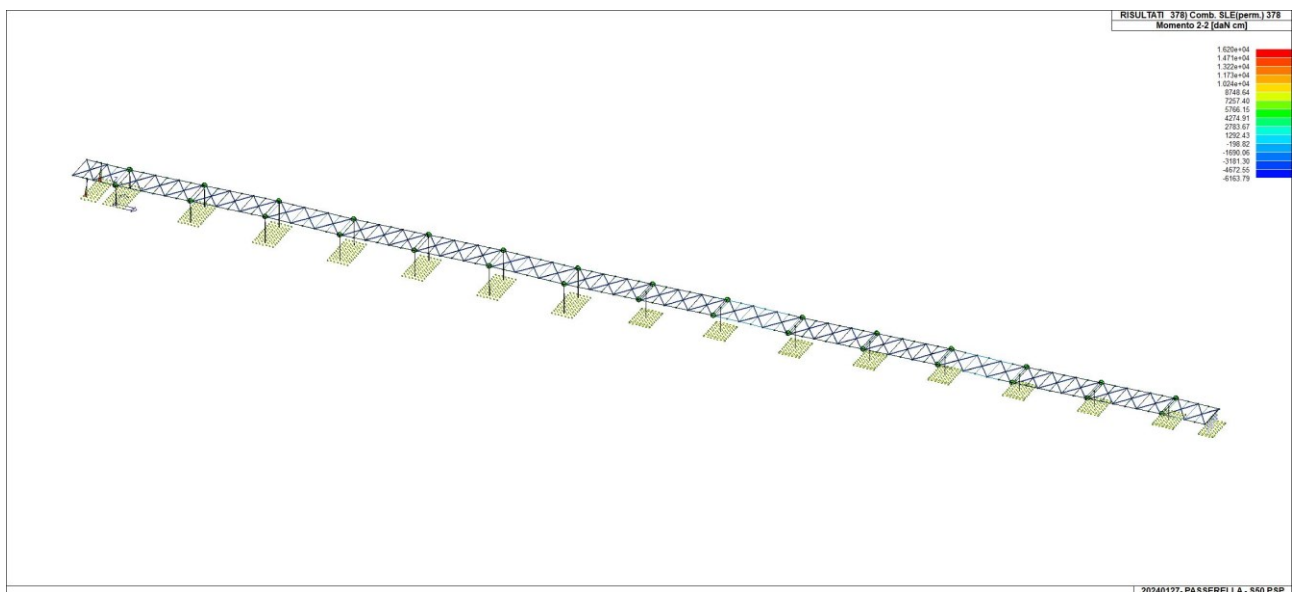
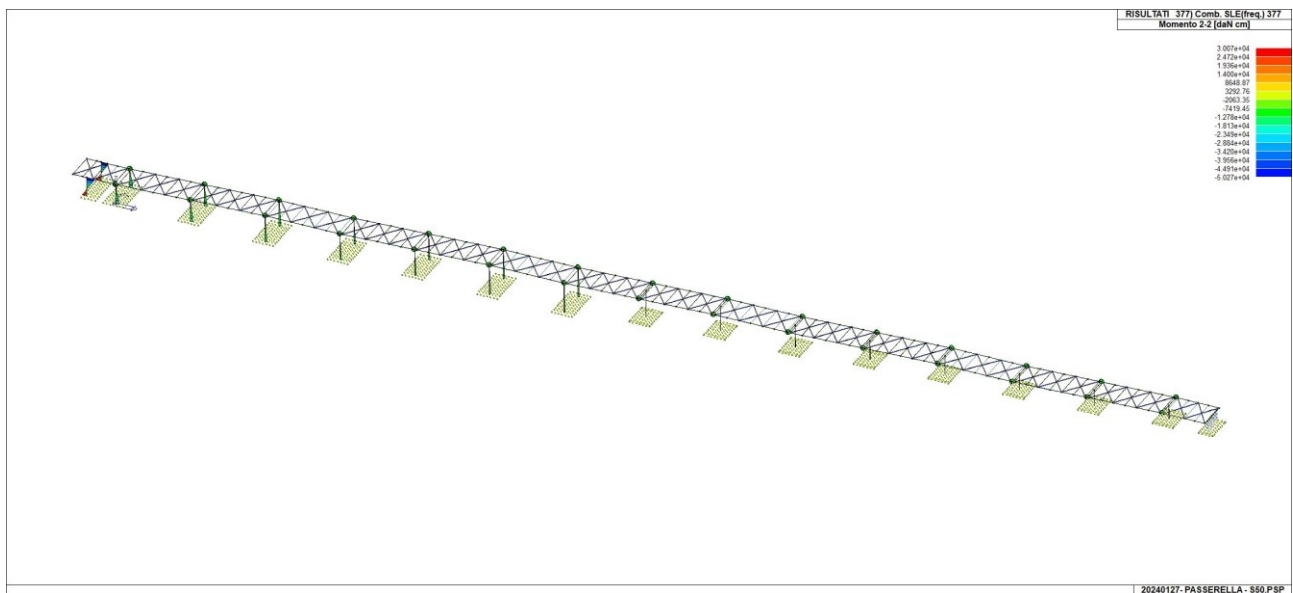
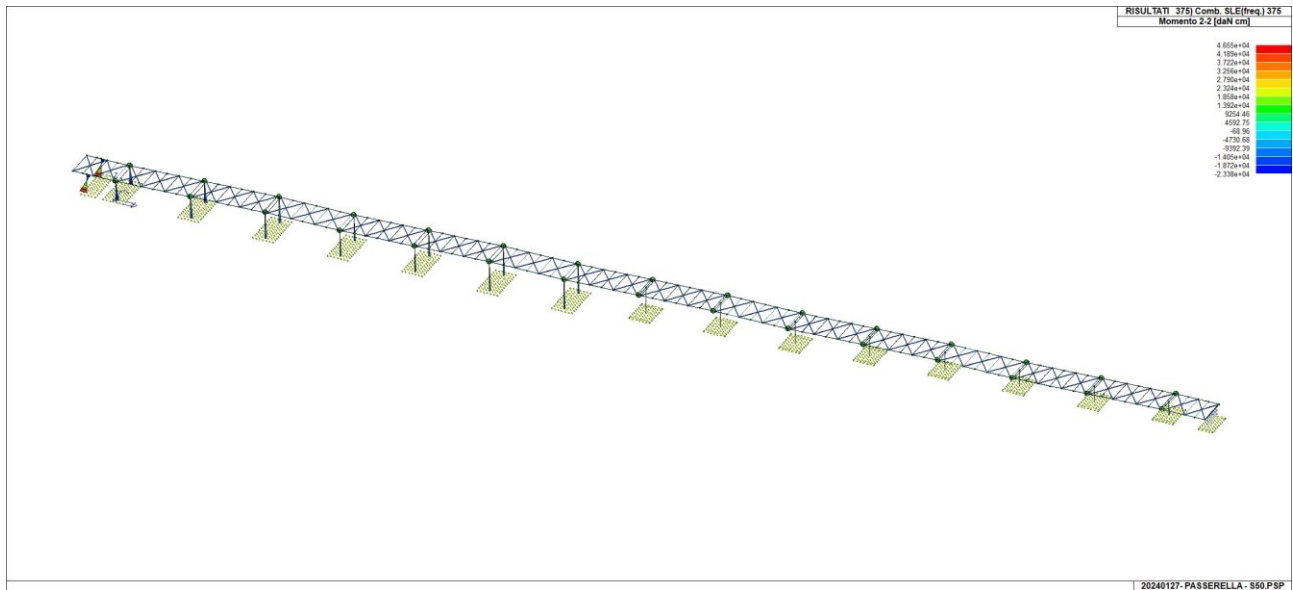
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



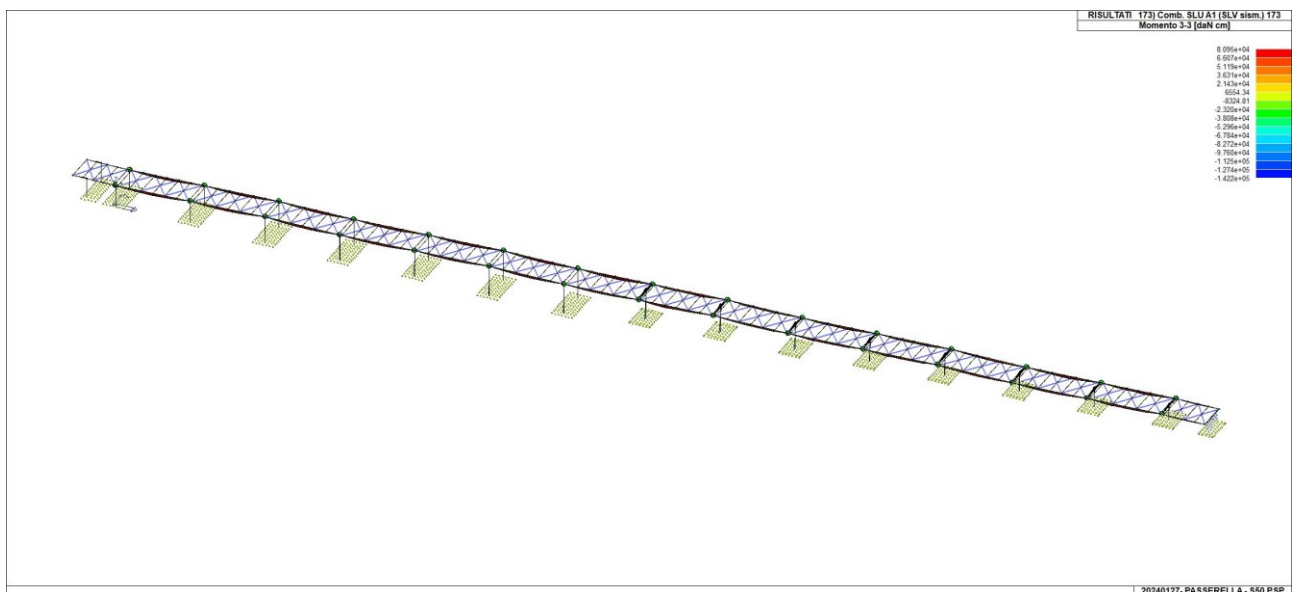
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



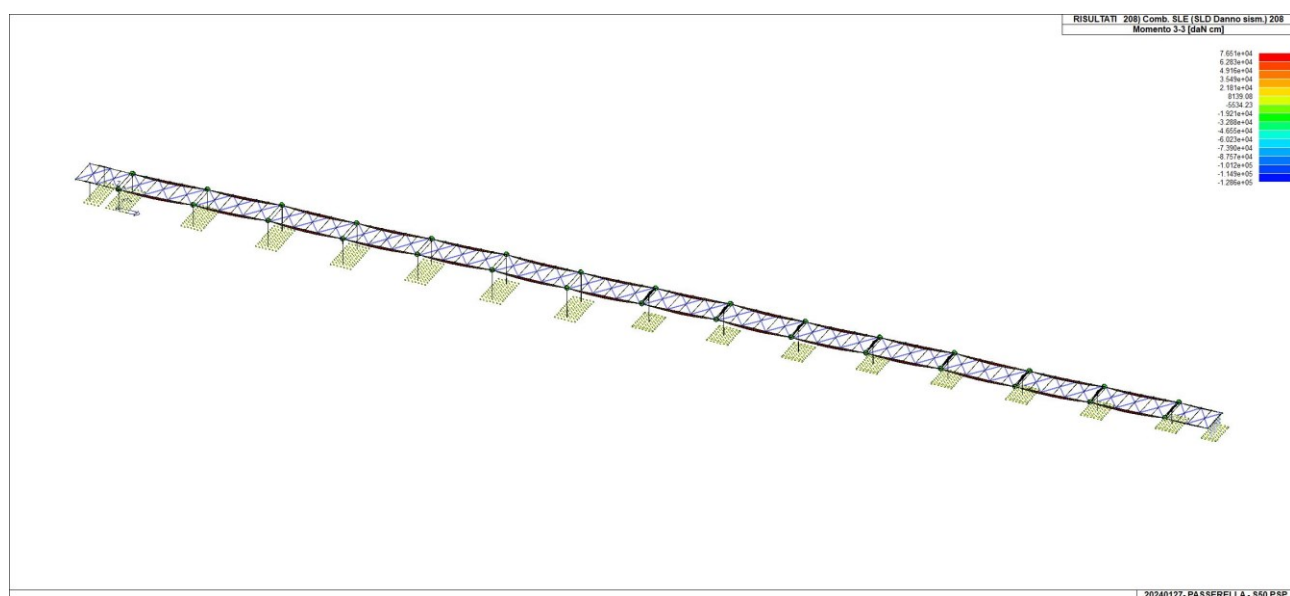
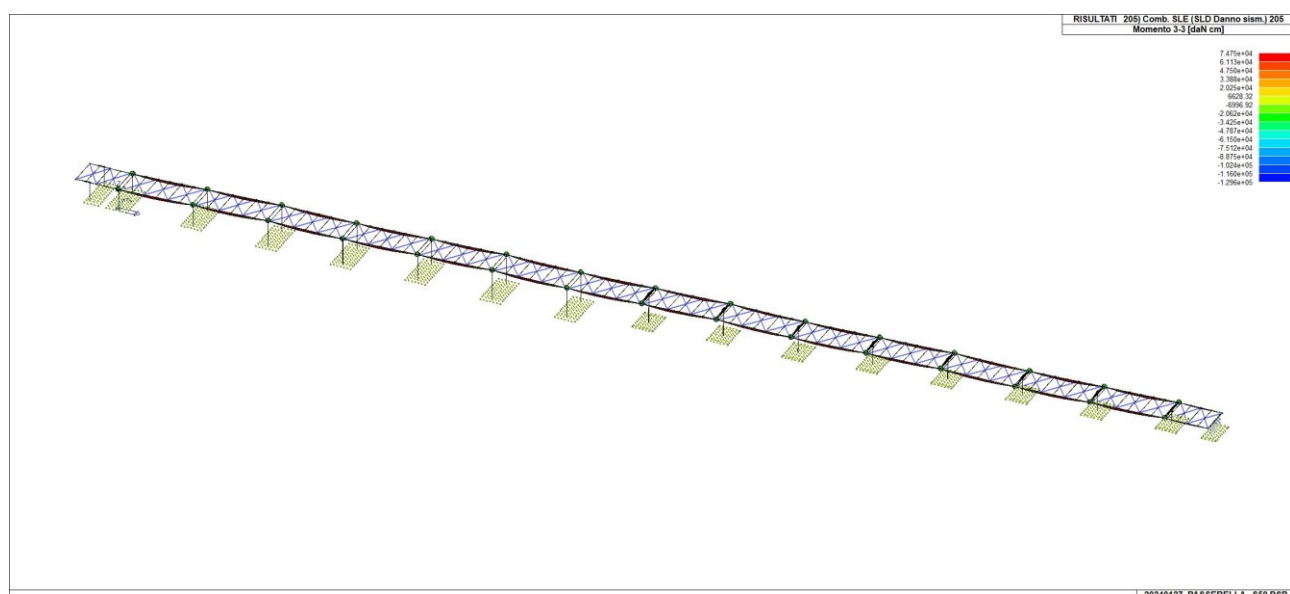
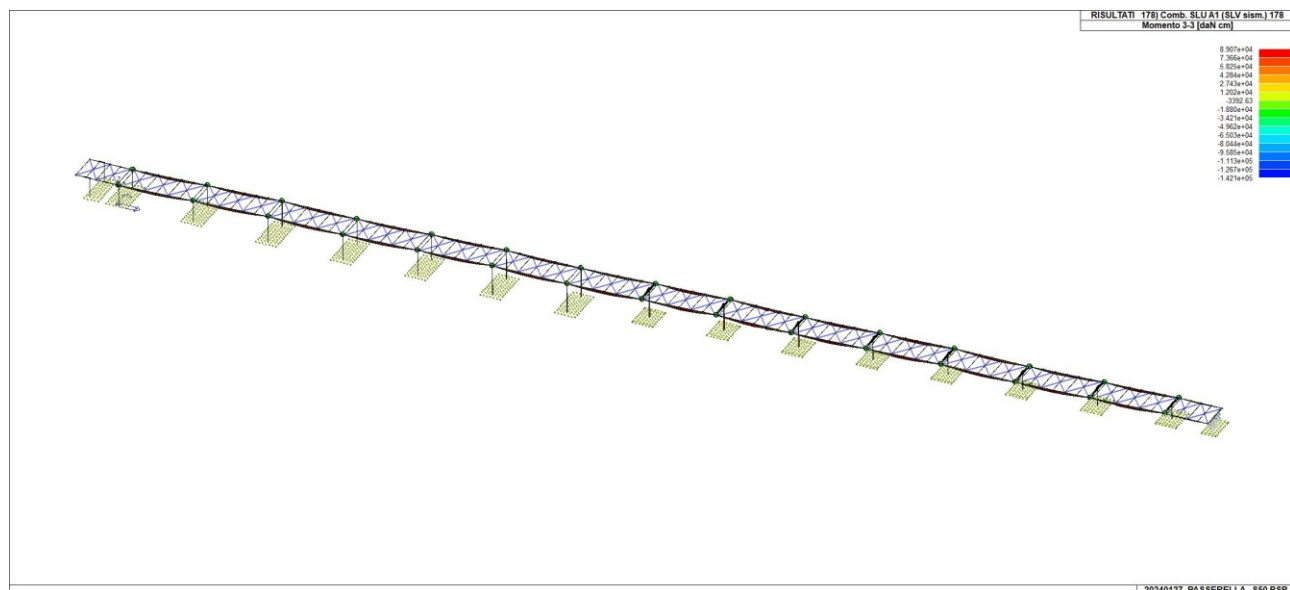
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



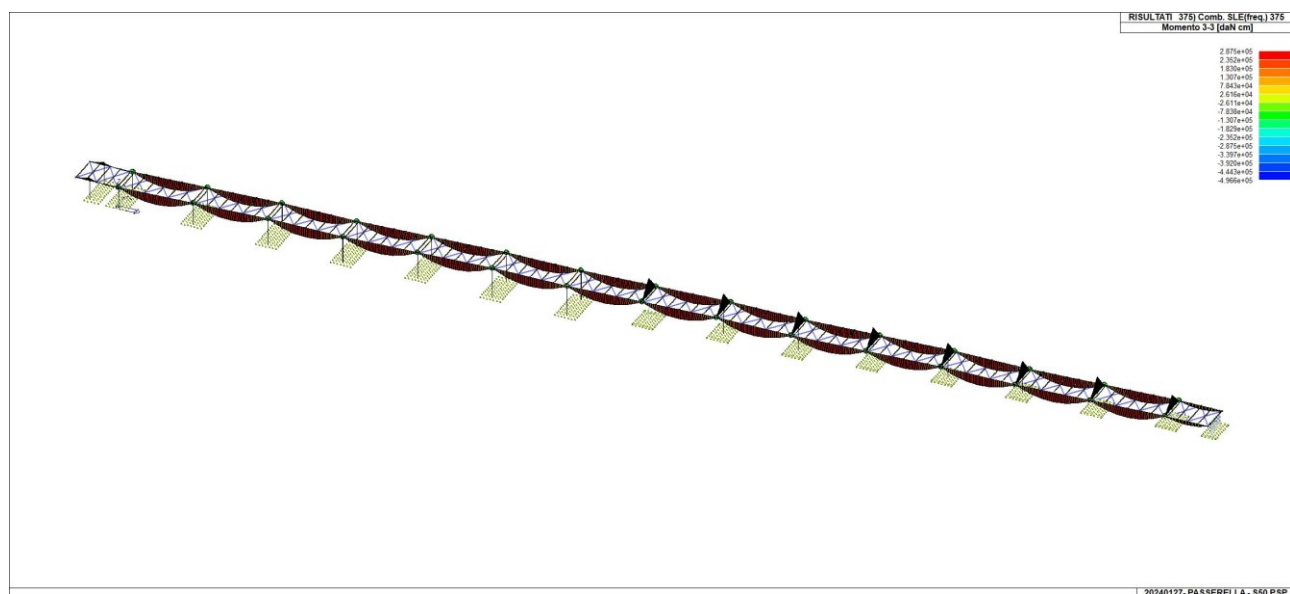
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



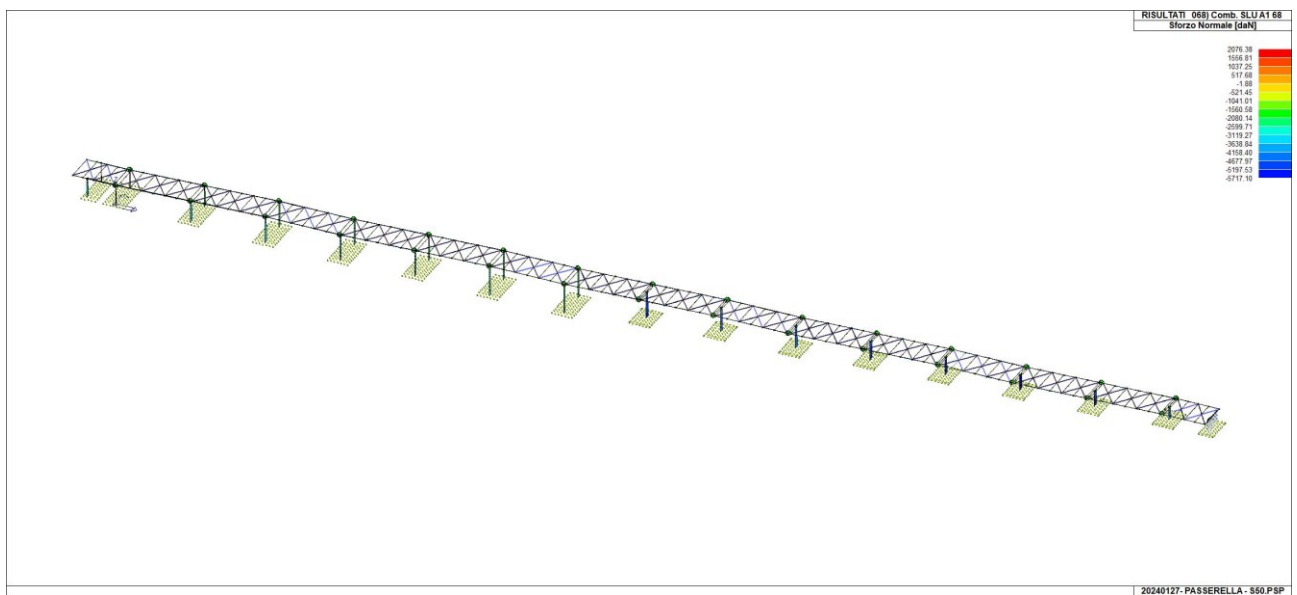
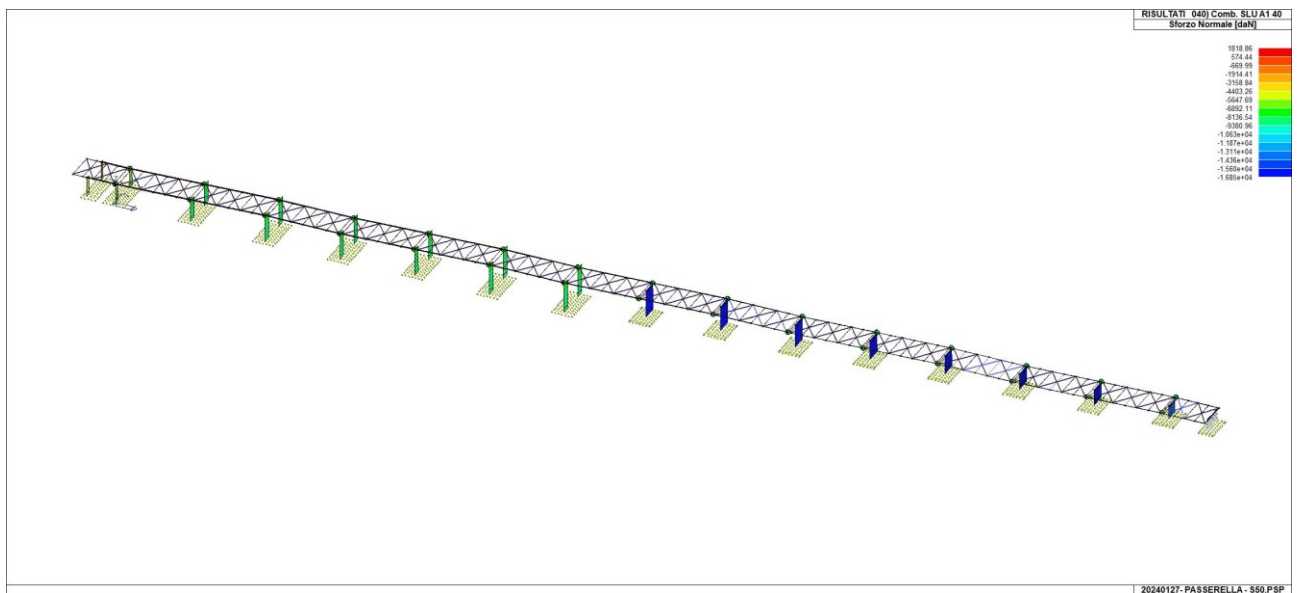
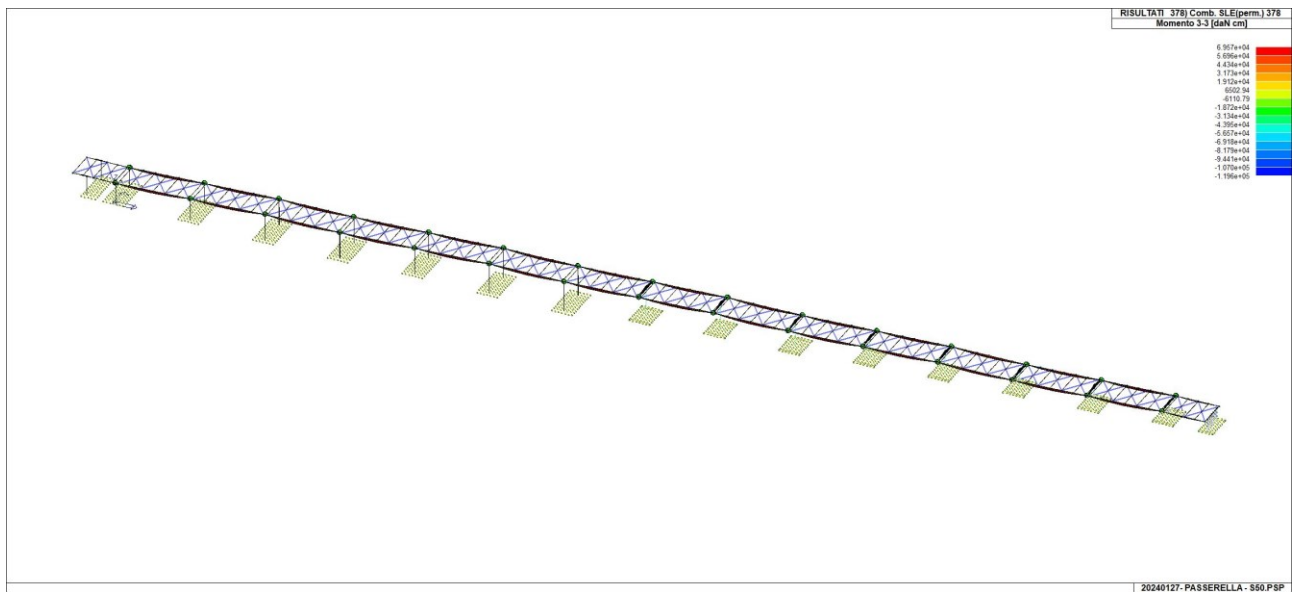
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



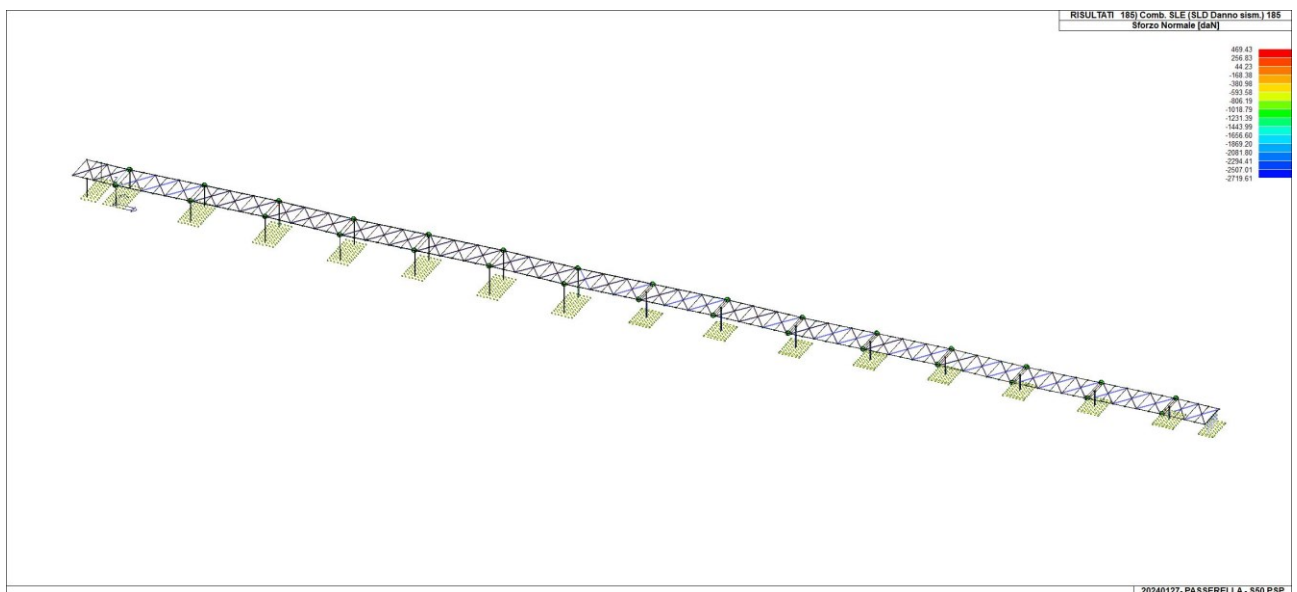
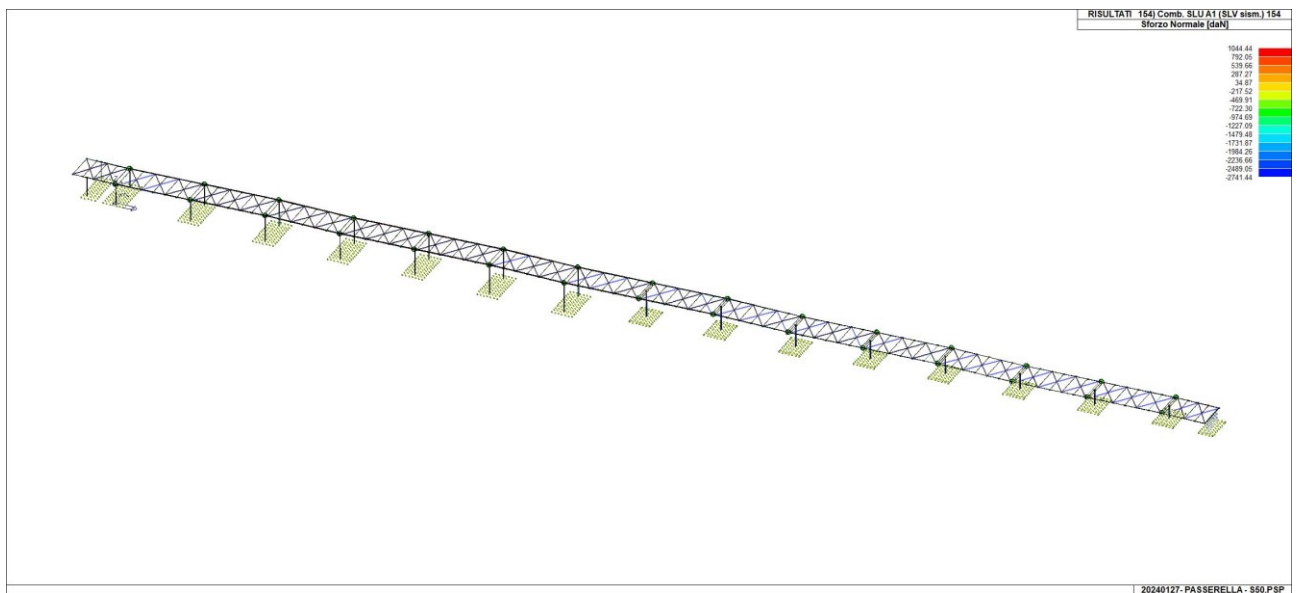
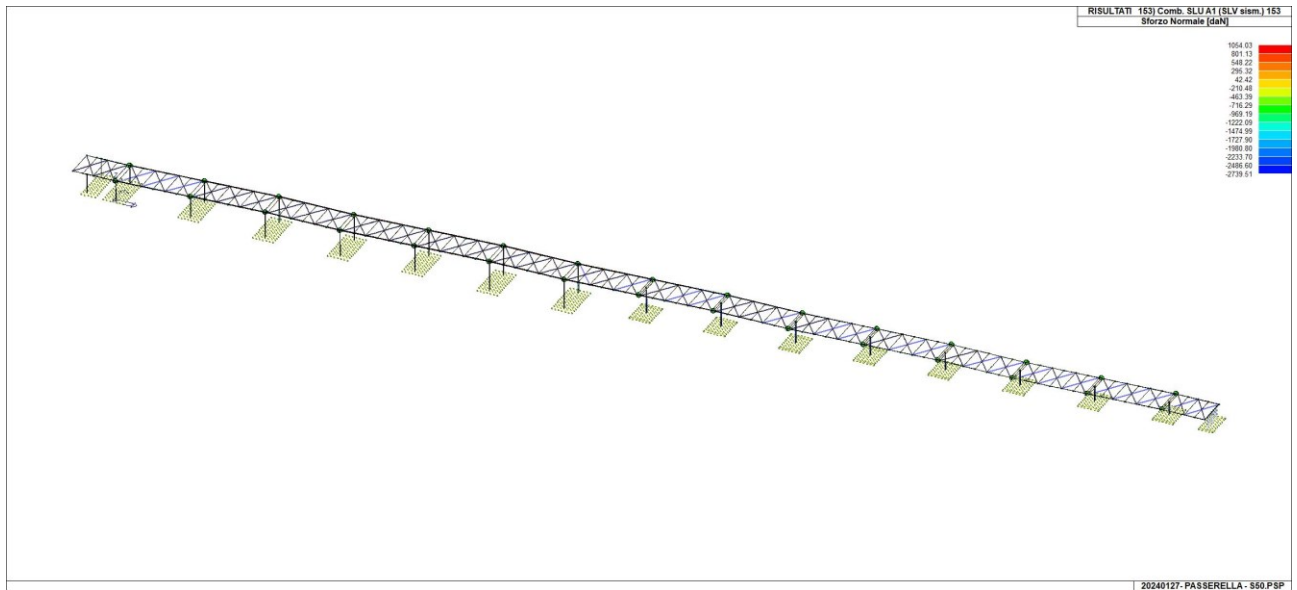
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



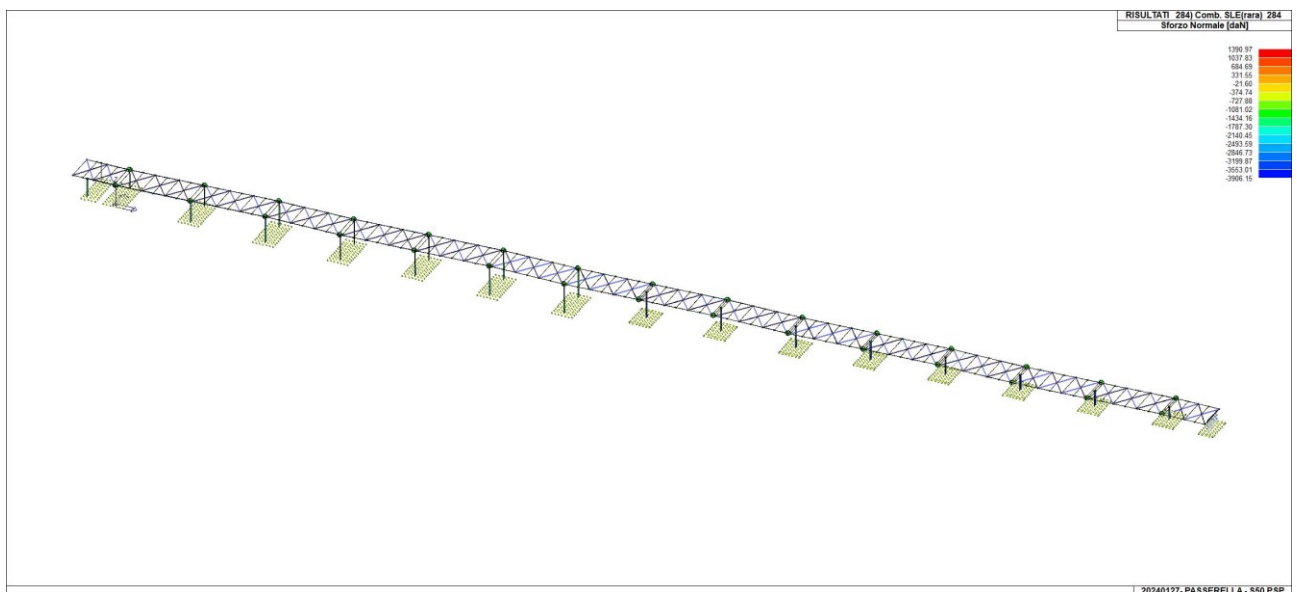
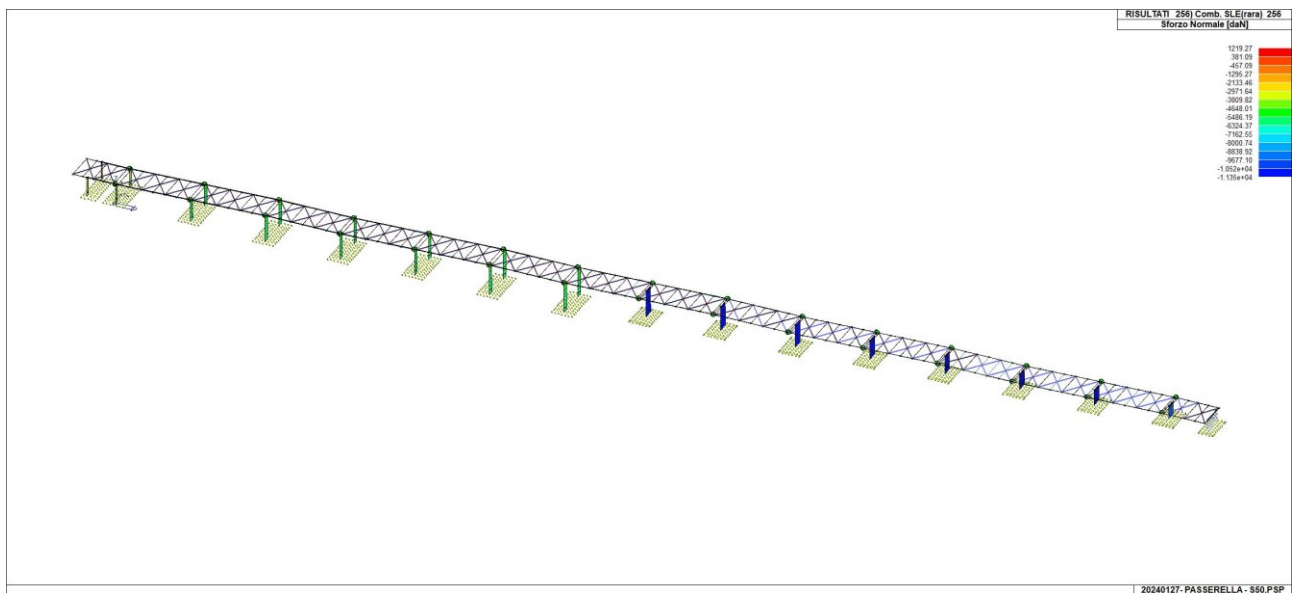
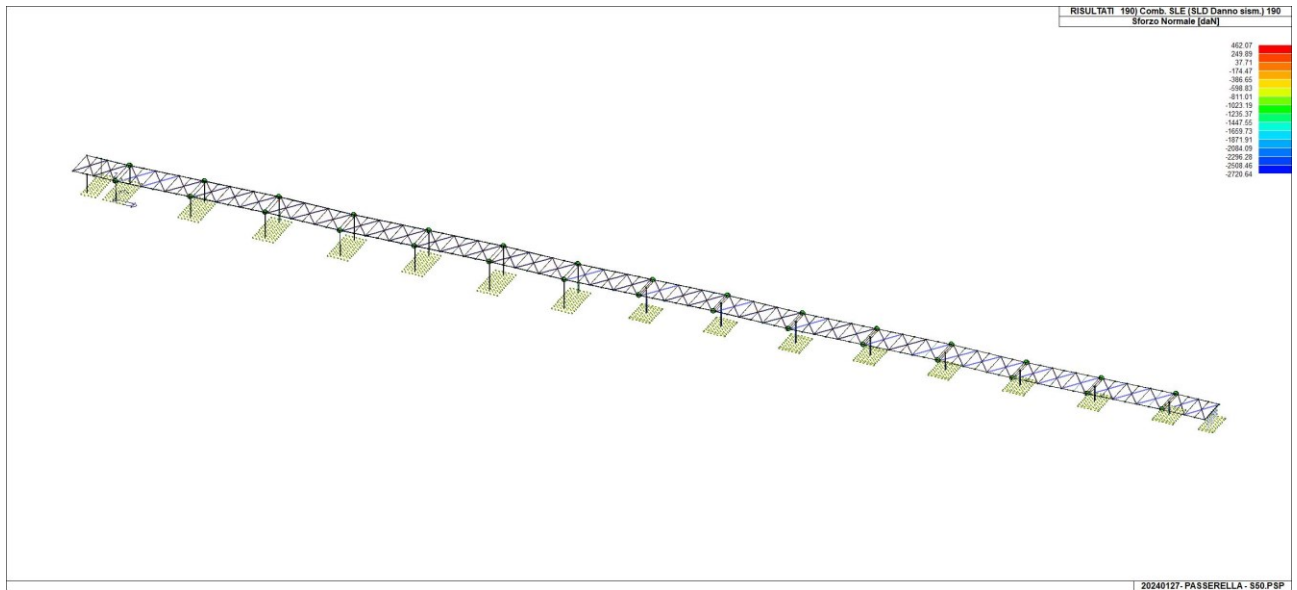
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



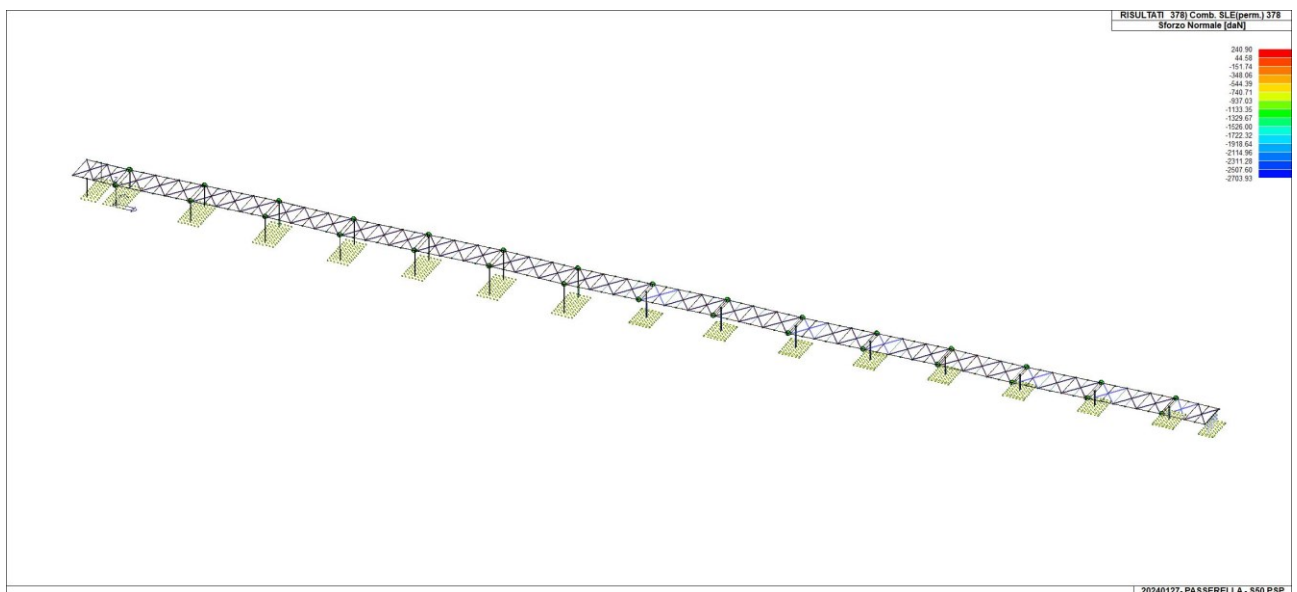
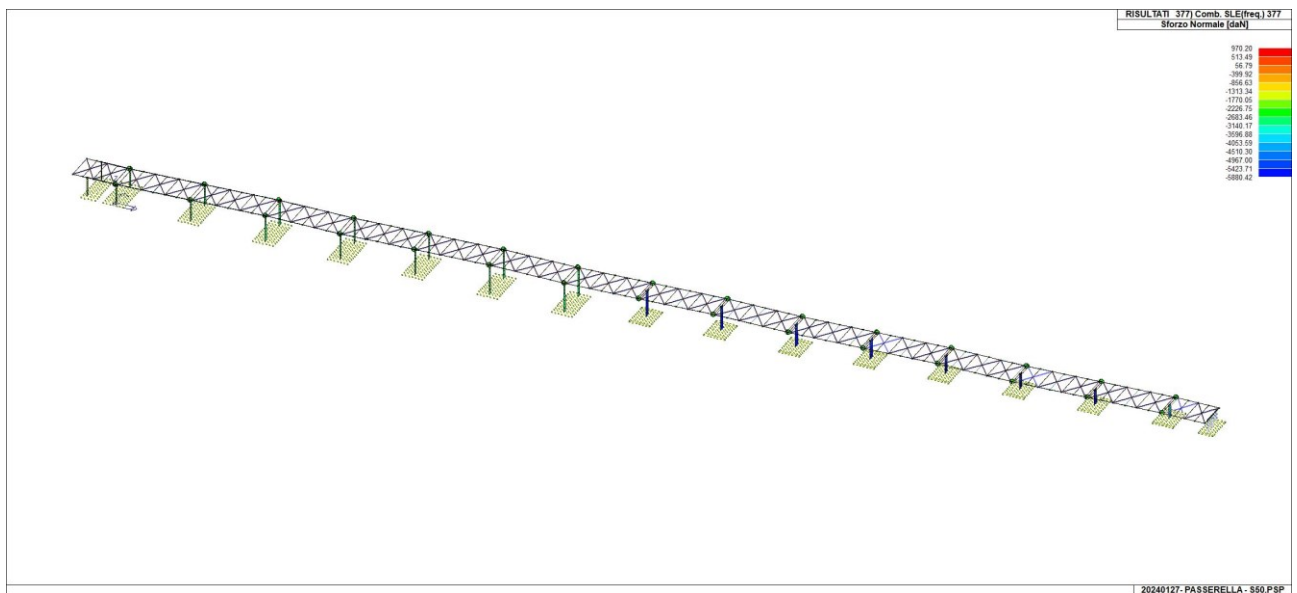
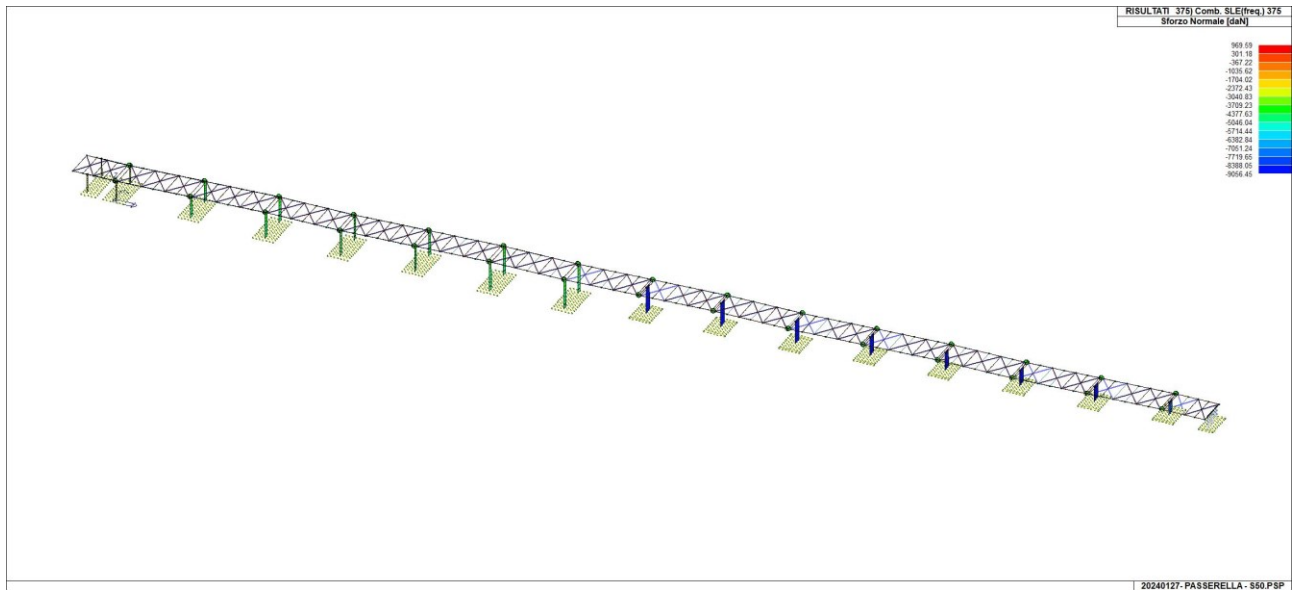
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



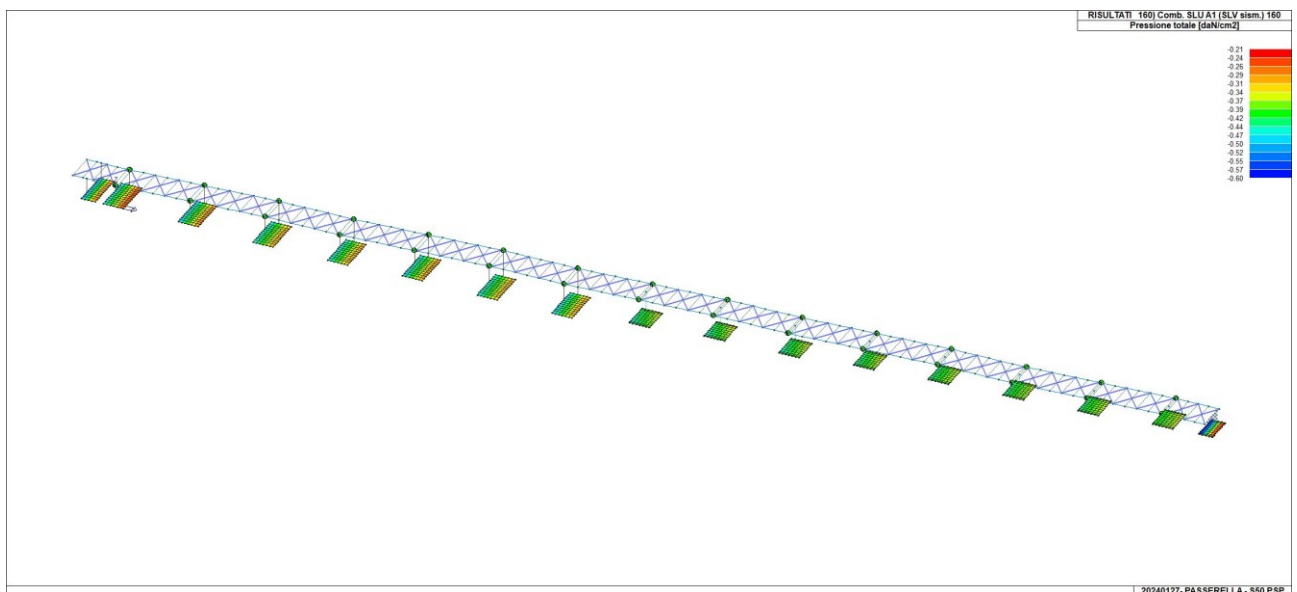
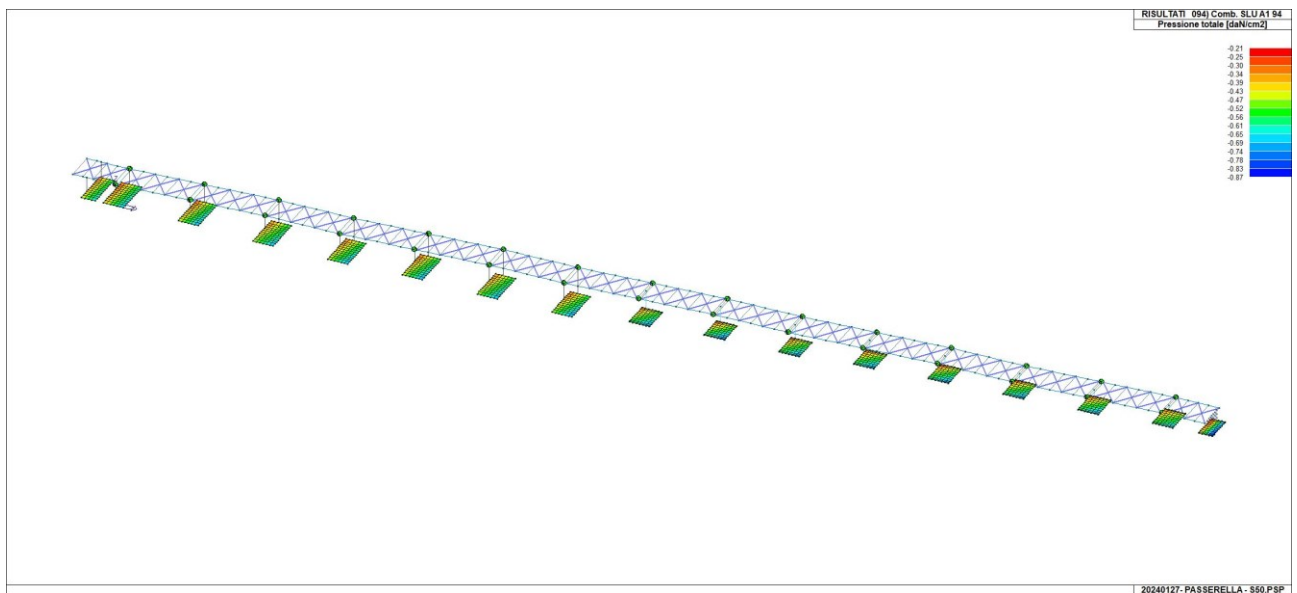
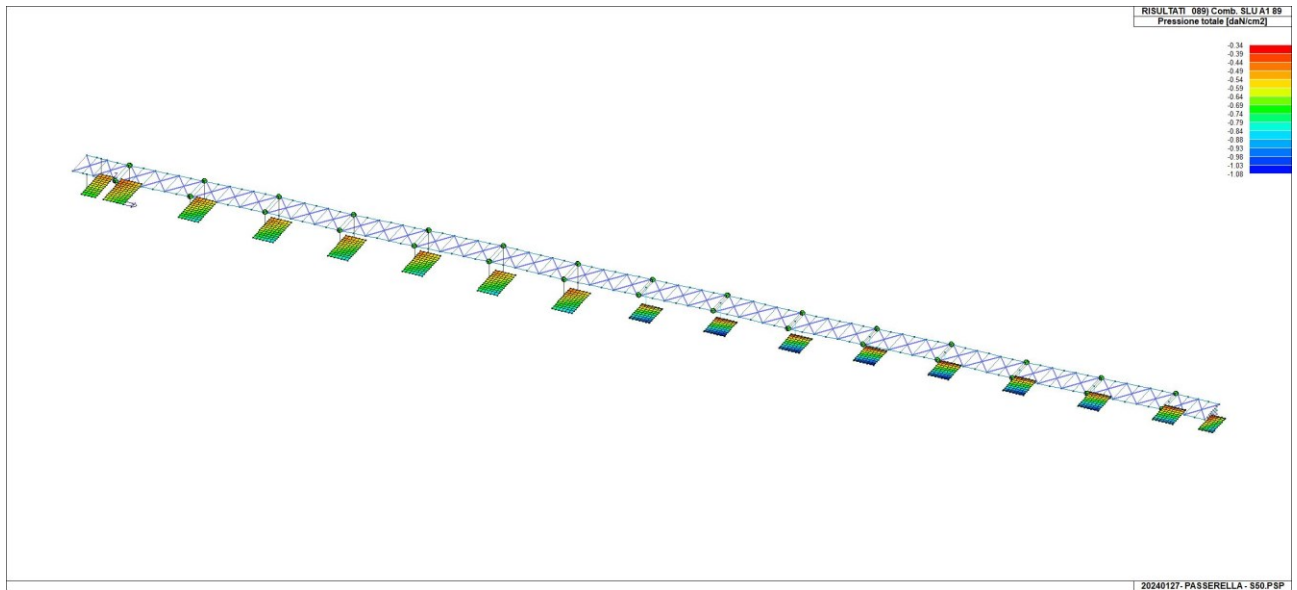
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



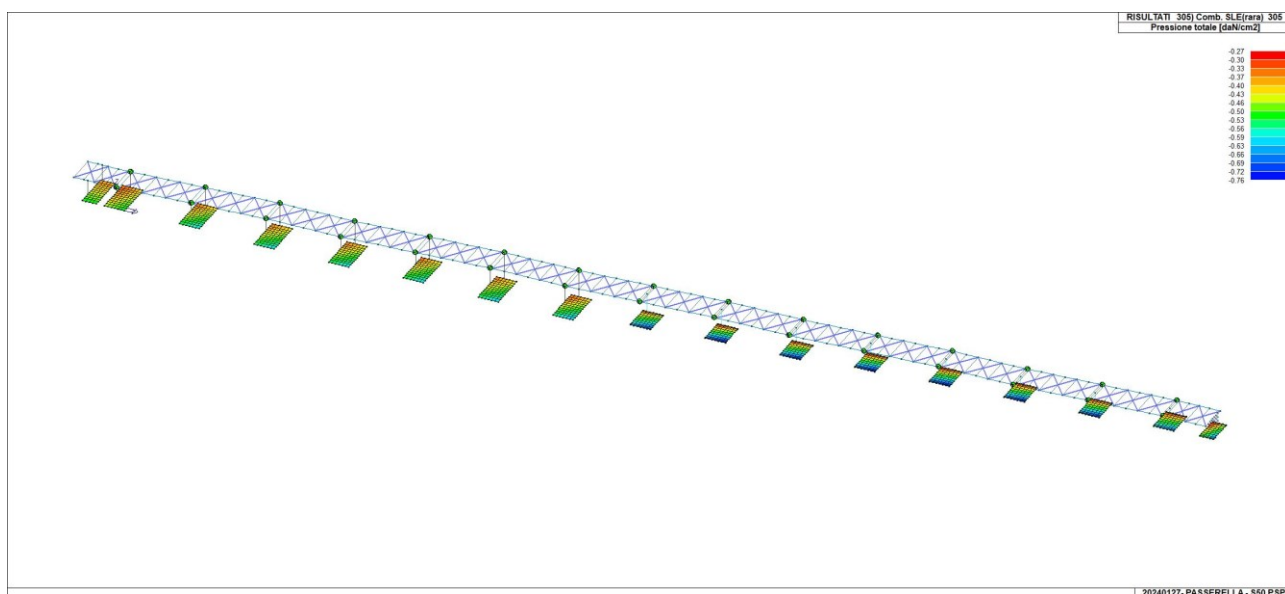
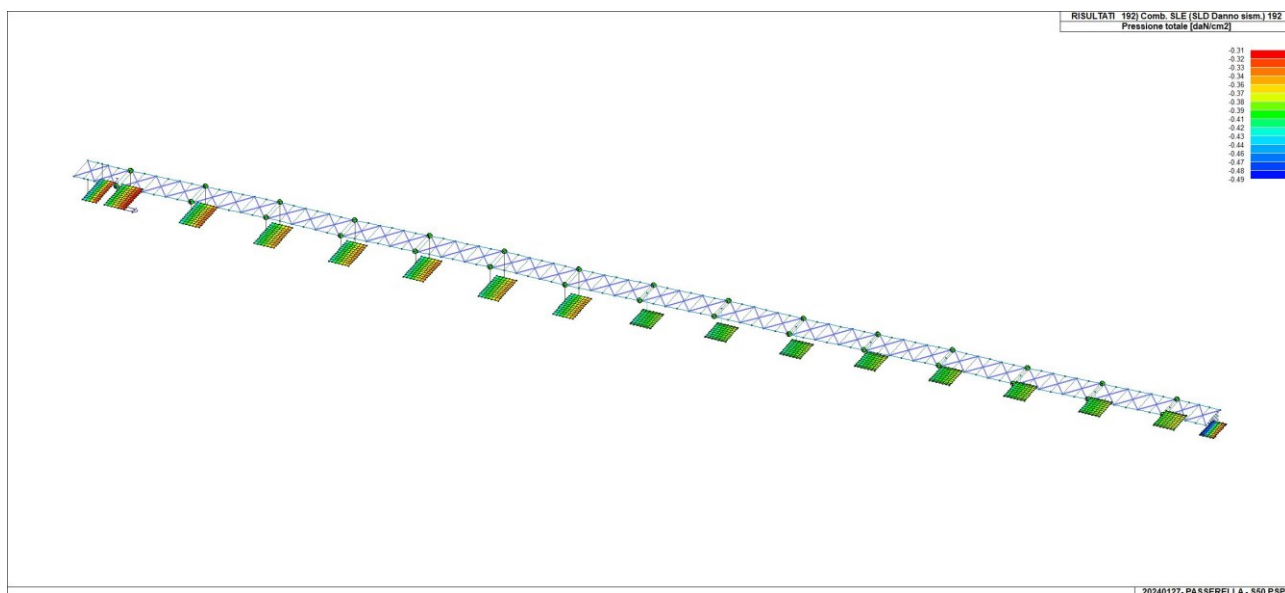
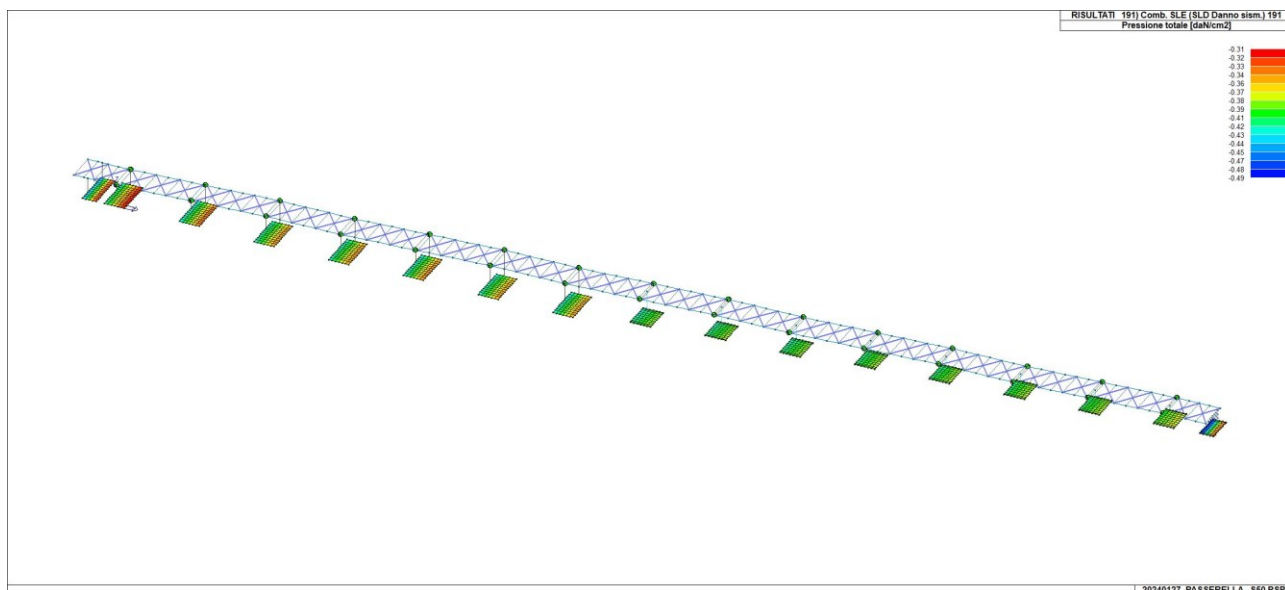
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



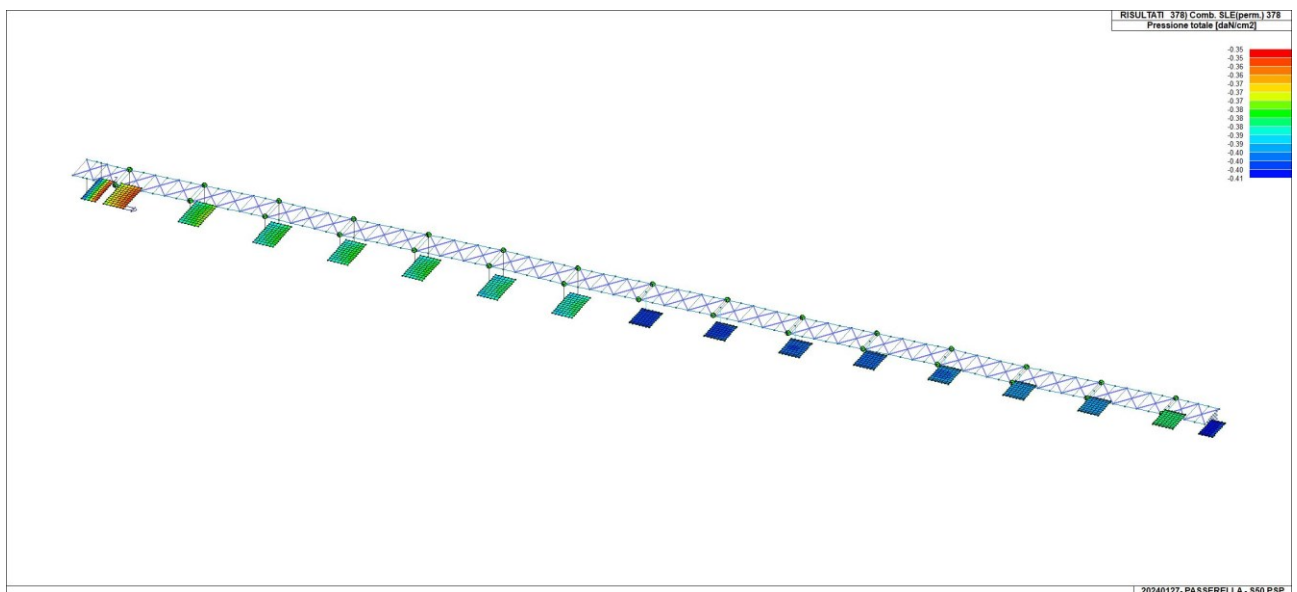
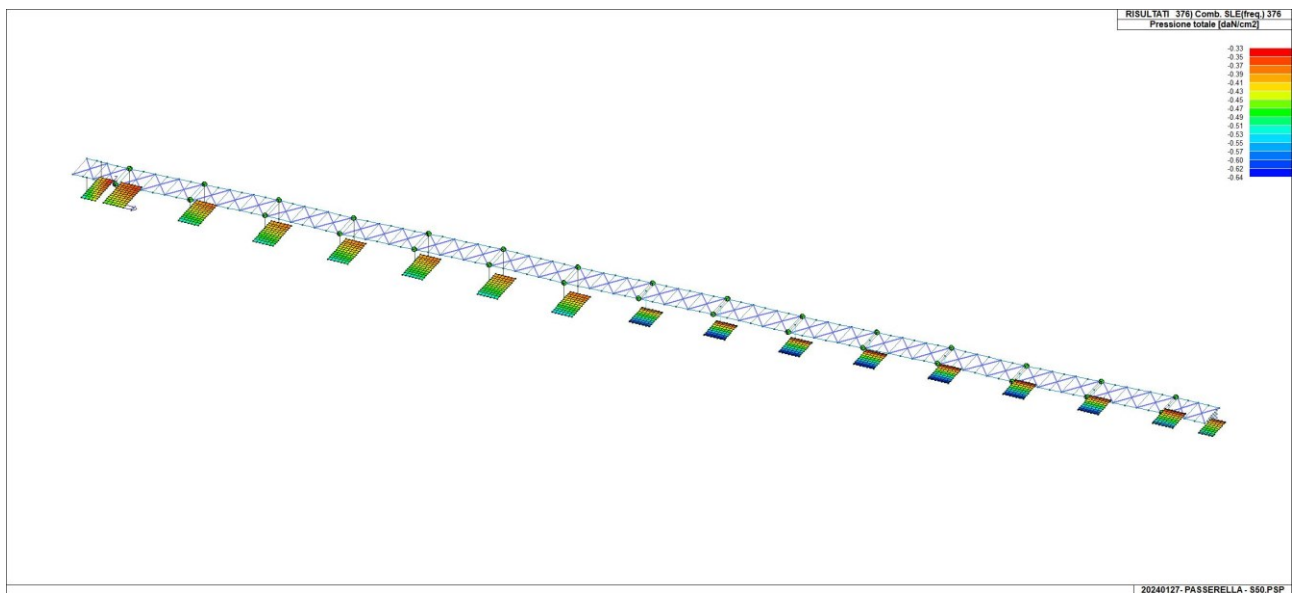
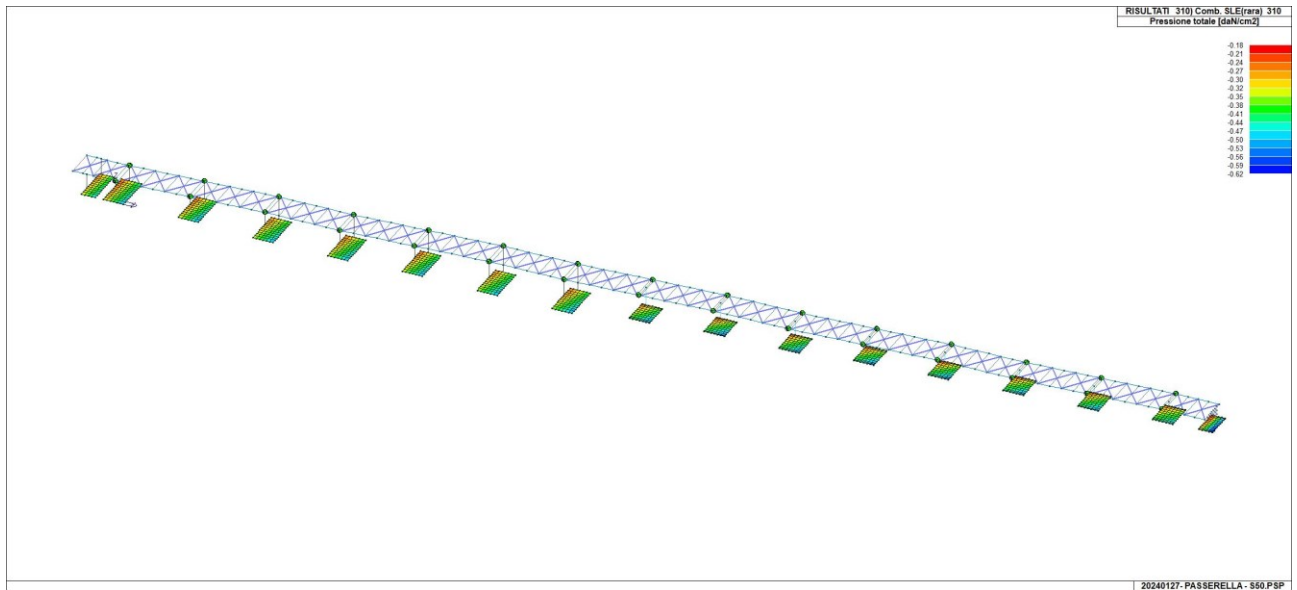
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



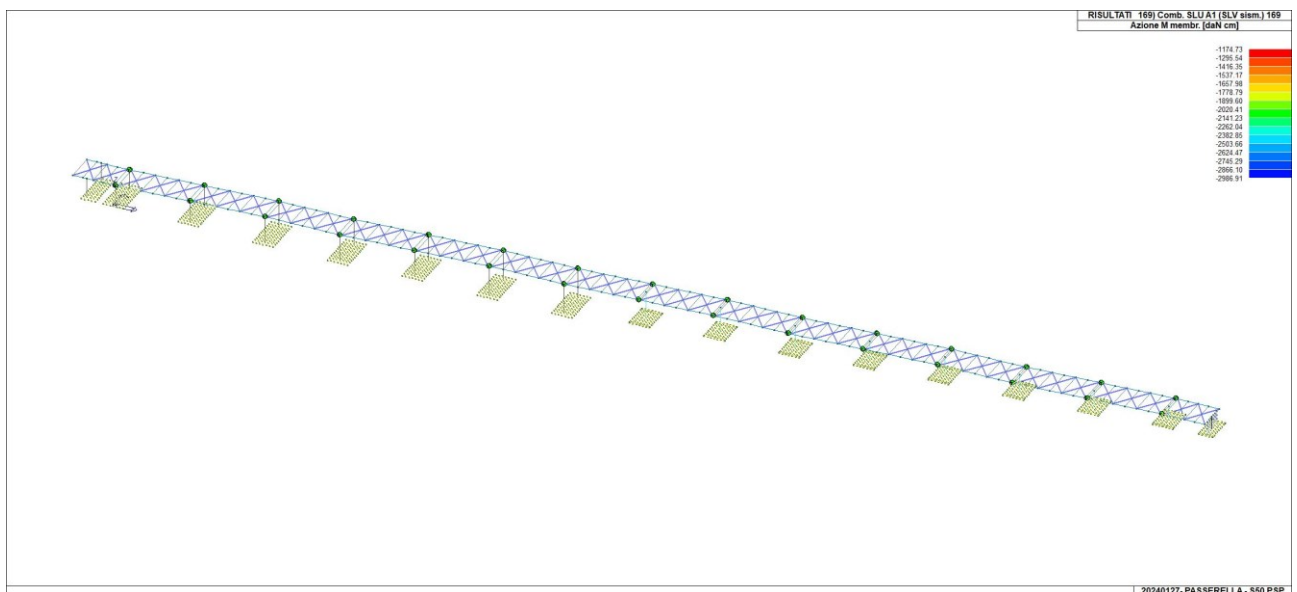
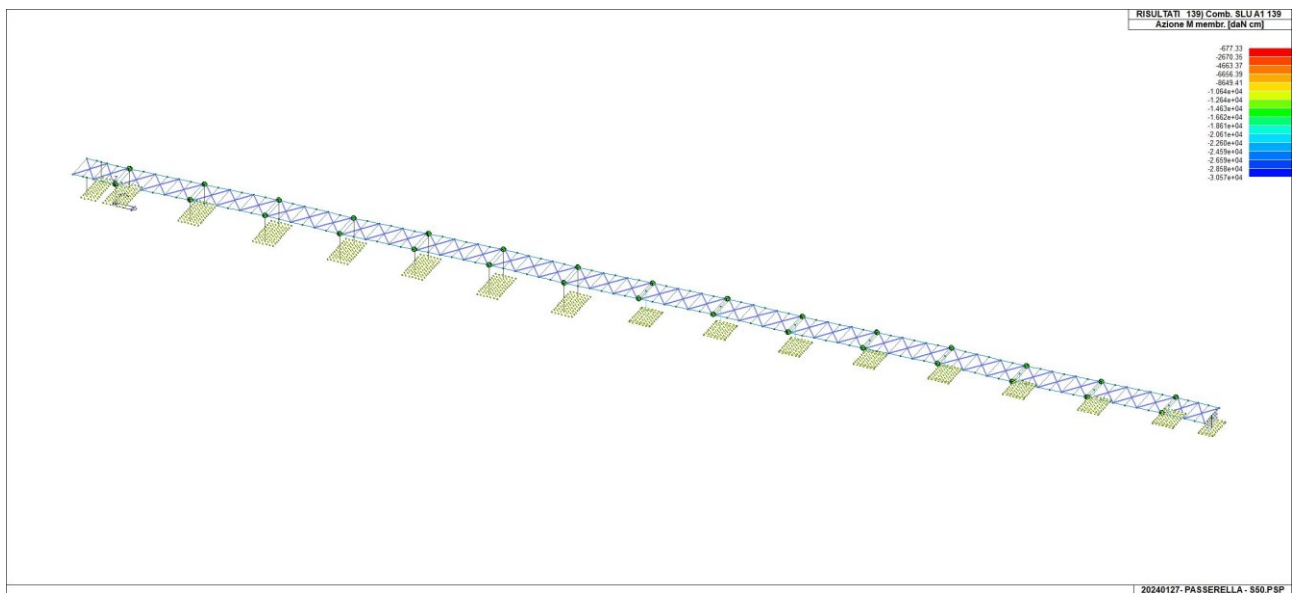
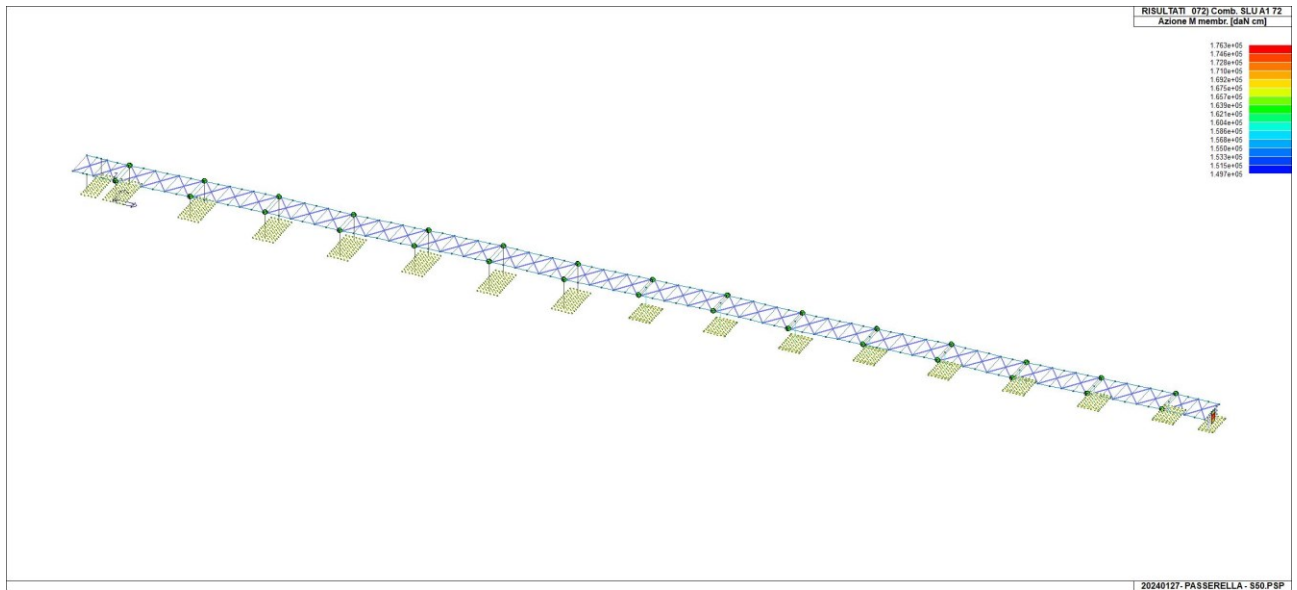
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



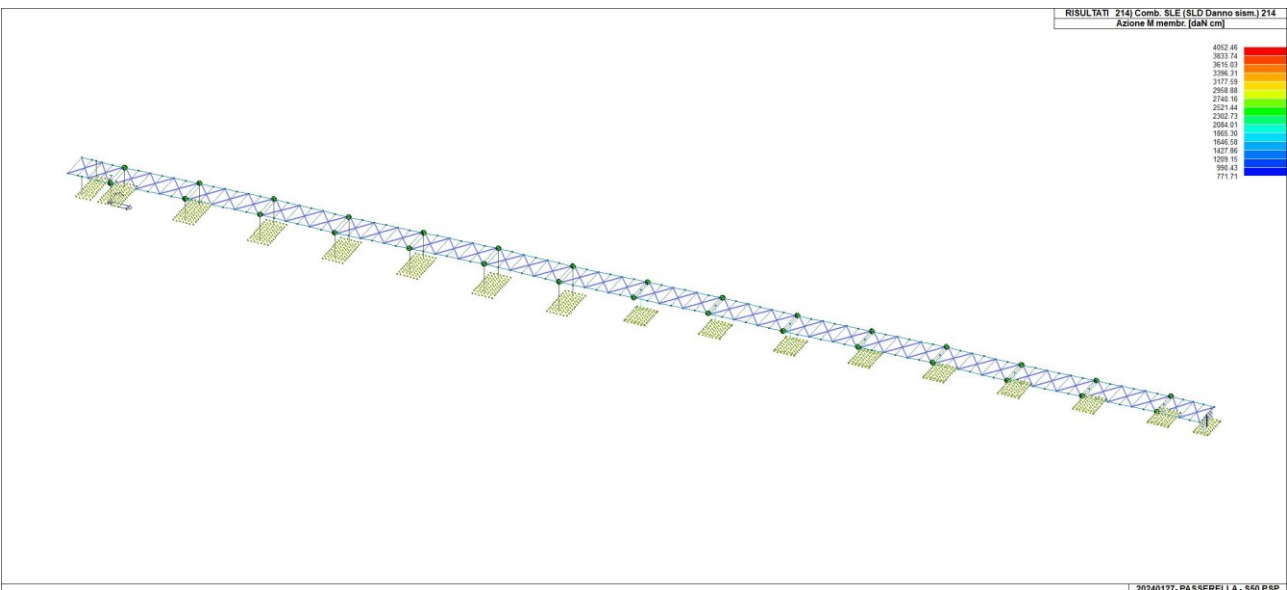
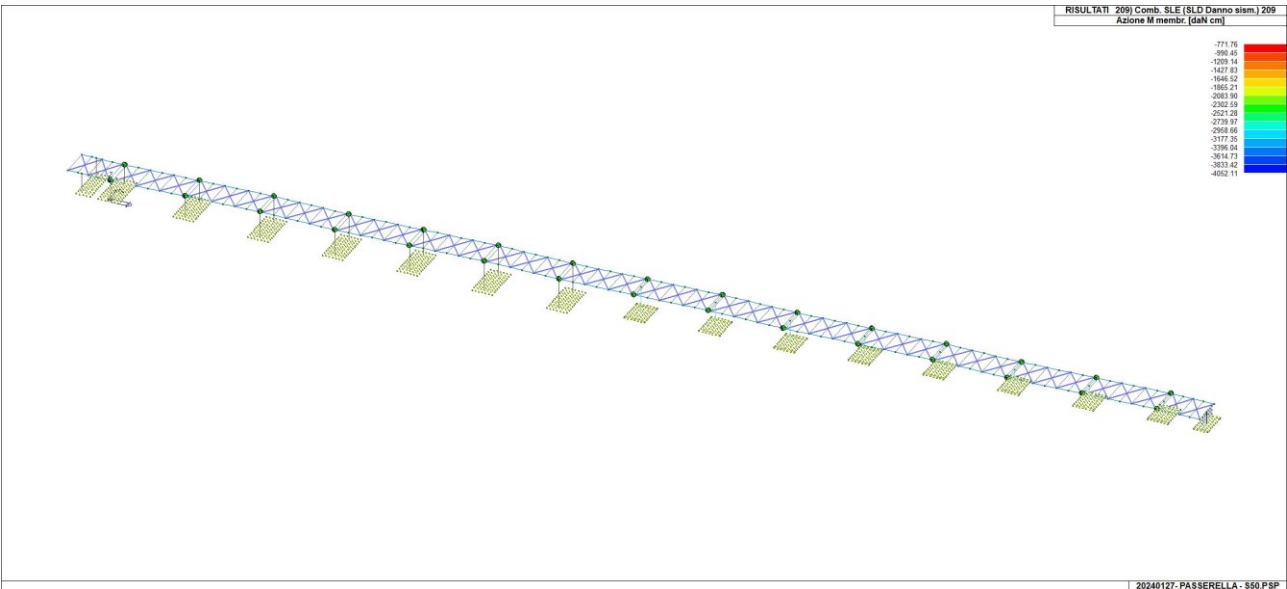
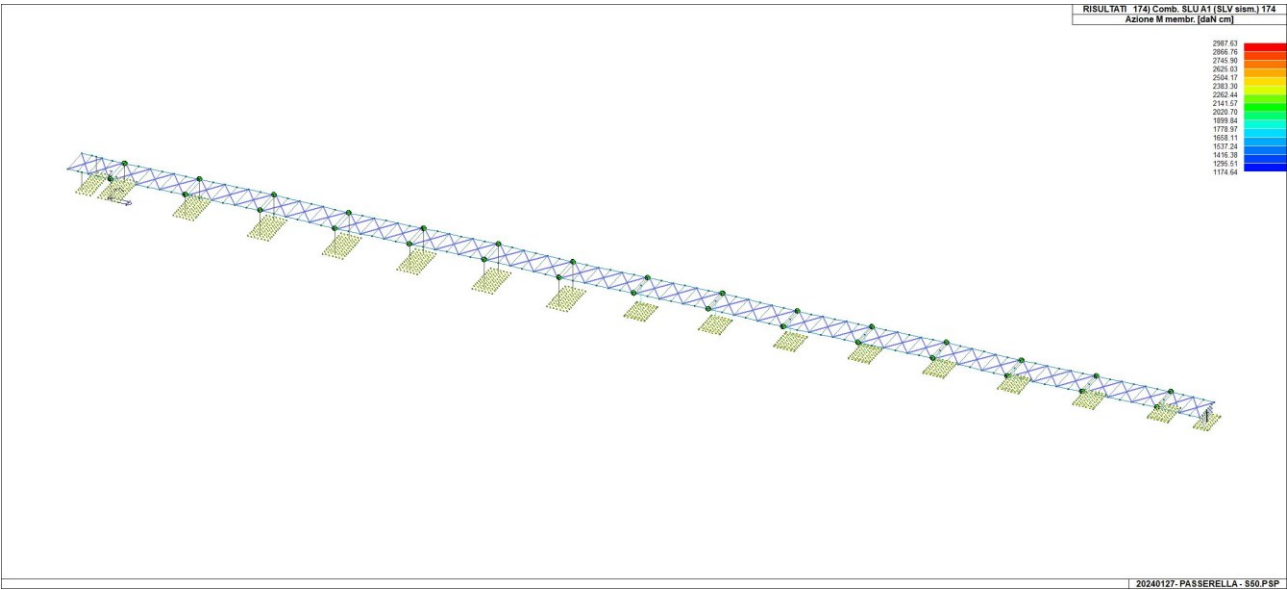
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



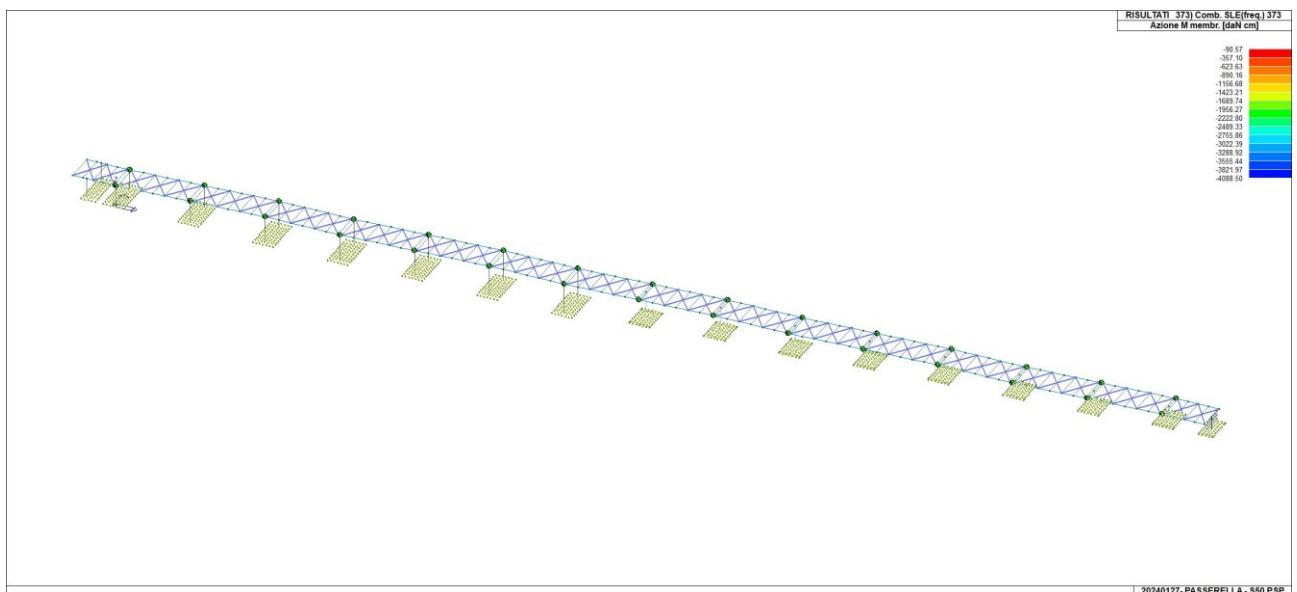
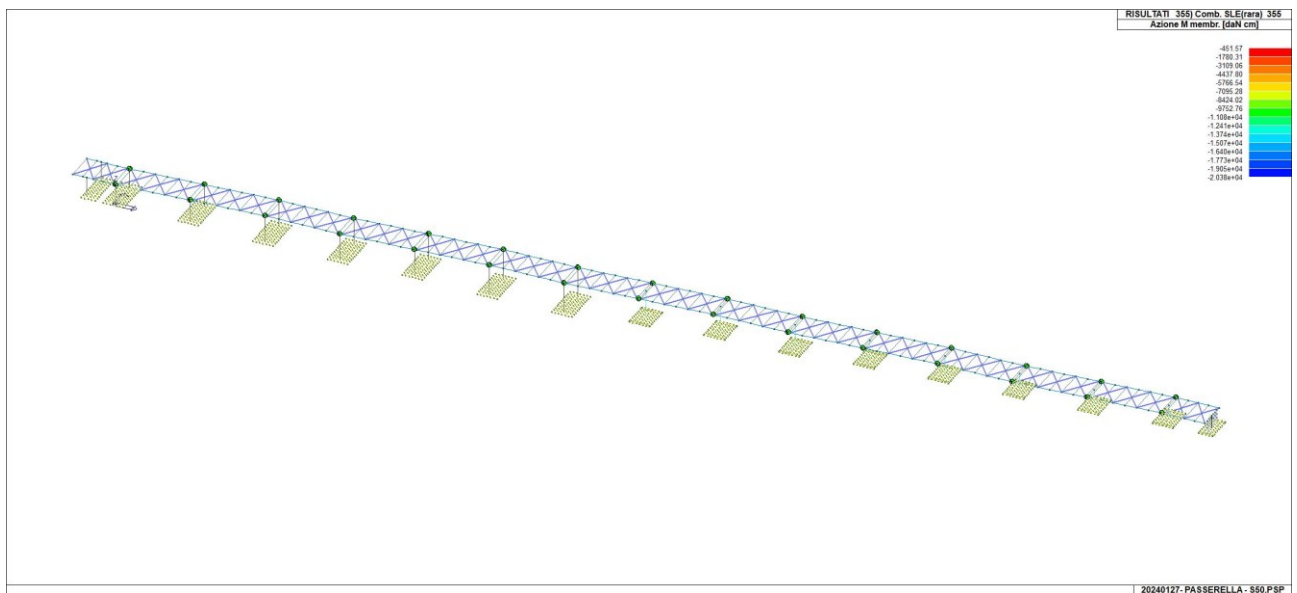
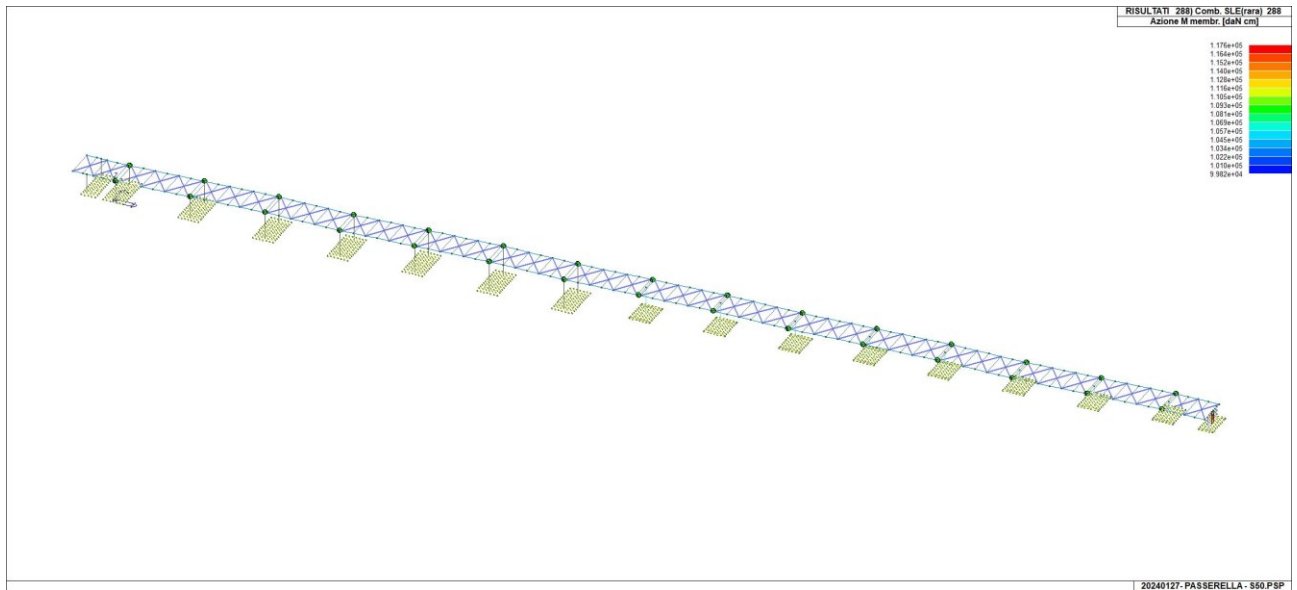
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



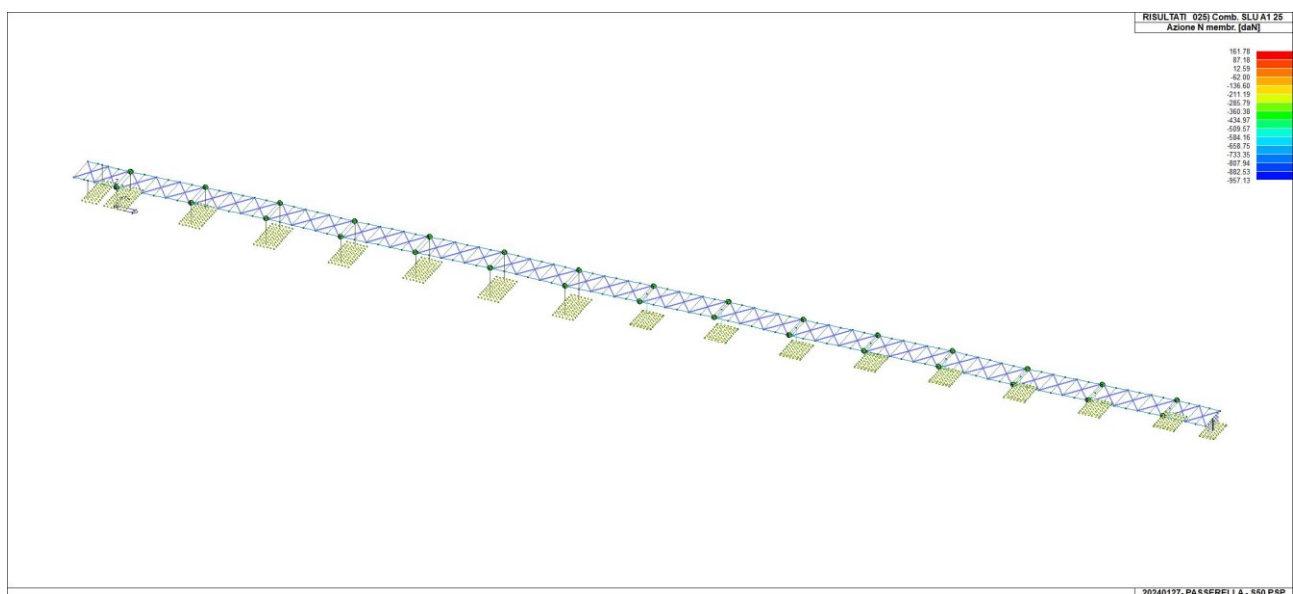
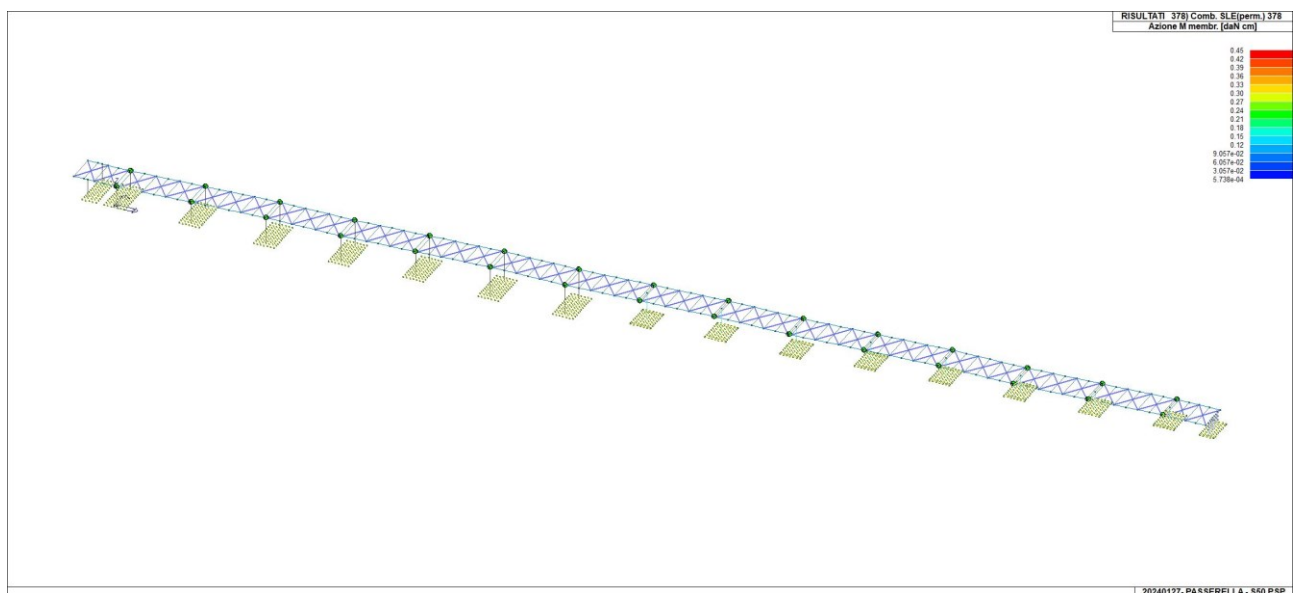
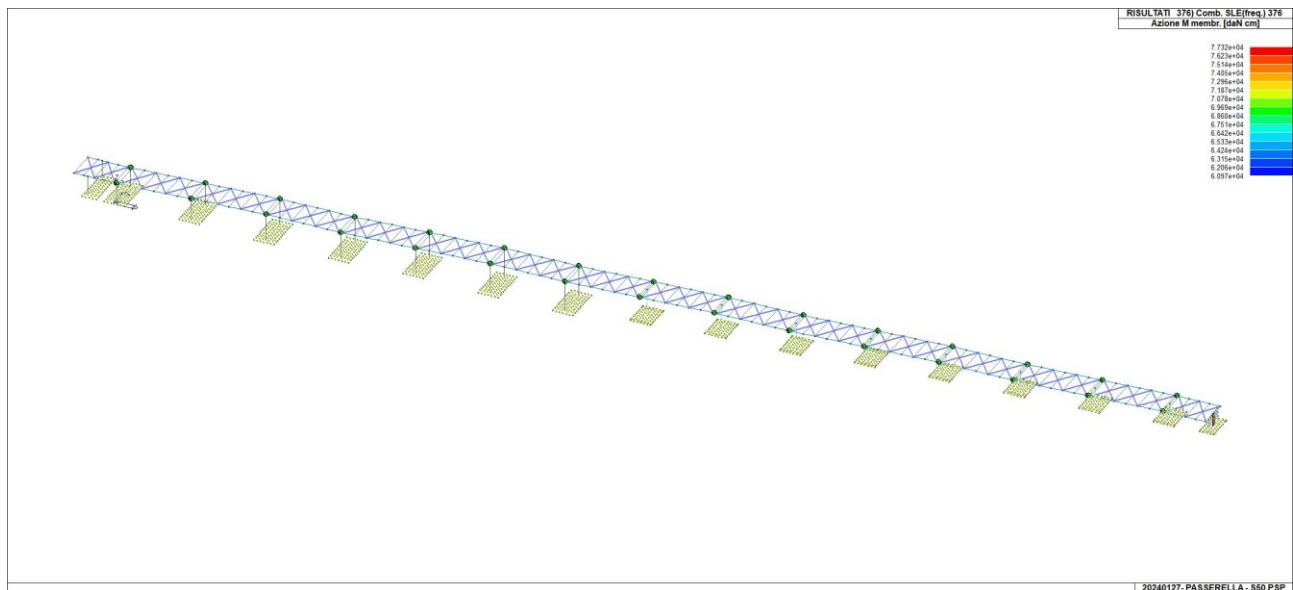
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



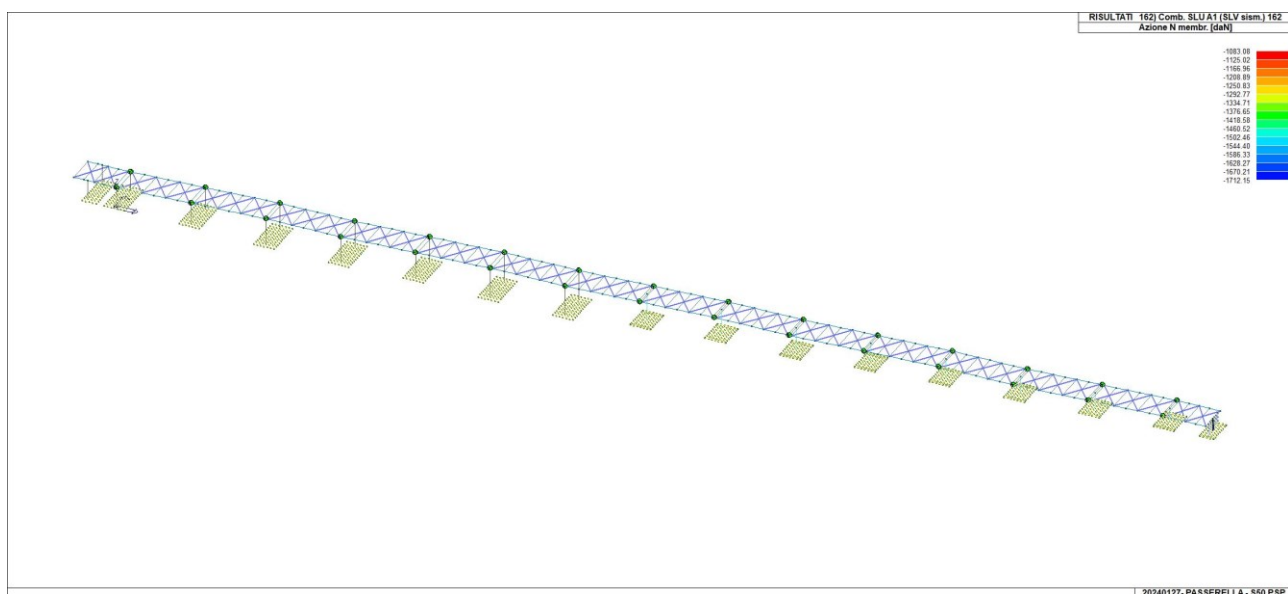
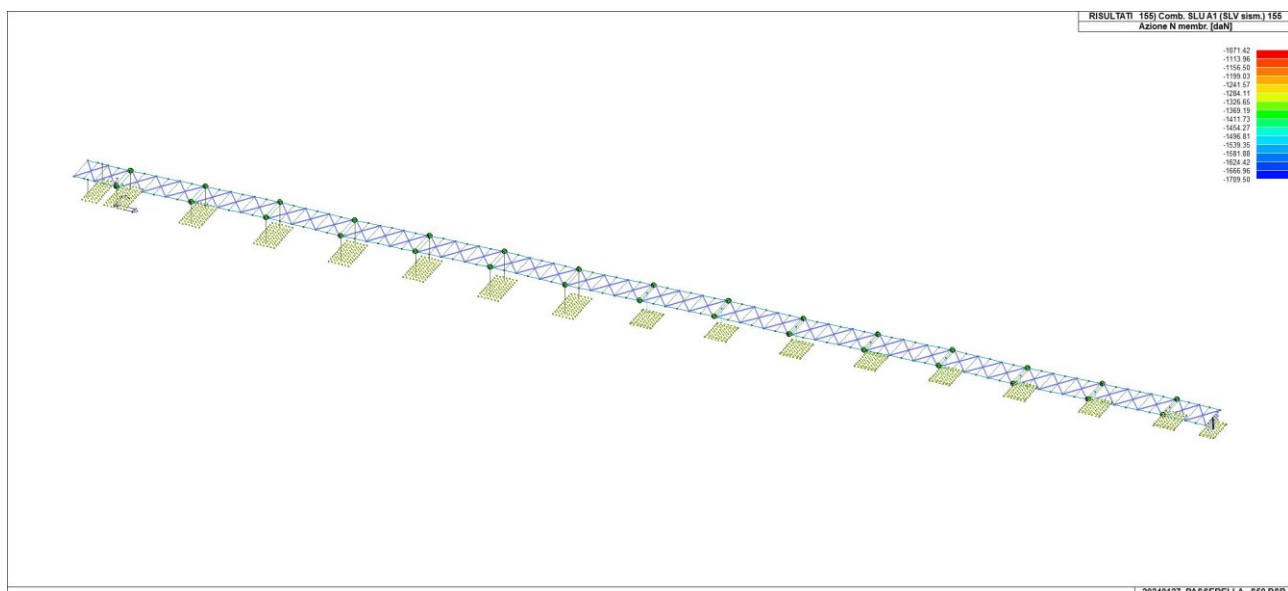
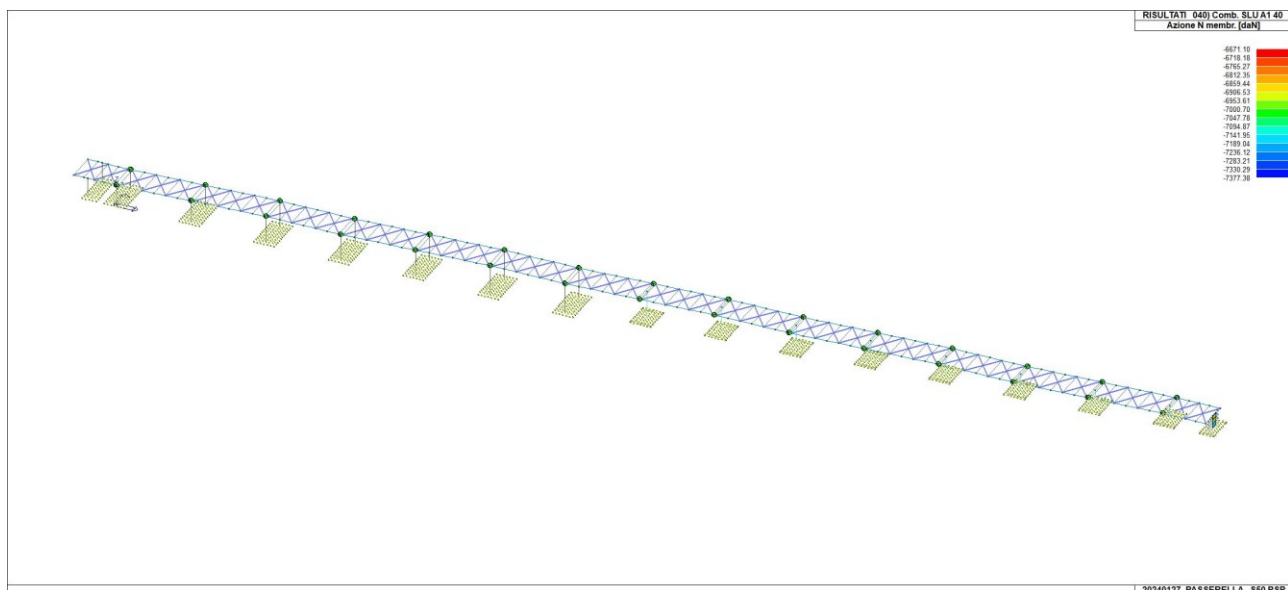
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



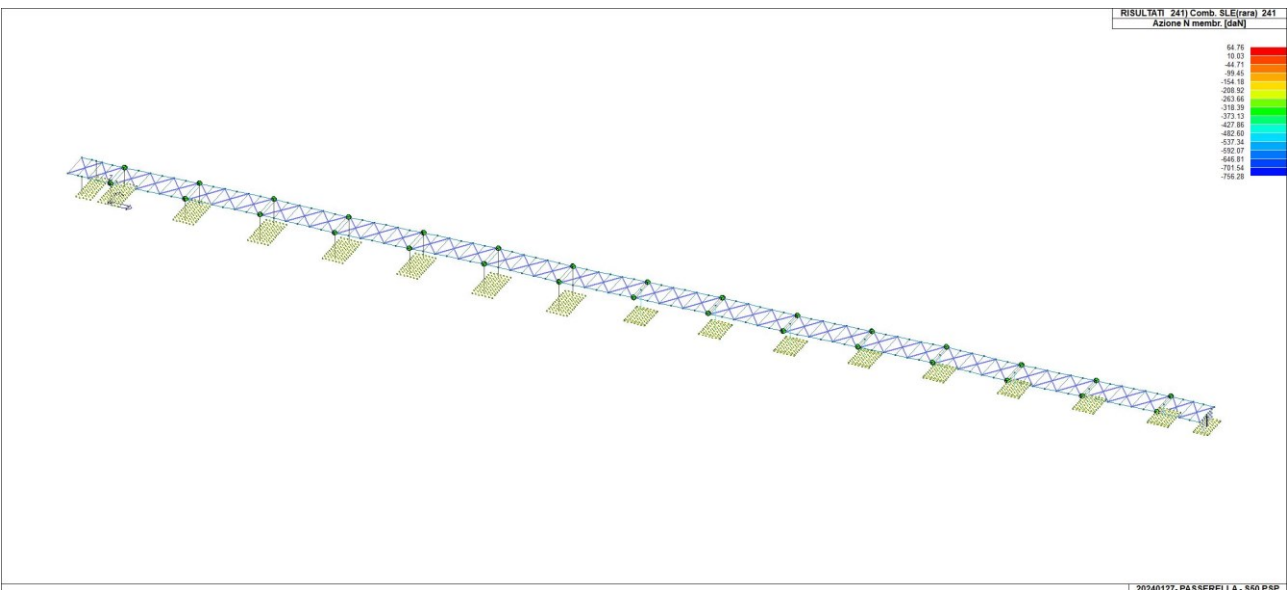
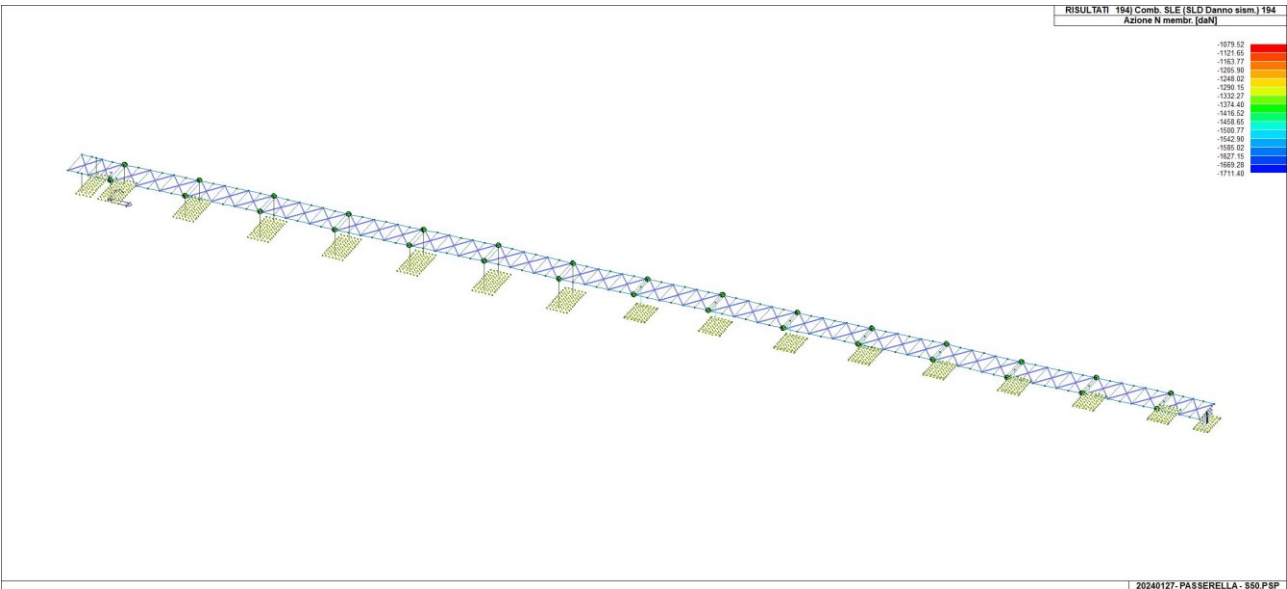
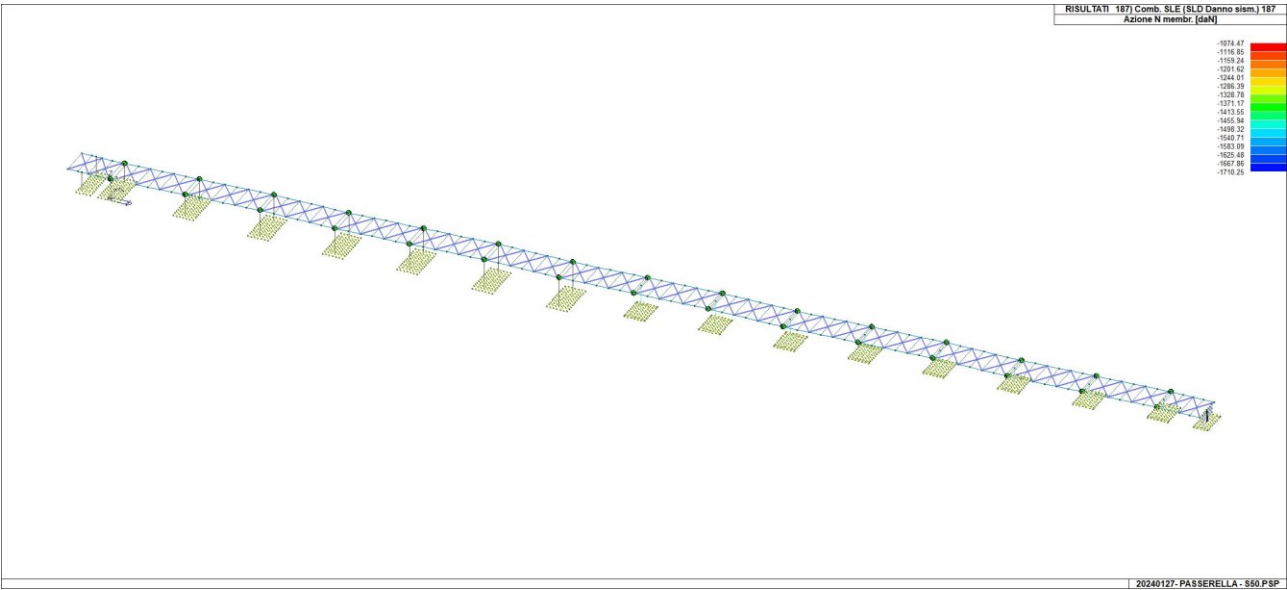
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



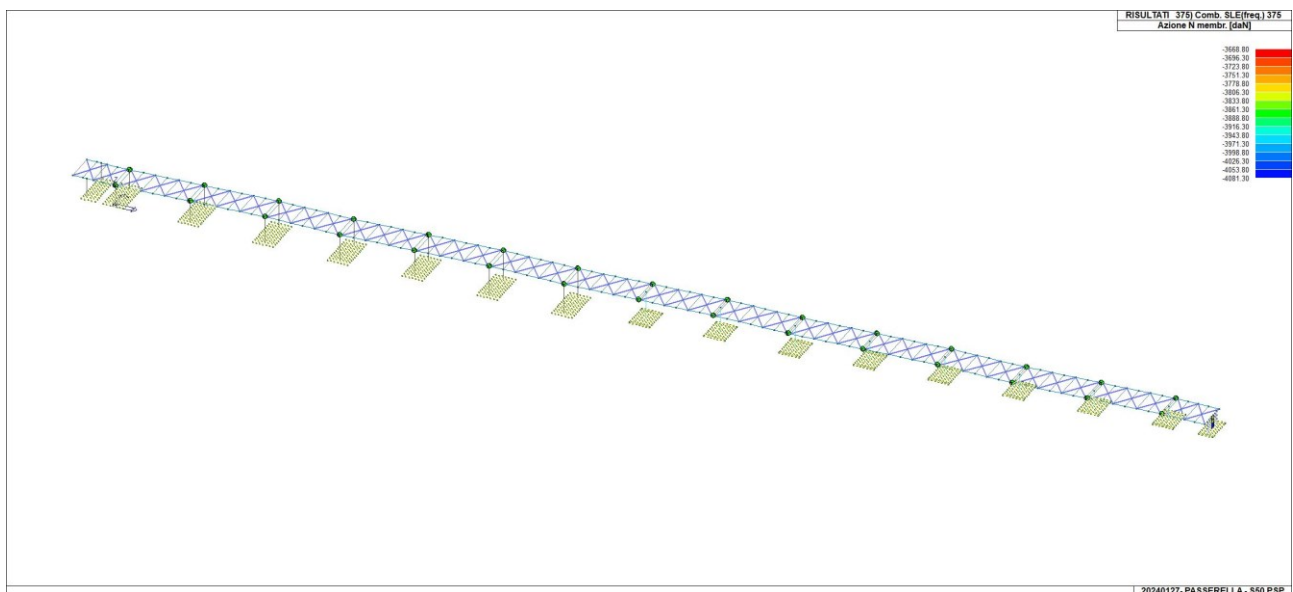
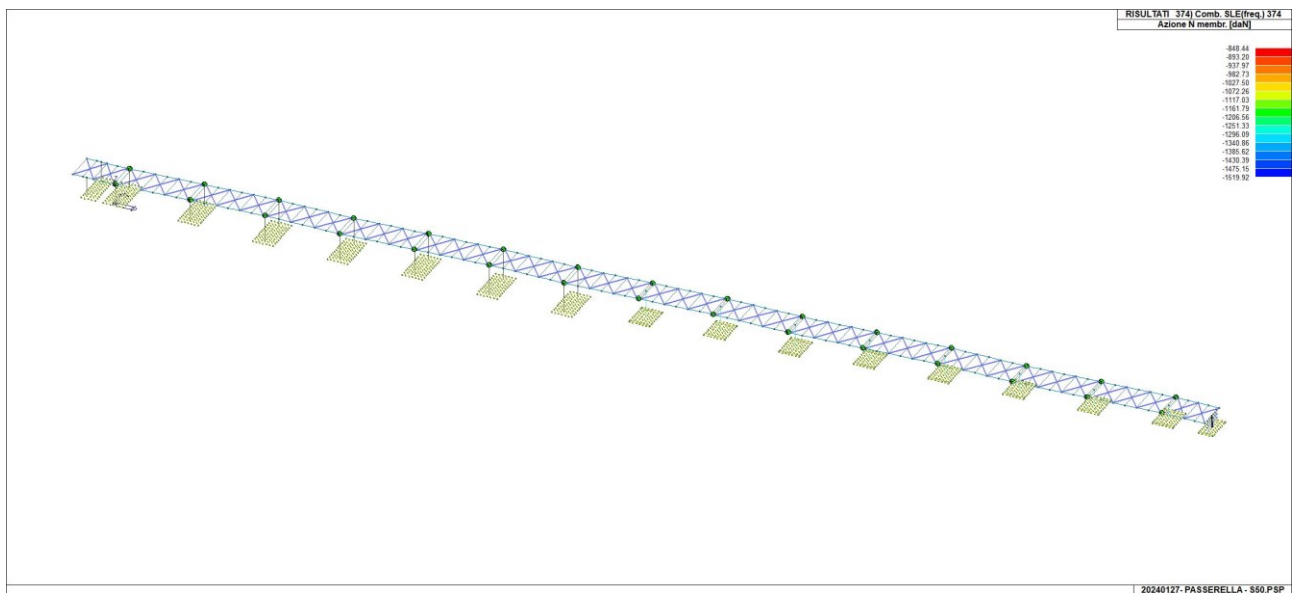
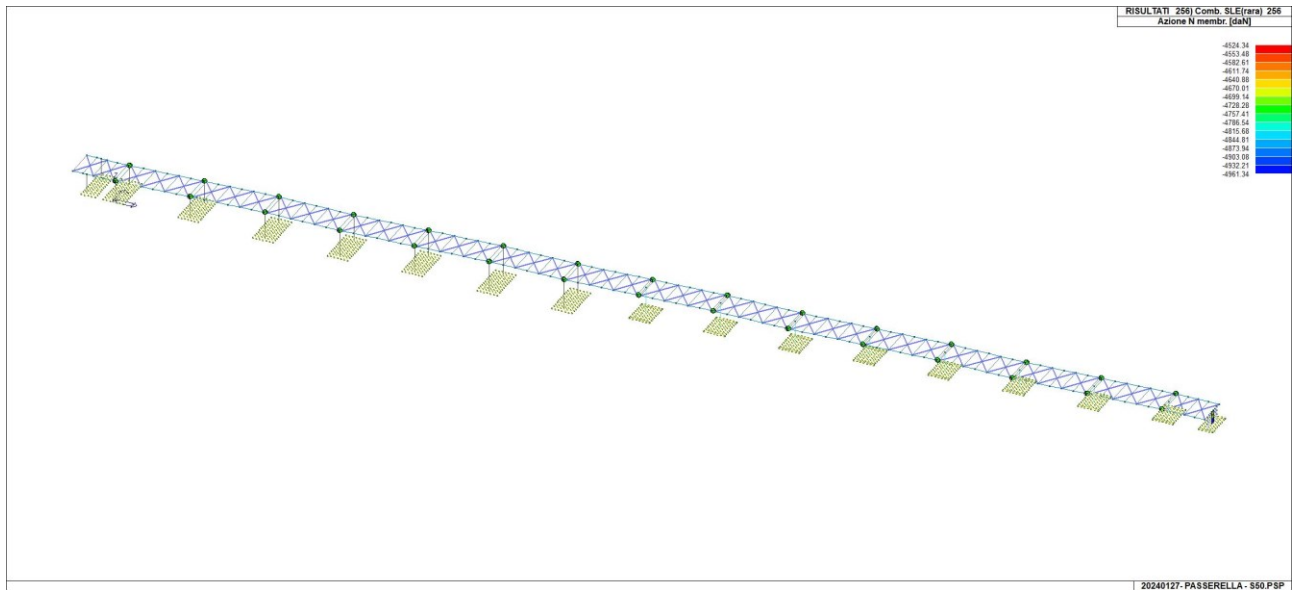
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



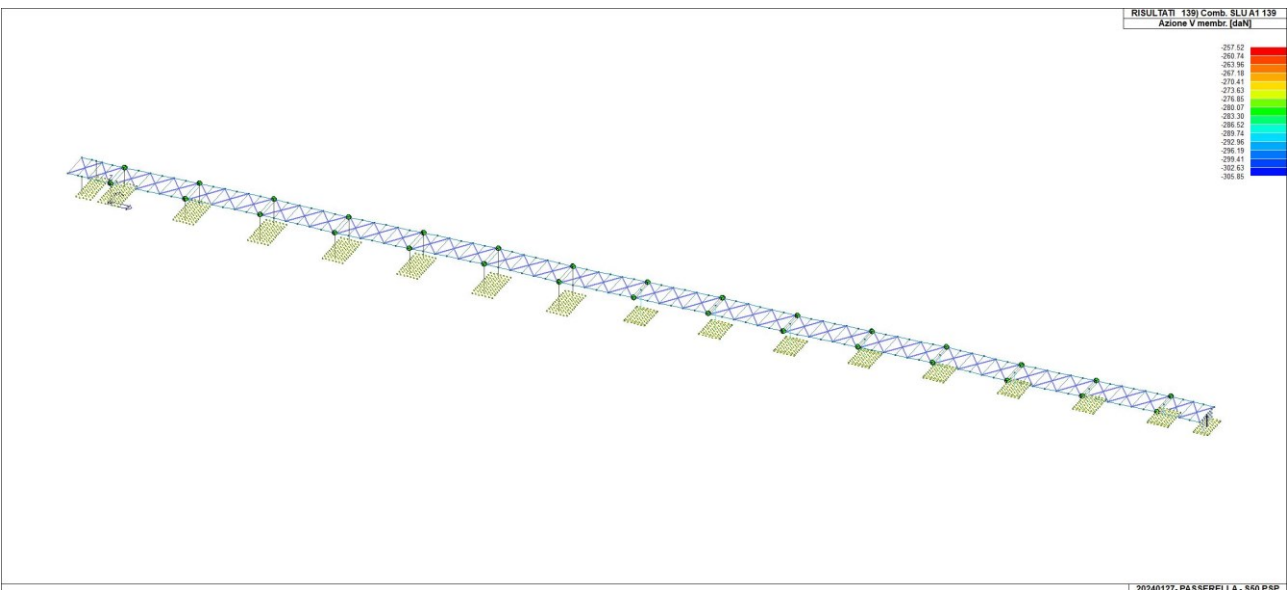
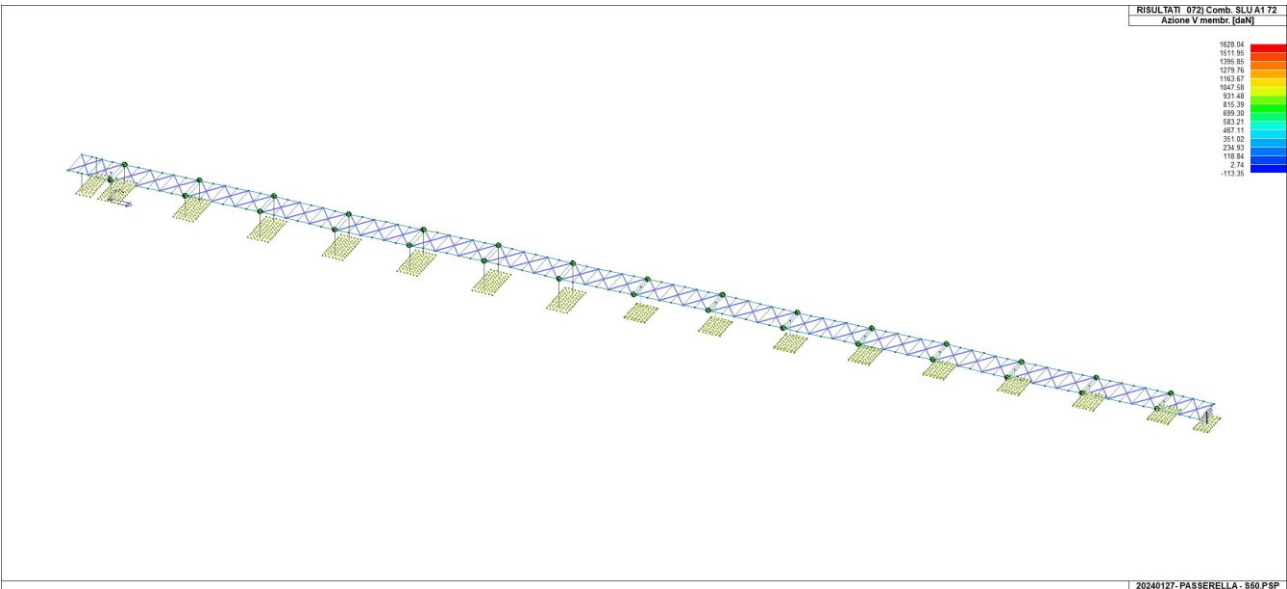
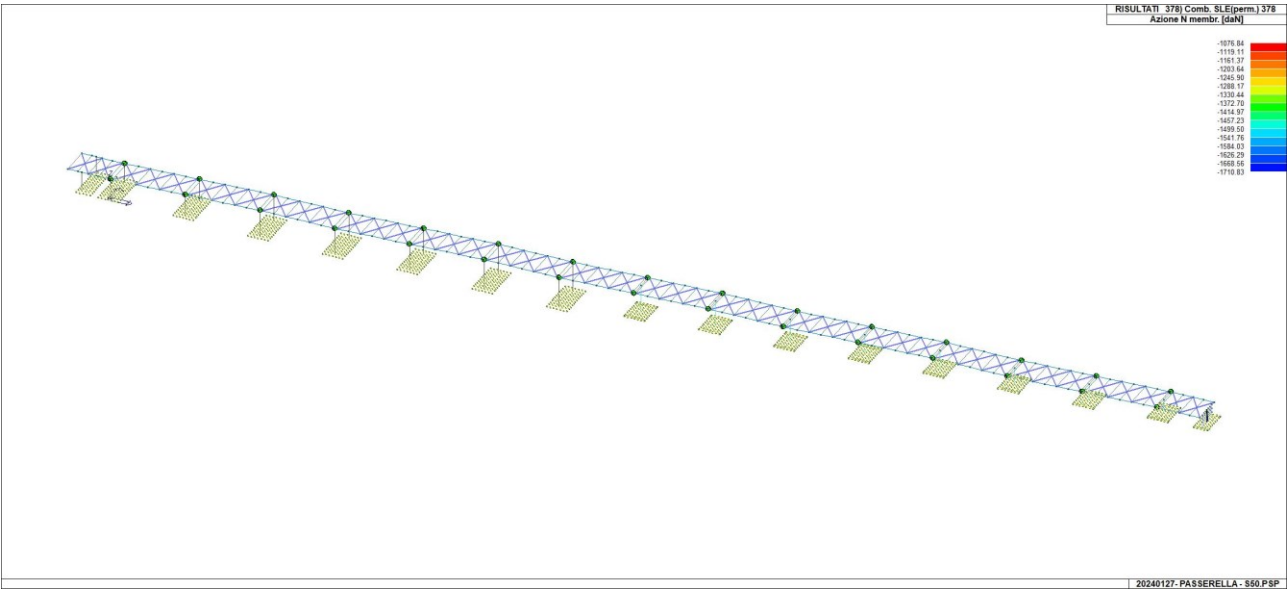
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



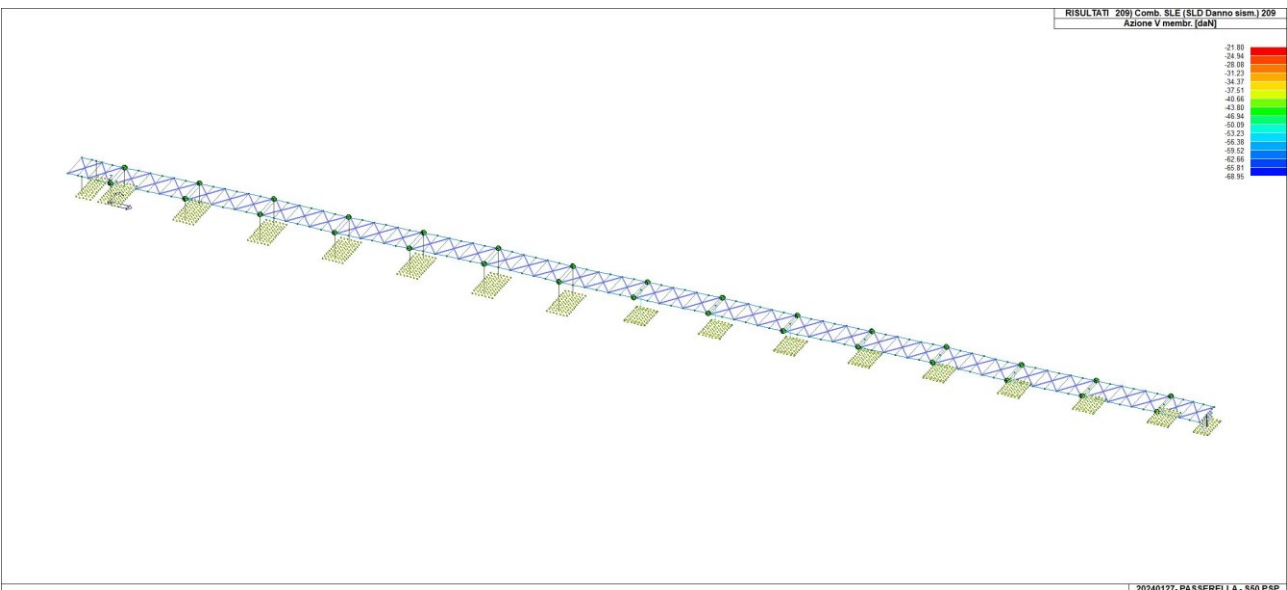
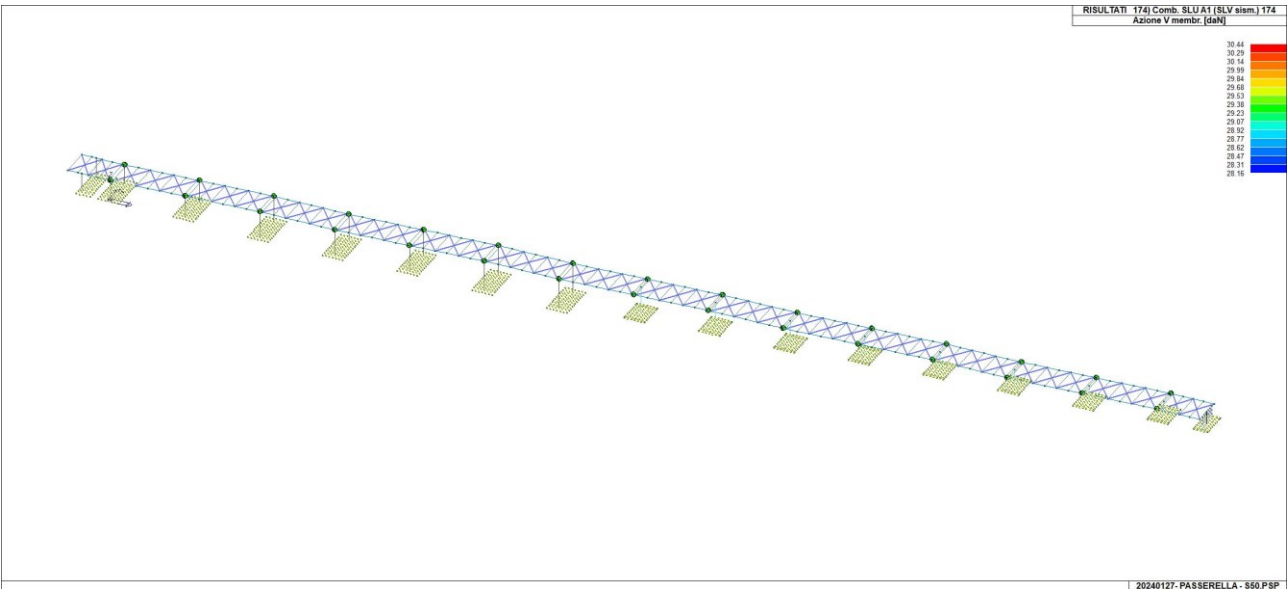
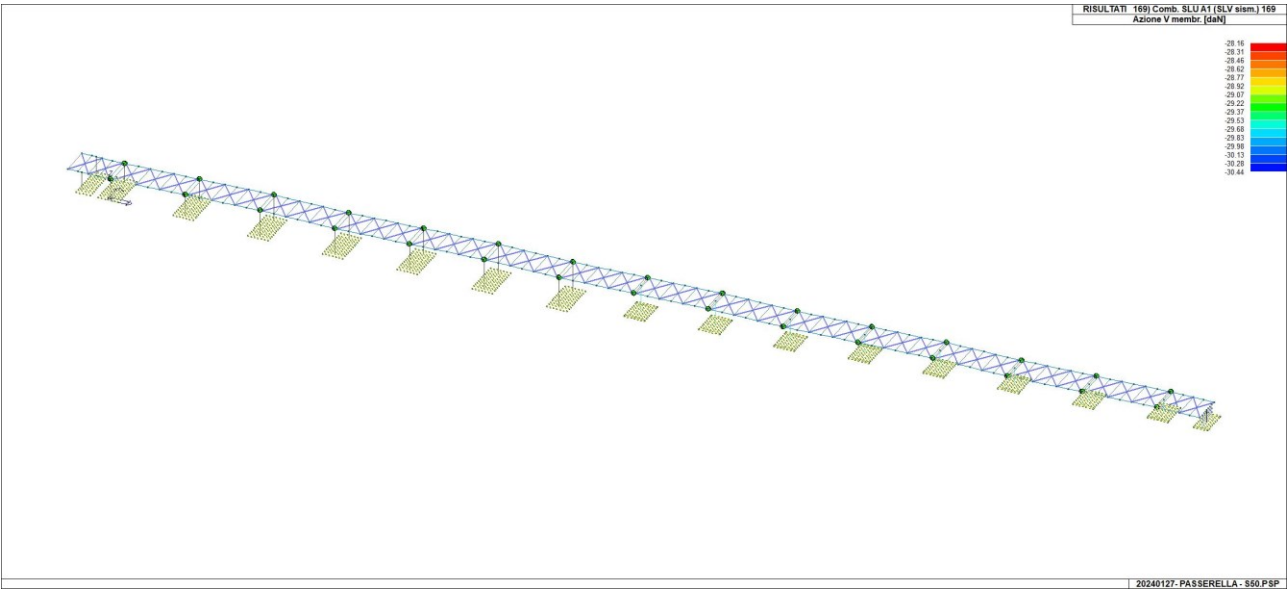
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



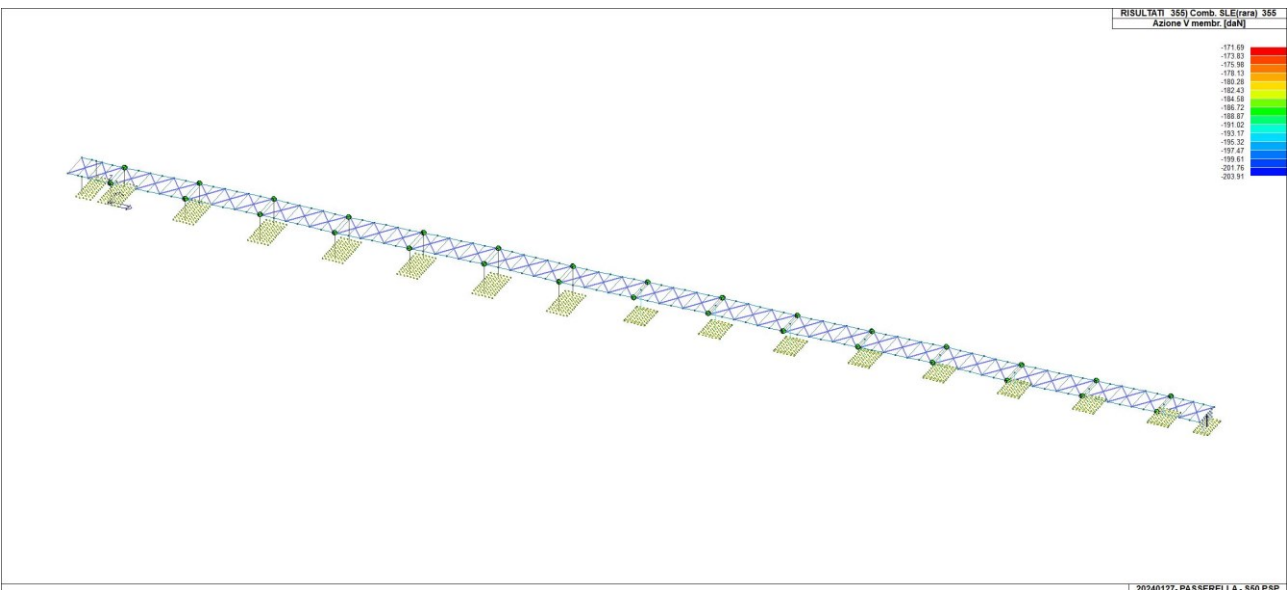
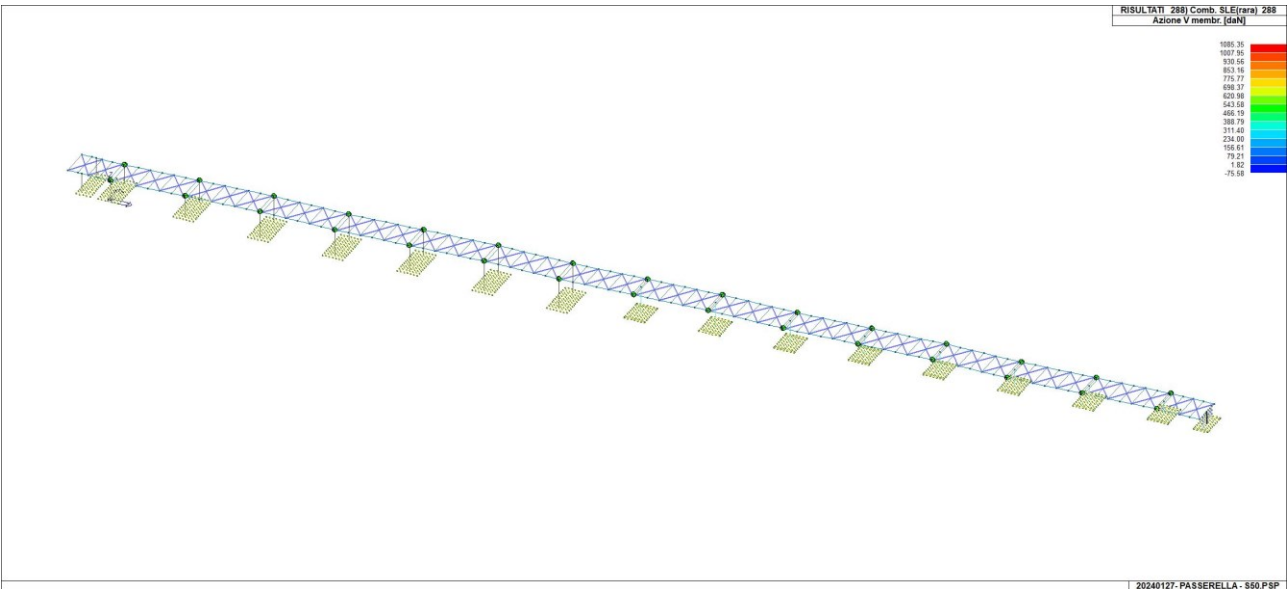
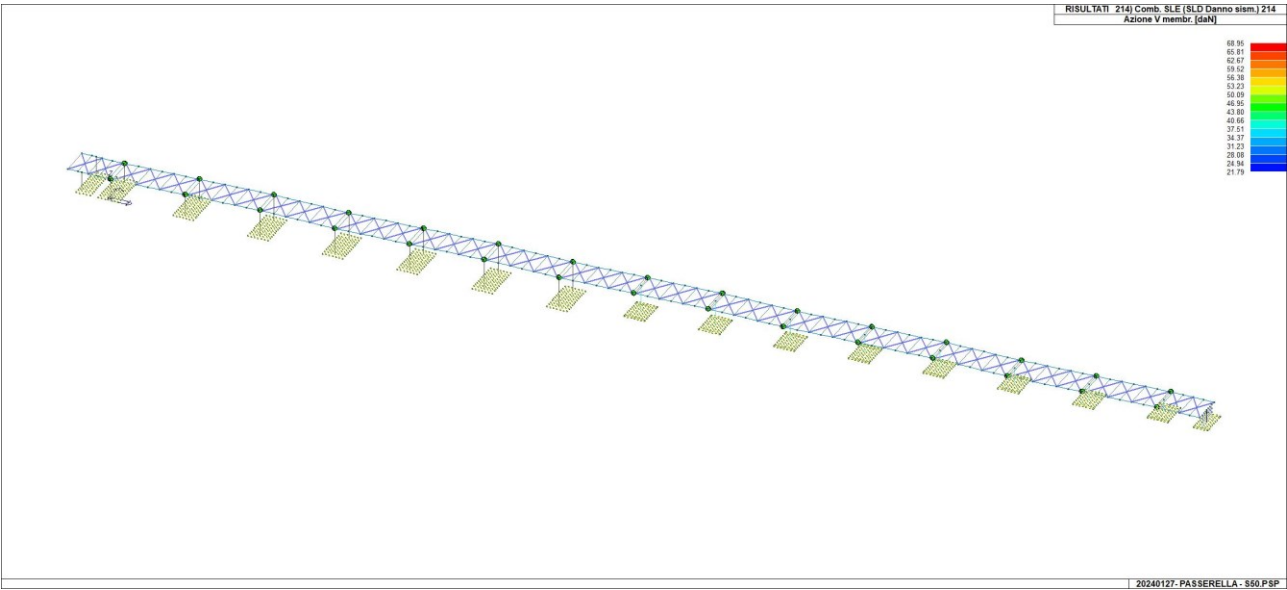
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



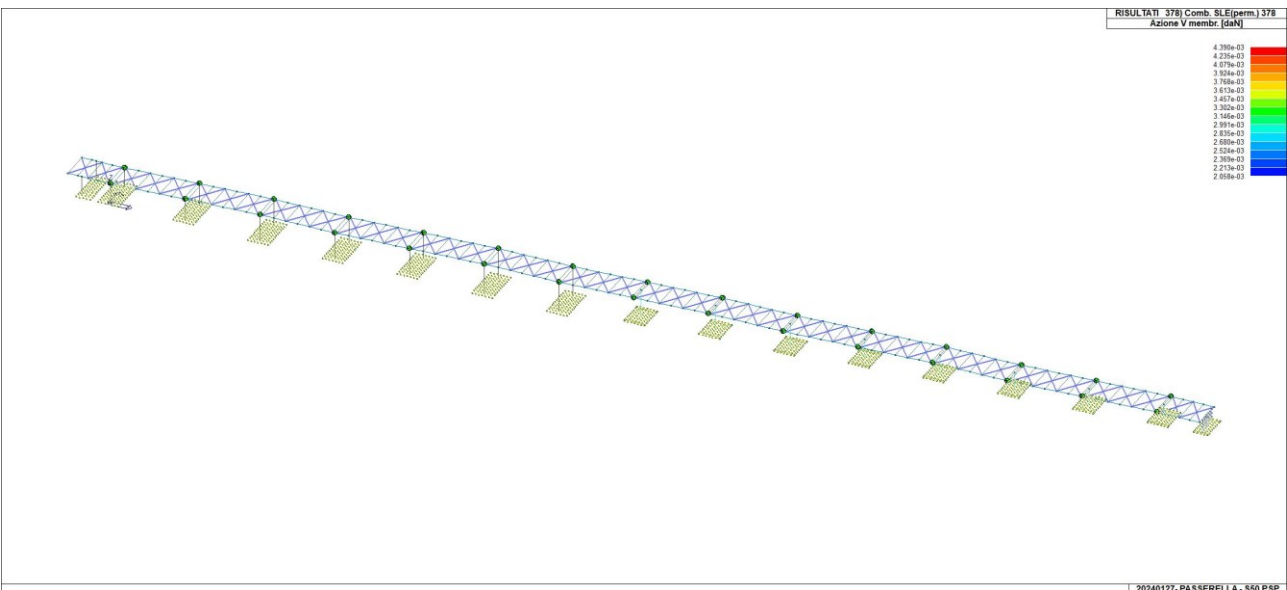
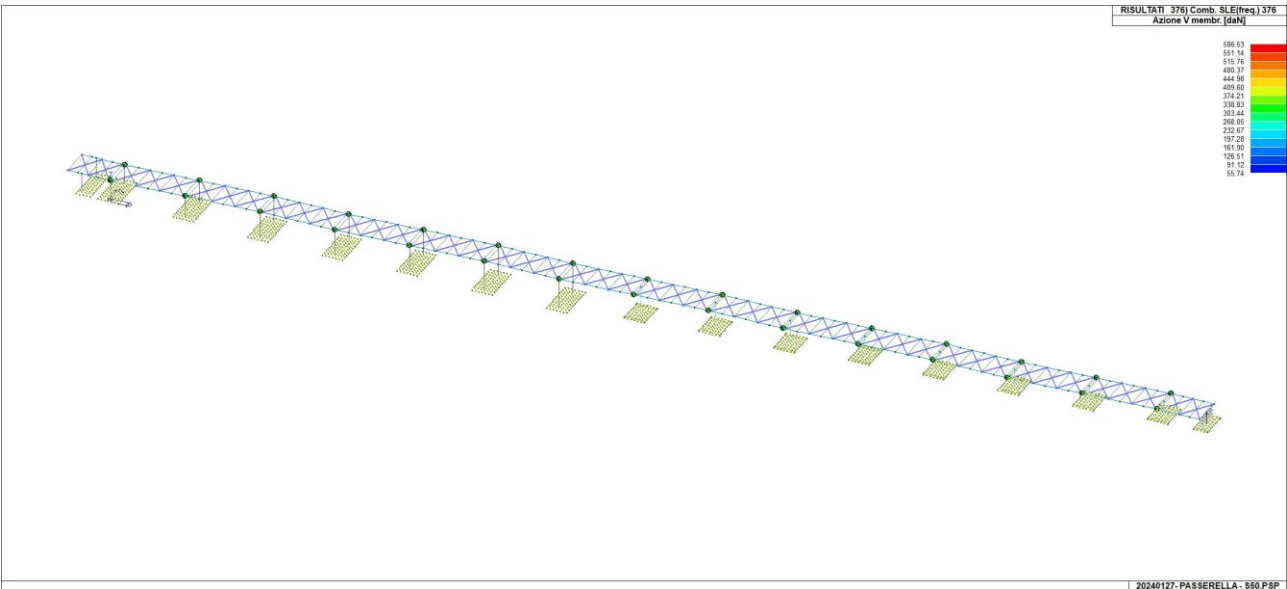
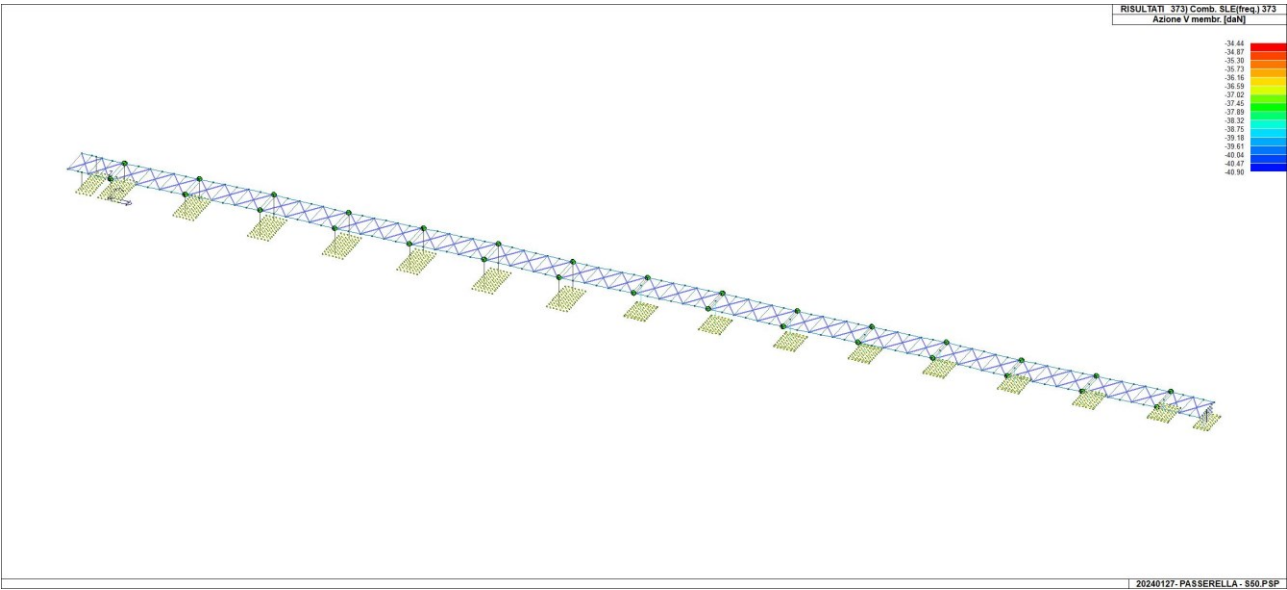
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



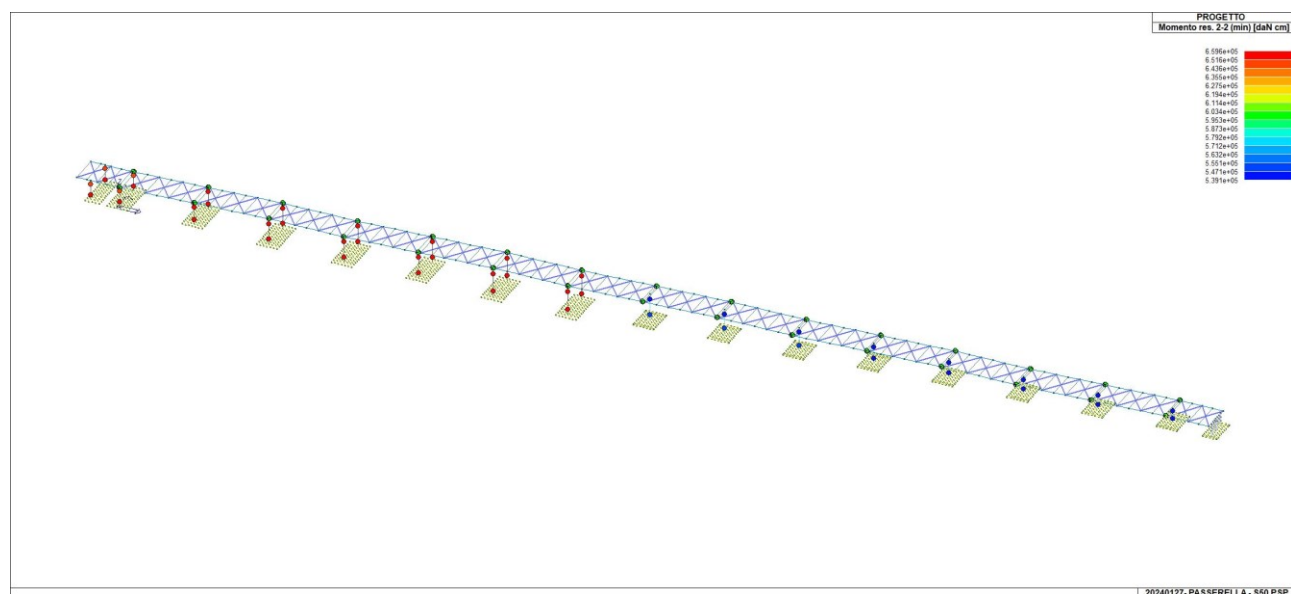
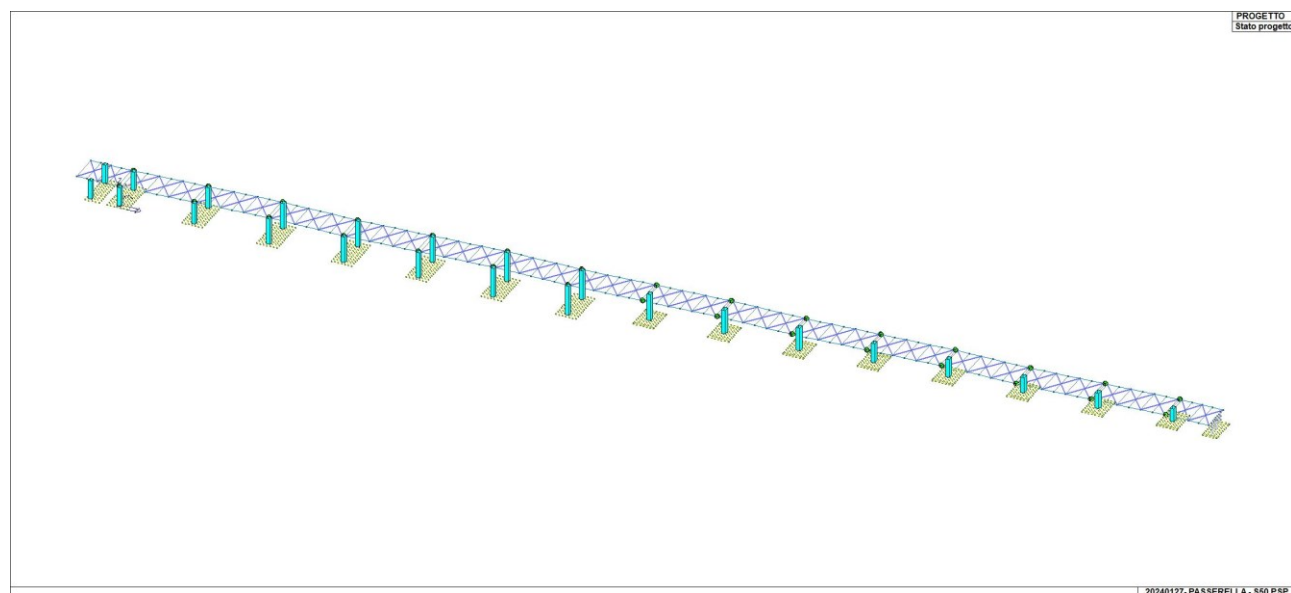
9. SINTESI DELLE VERIFICHE DI SICUREZZA

Si riportano a seguire i risultati della progettazione e delle verifiche effettuate.

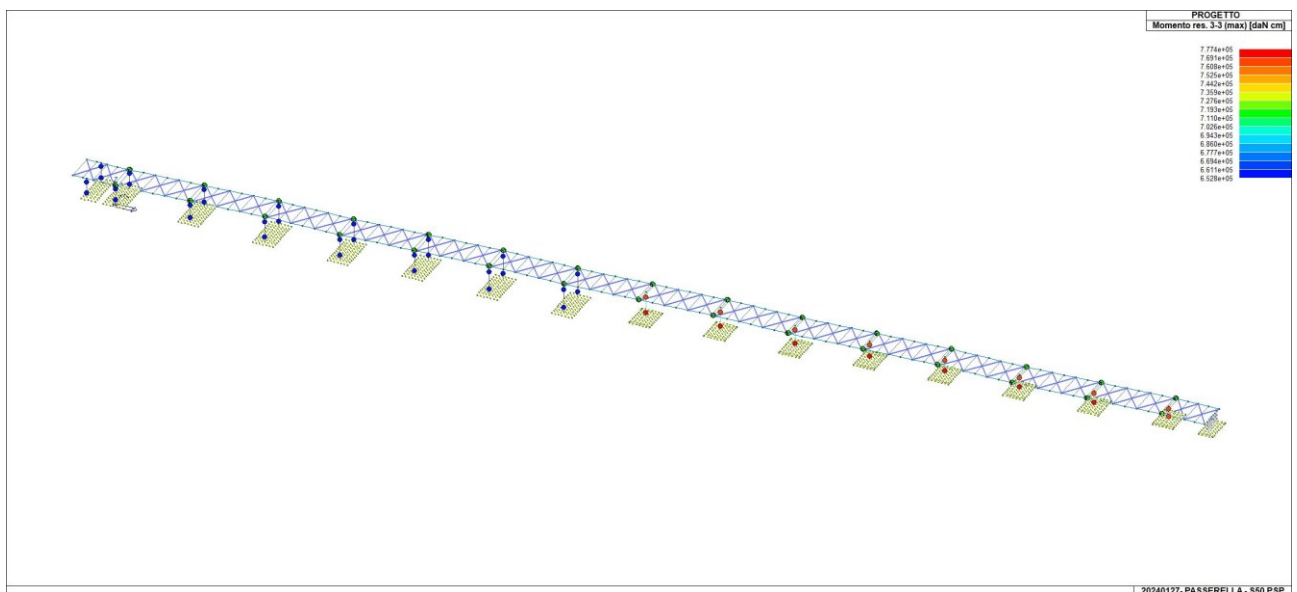
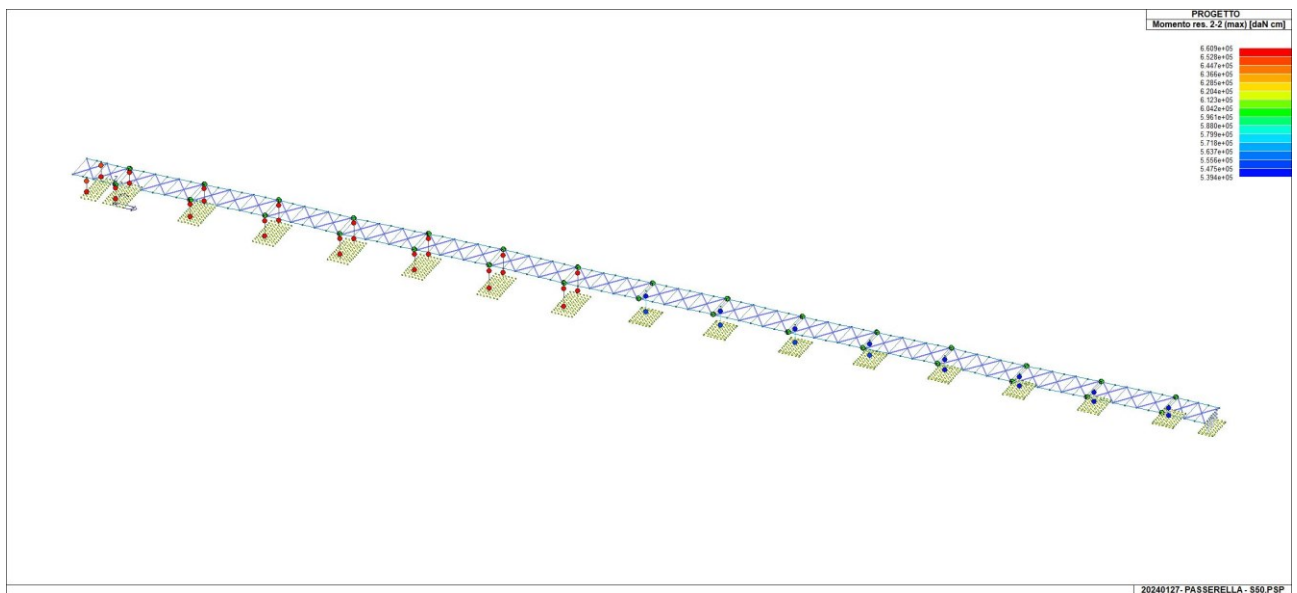
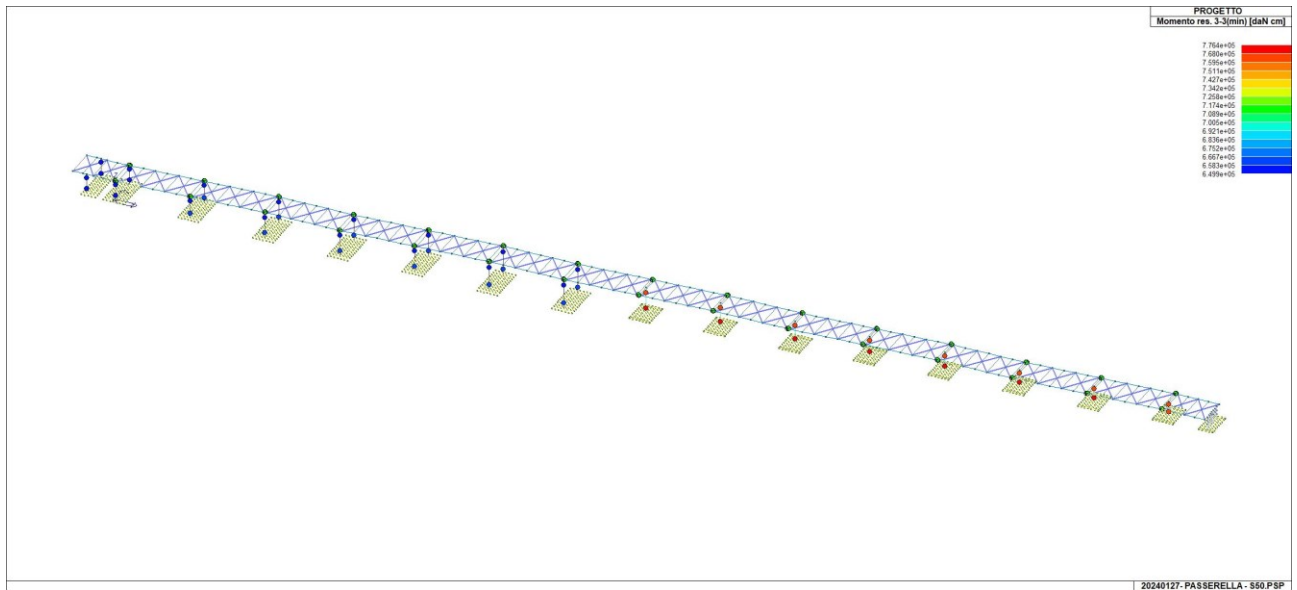
Gli stati di progetto *ciano* o *verde* indicano che le verifiche svolte sono interamente soddisfatte, gli stati di progetto *rossi*, al contrario, indicano che le verifiche non sono soddisfatte.

Laddove possibile le verifiche sono state normalizzate. Significa che se i valori indicati in mappa sono inferiori all'unità, la verifica può ritenersi soddisfatta.

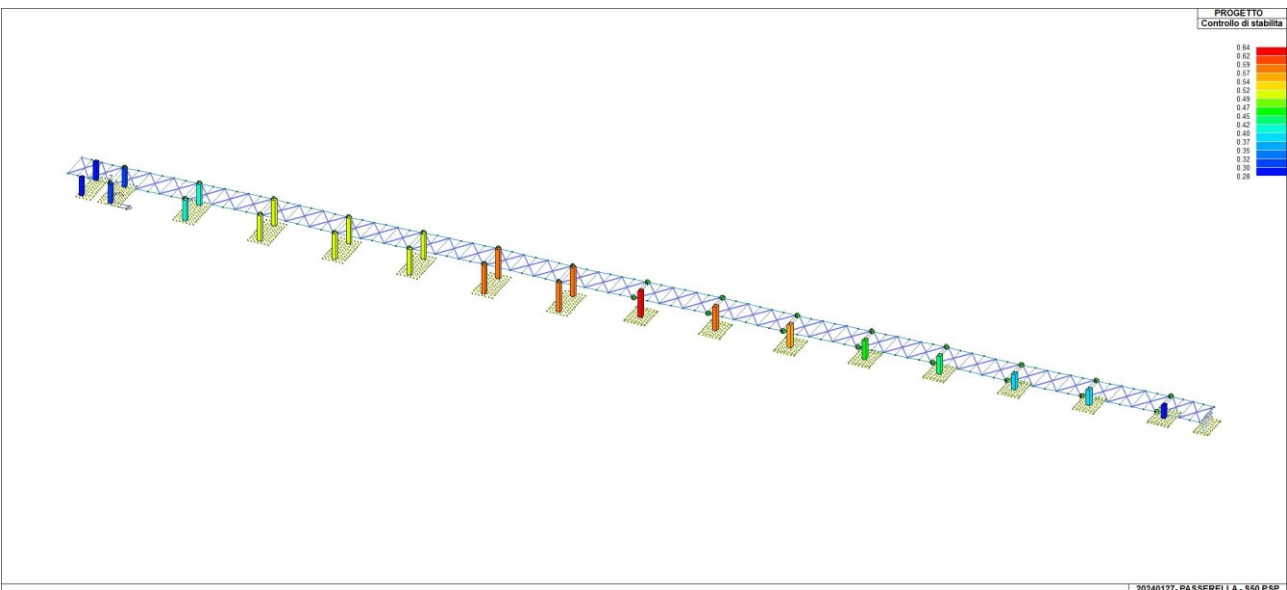
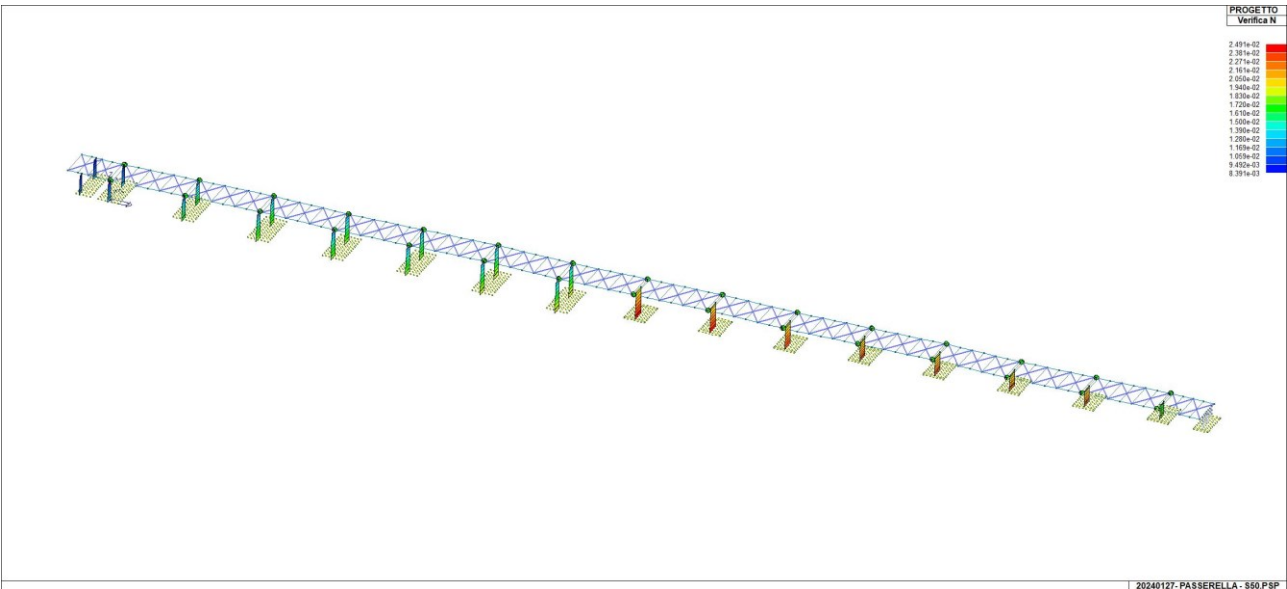
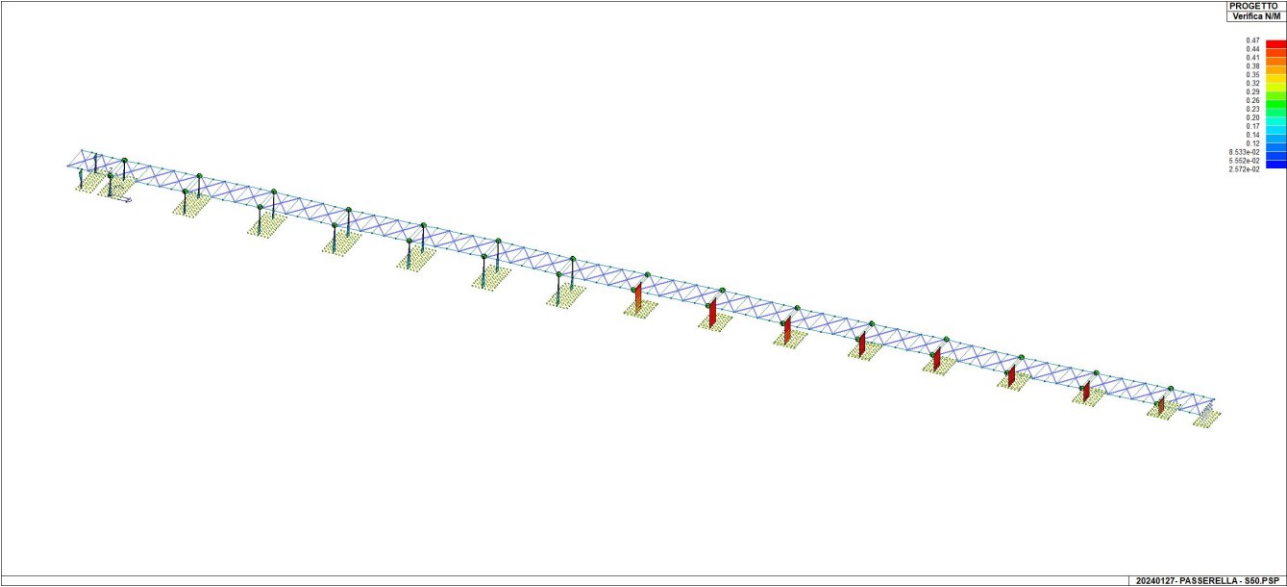
Per tutte le altre verifiche i valori riportati vanno confrontati con i valori limite indicati da Normativa.



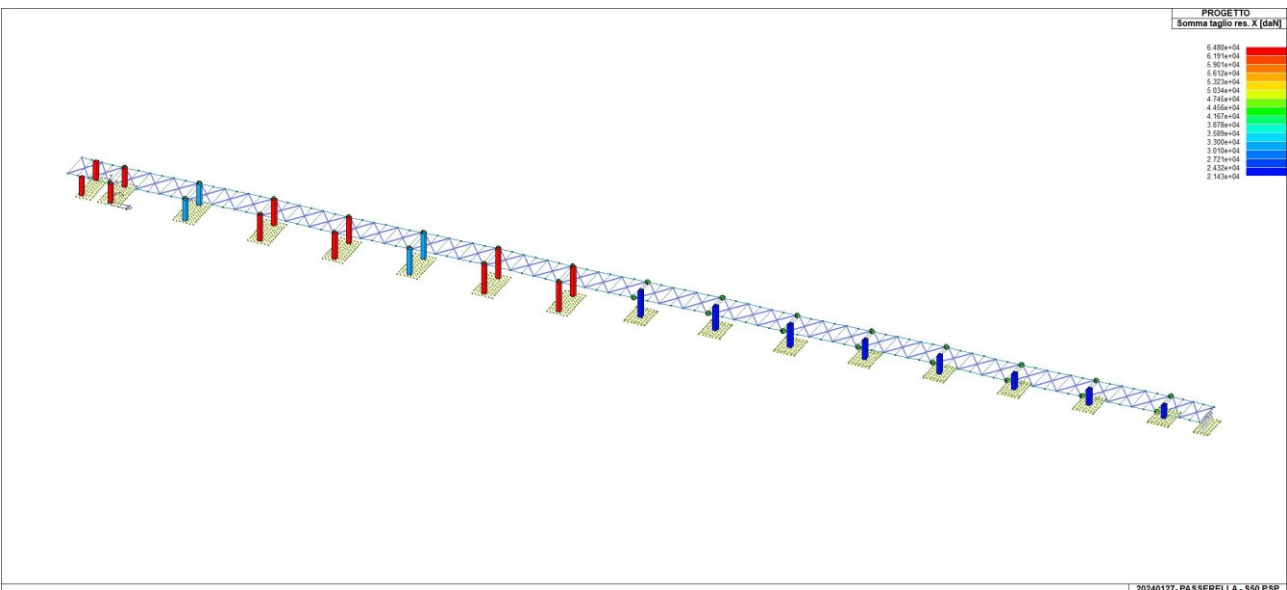
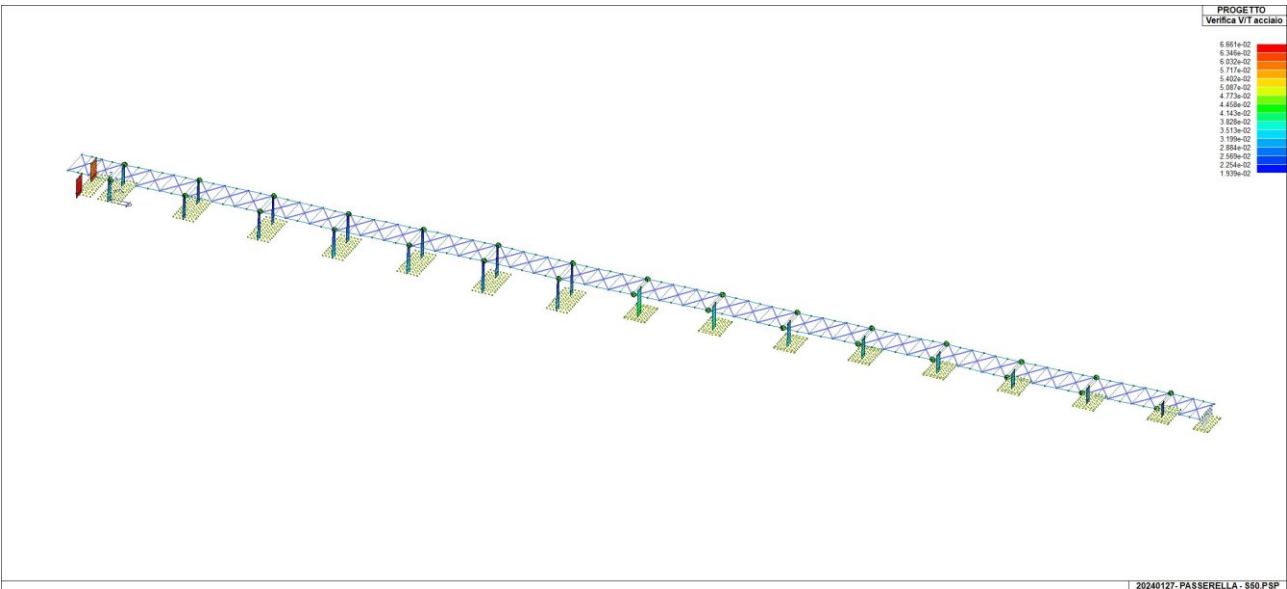
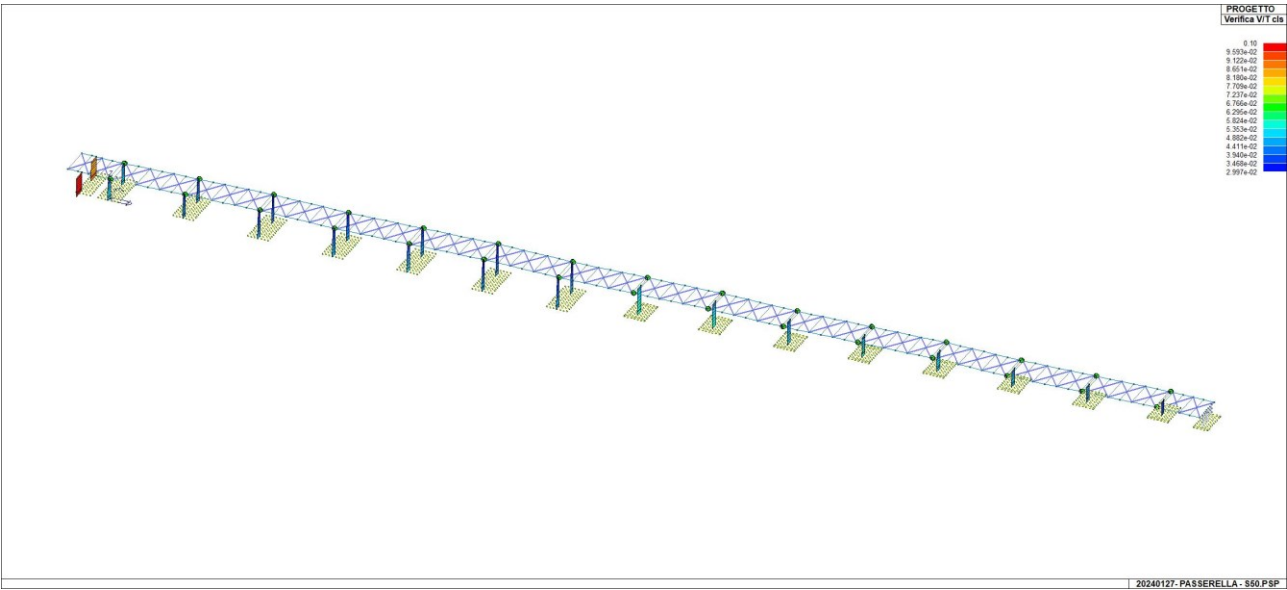
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



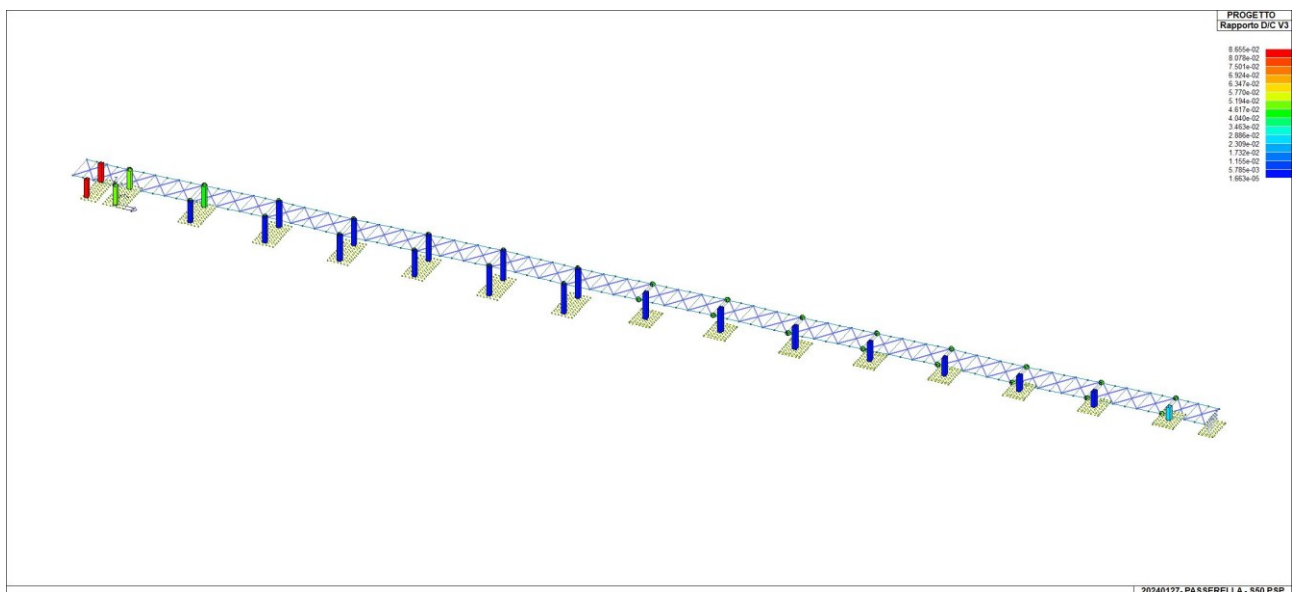
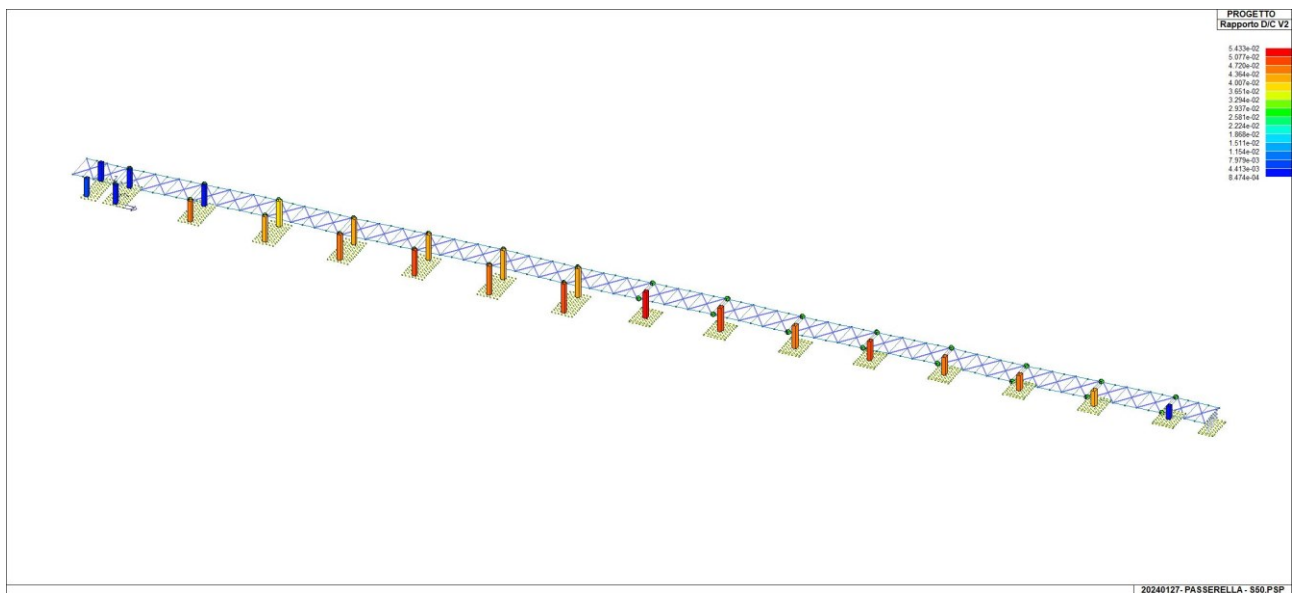
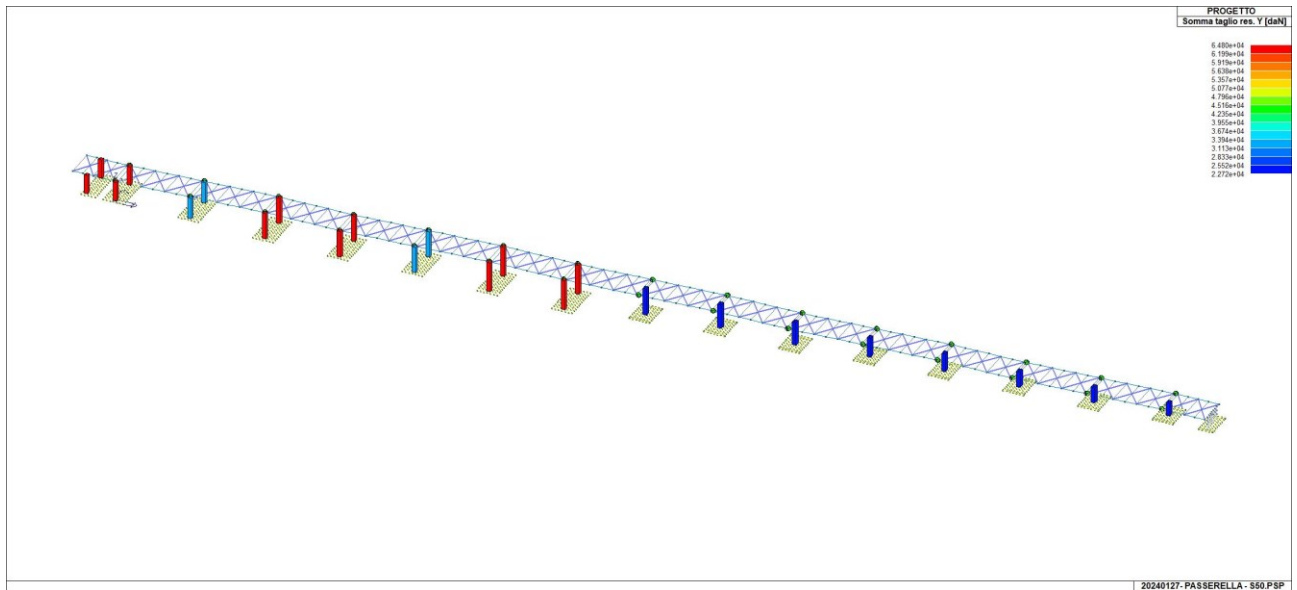
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



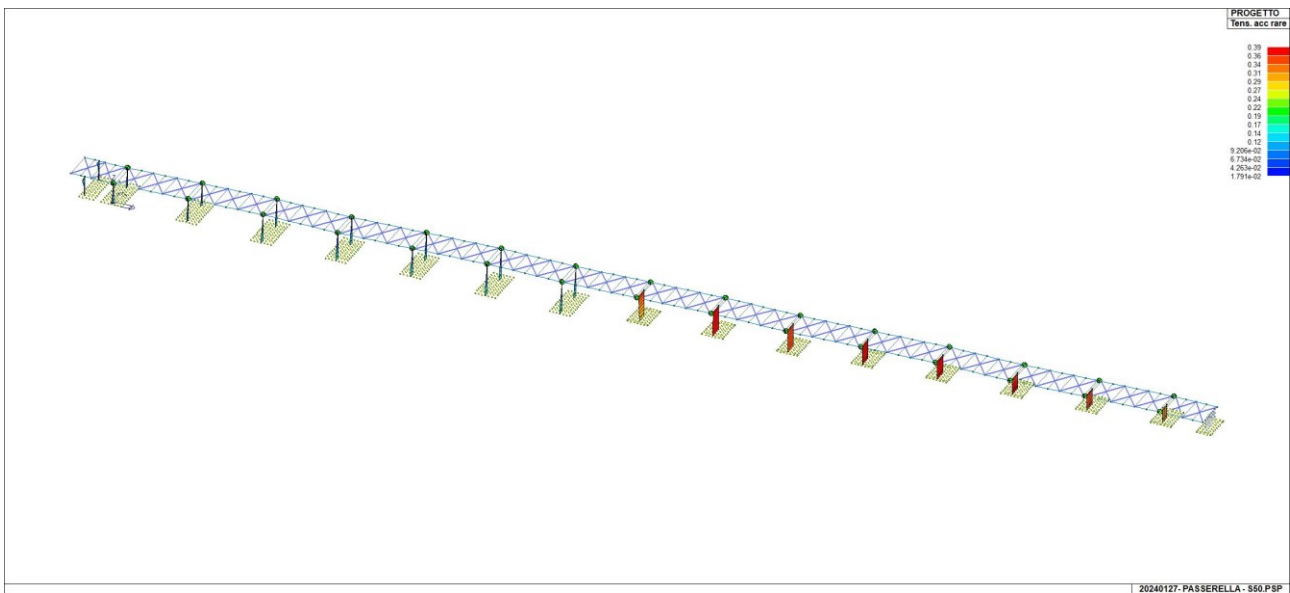
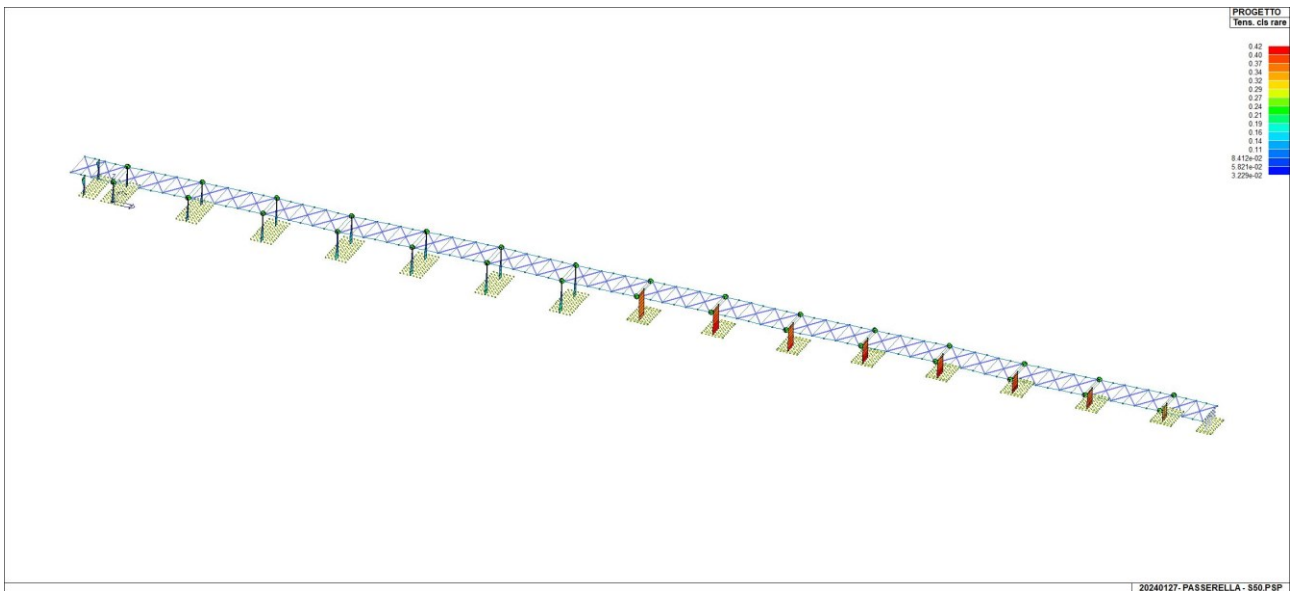
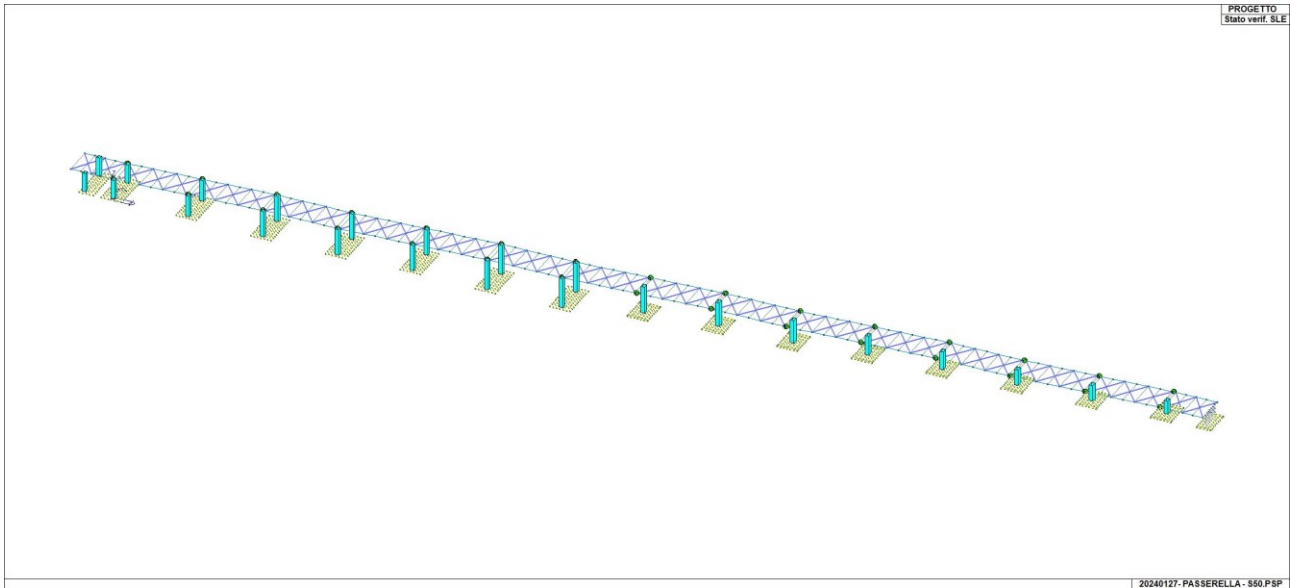
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



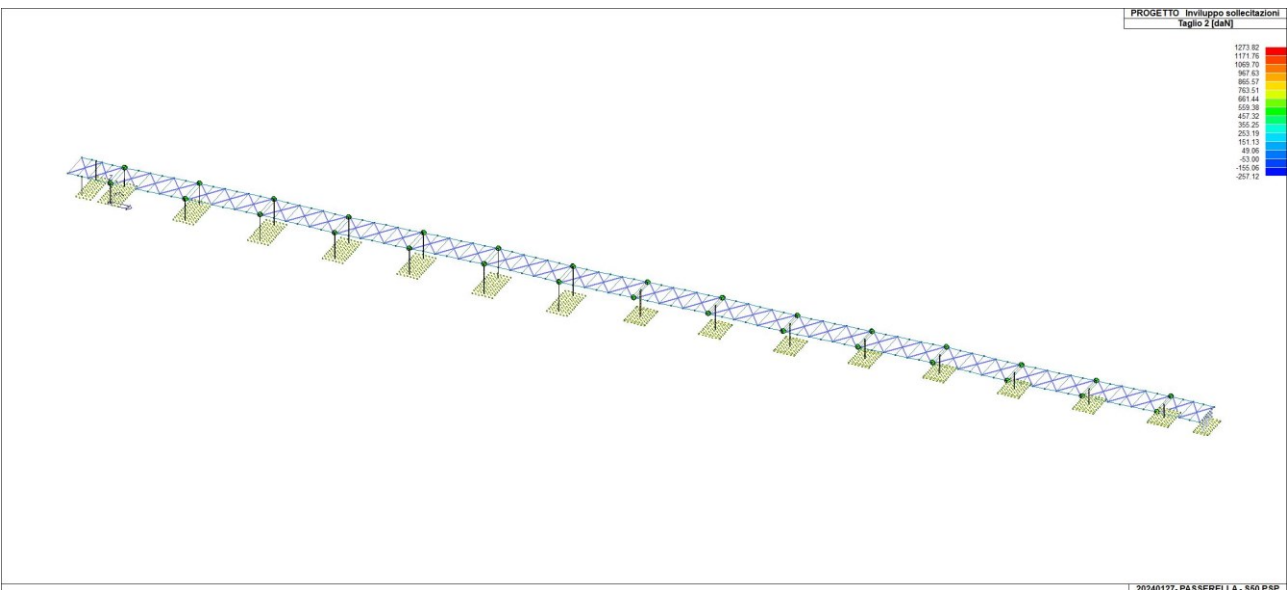
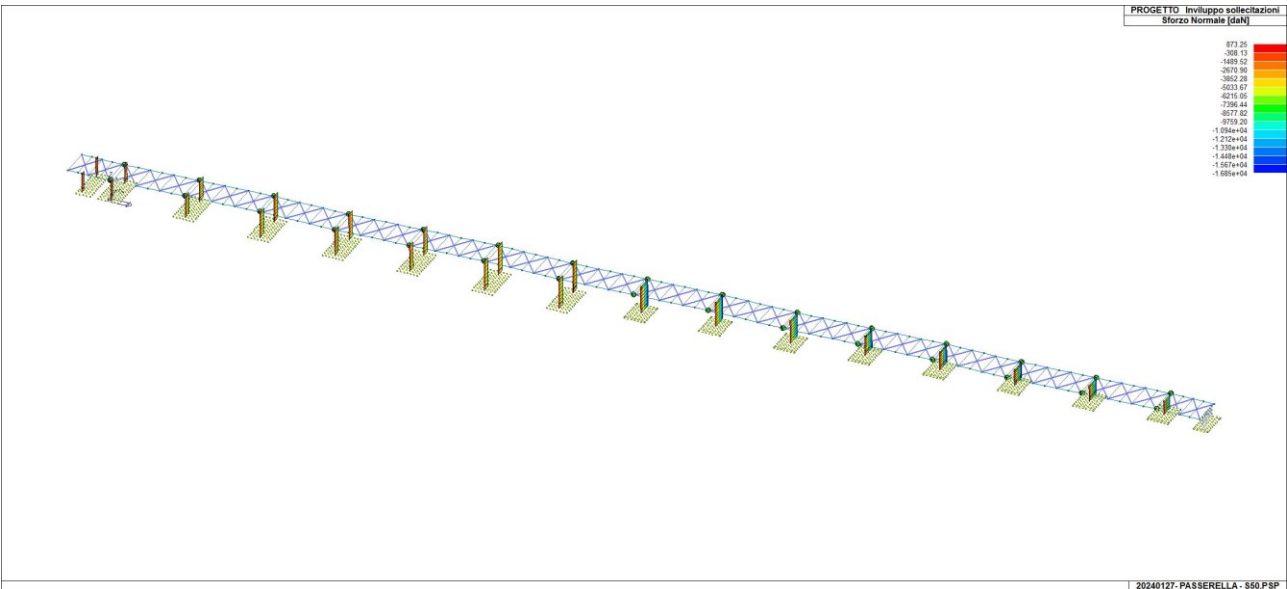
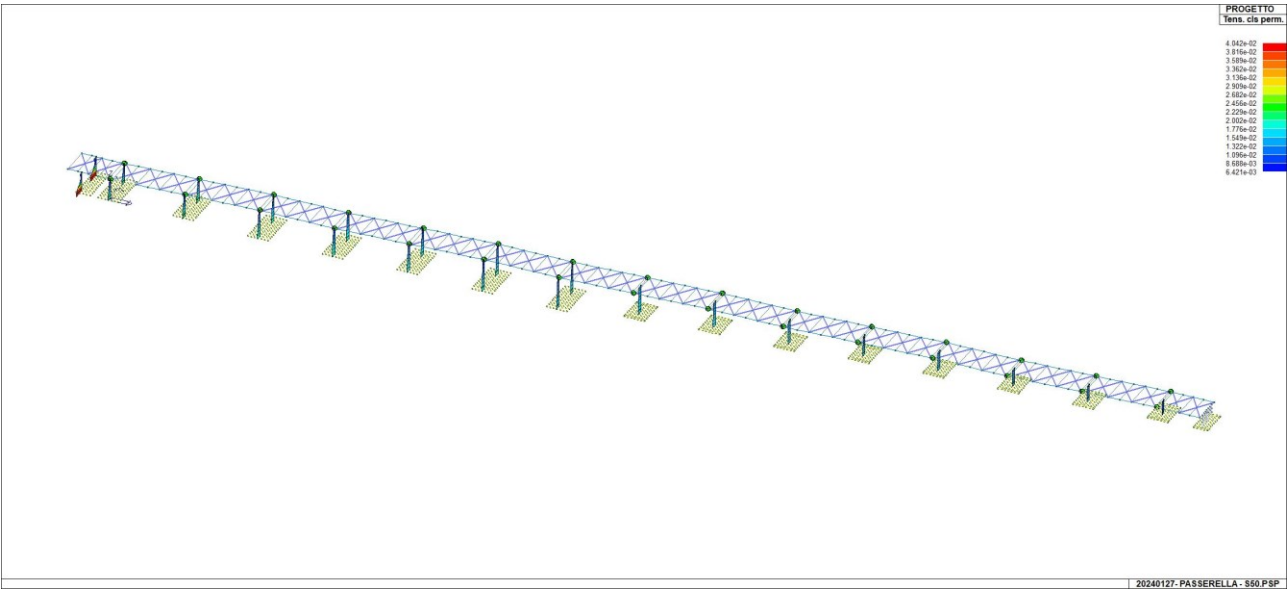
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



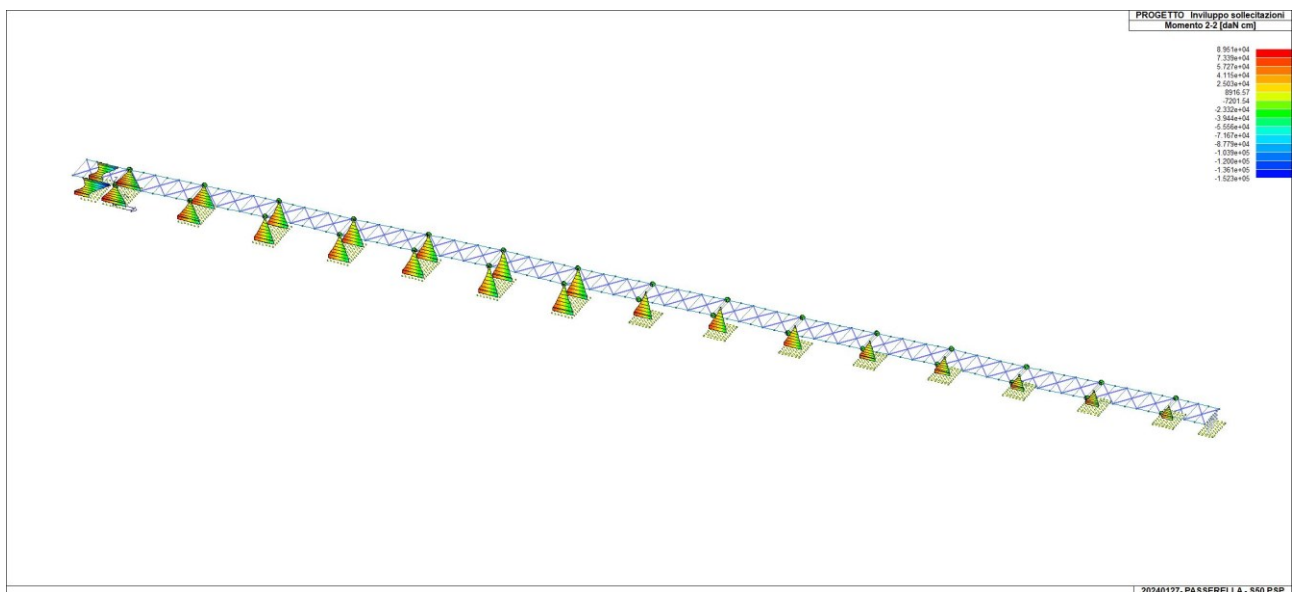
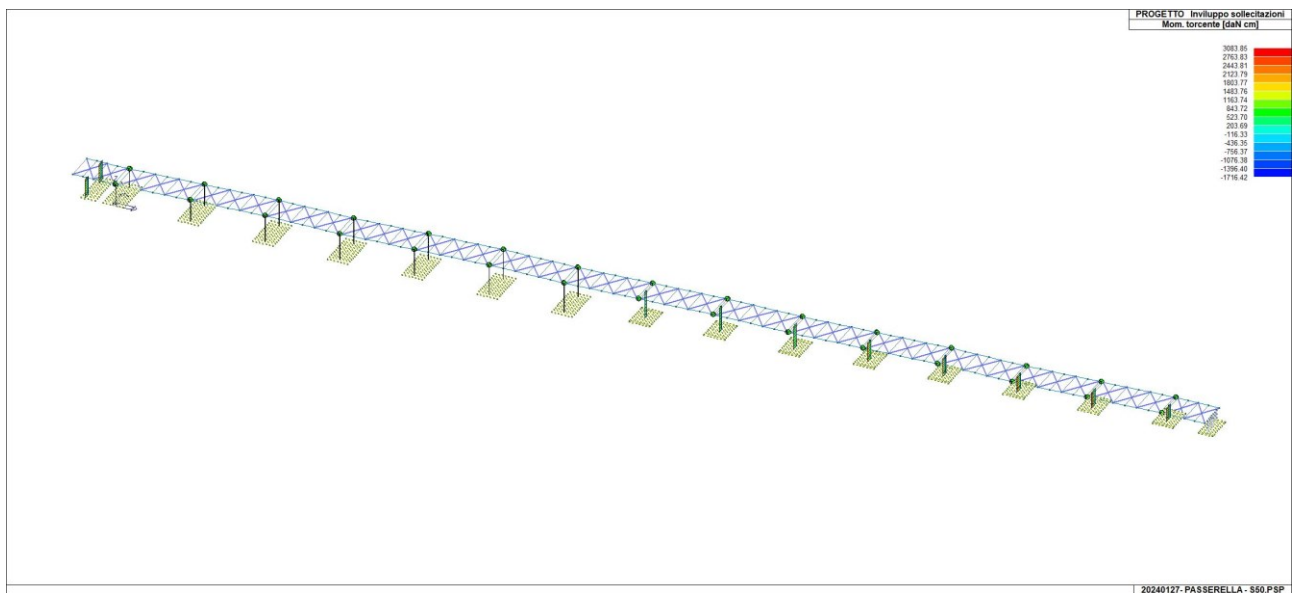
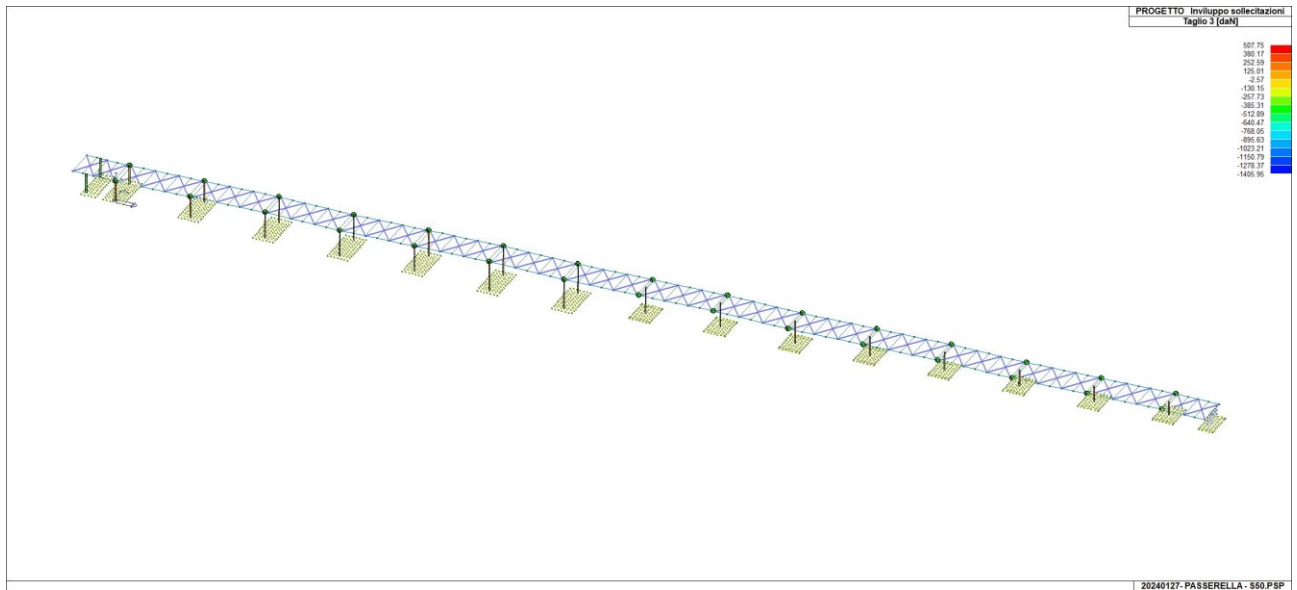
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



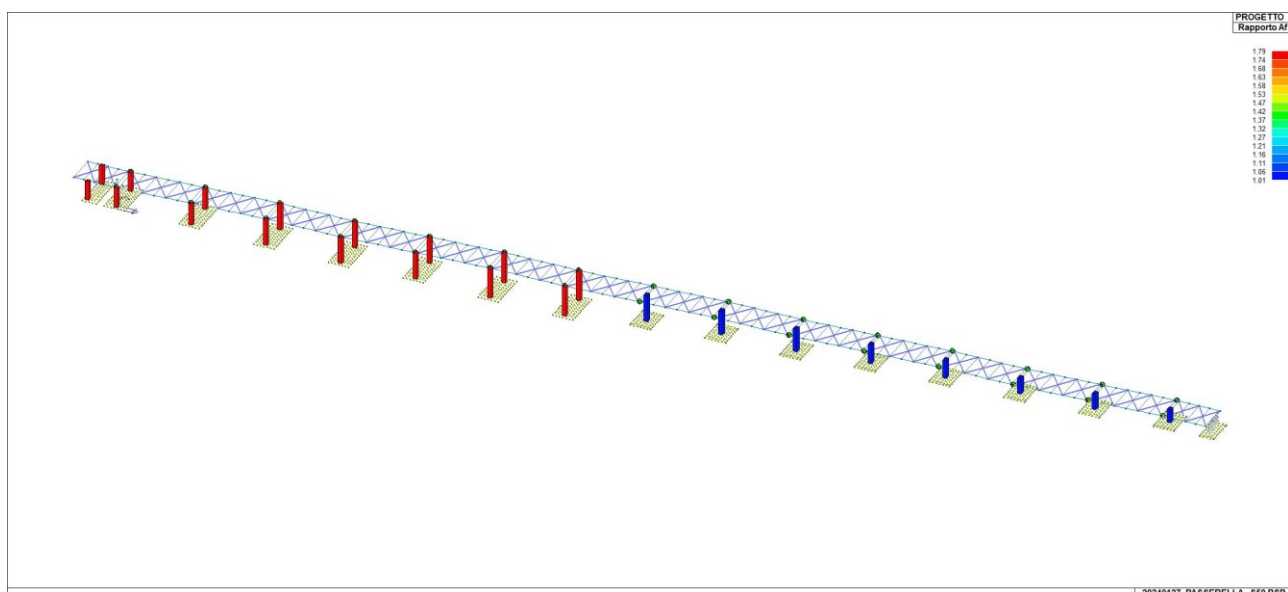
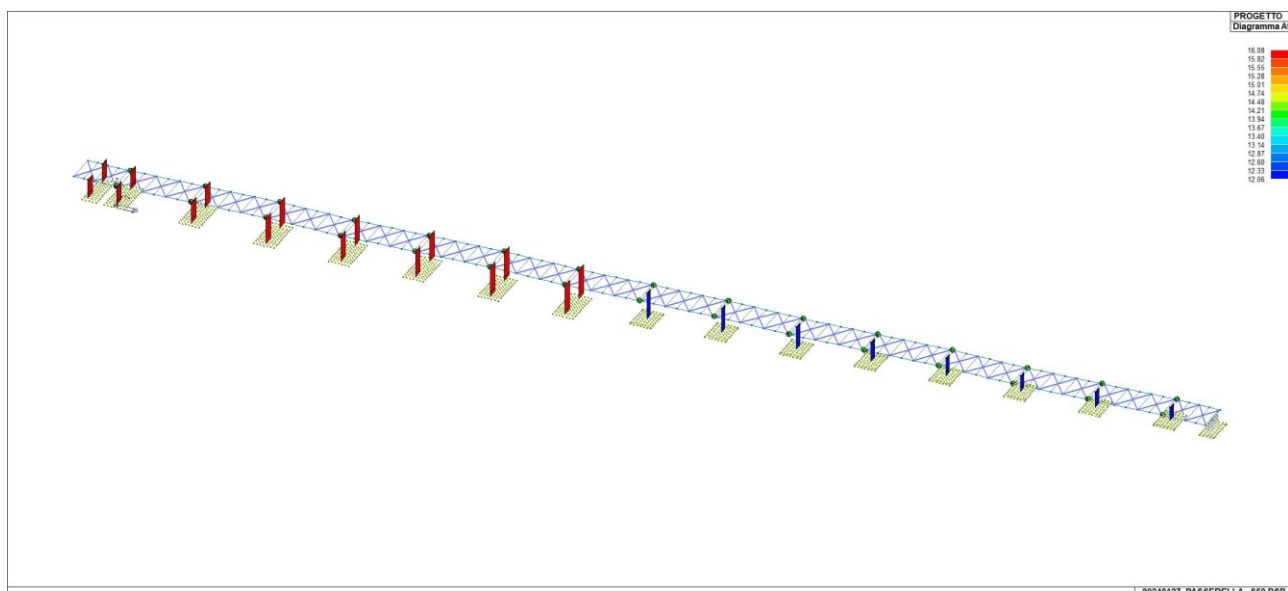
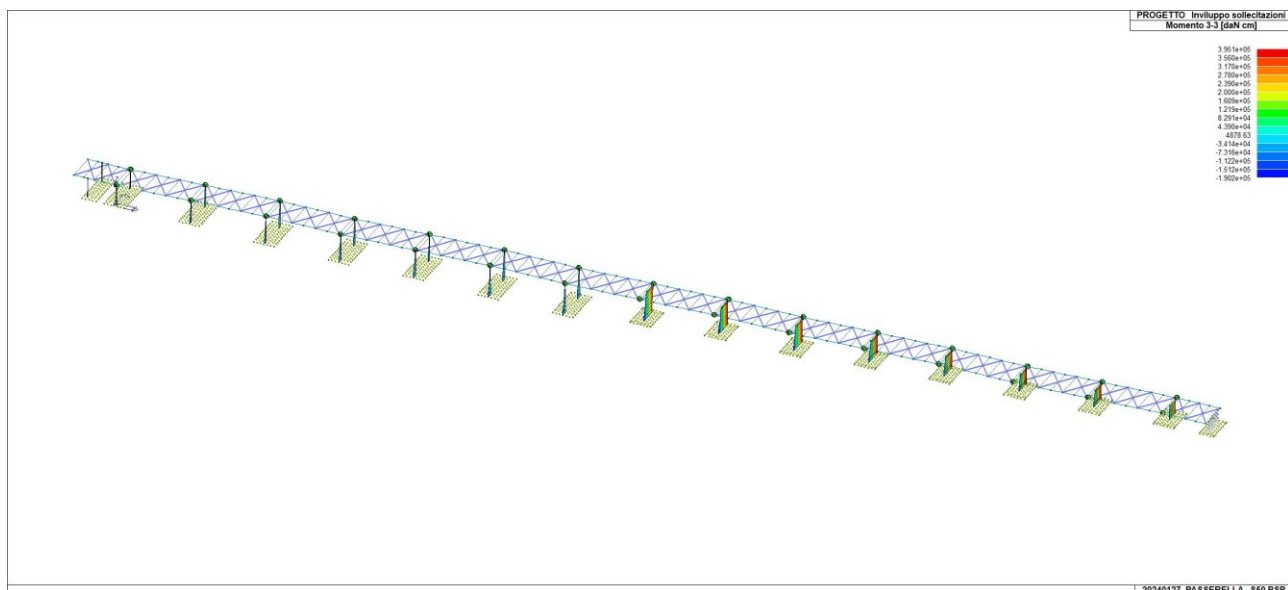
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



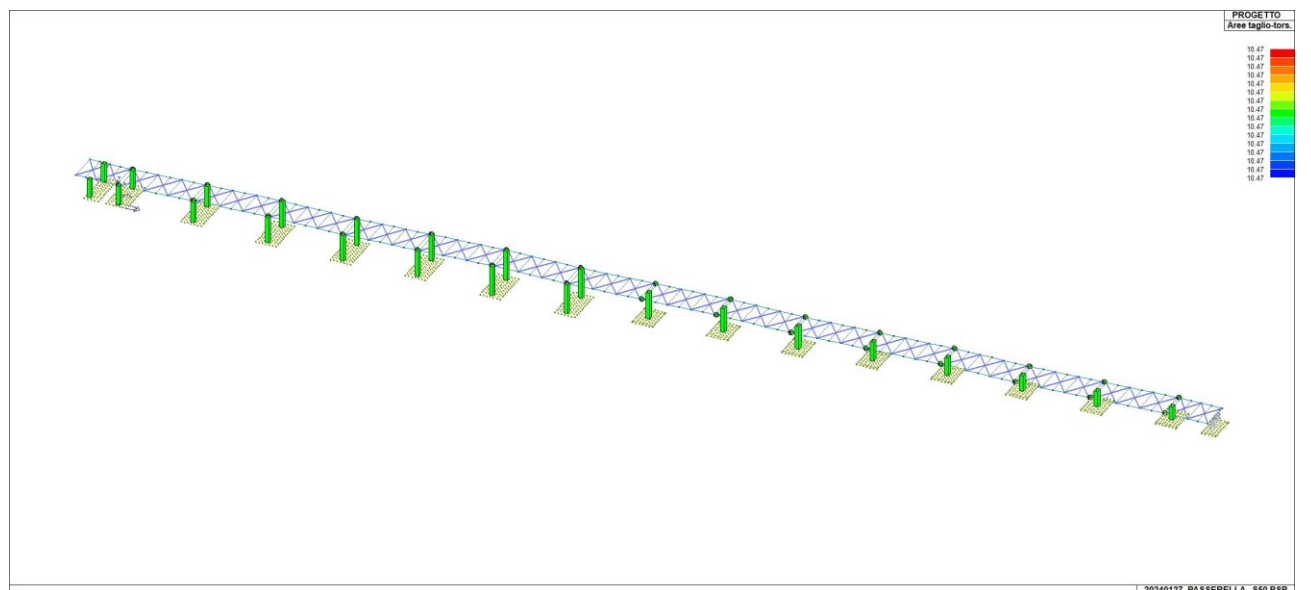
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



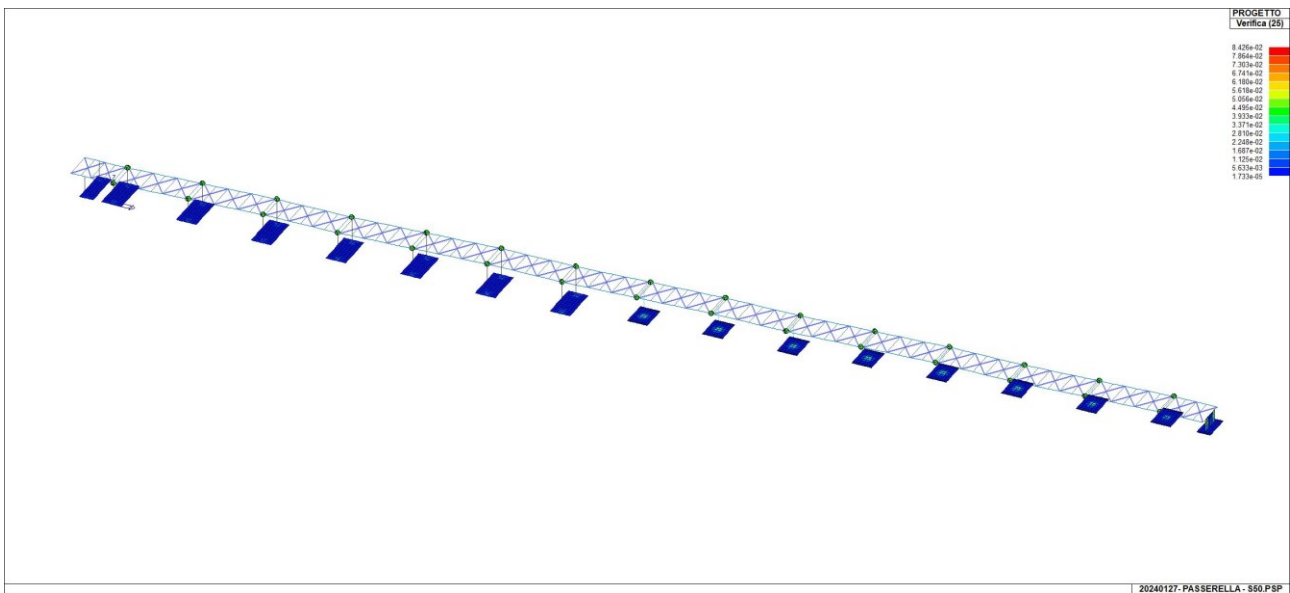
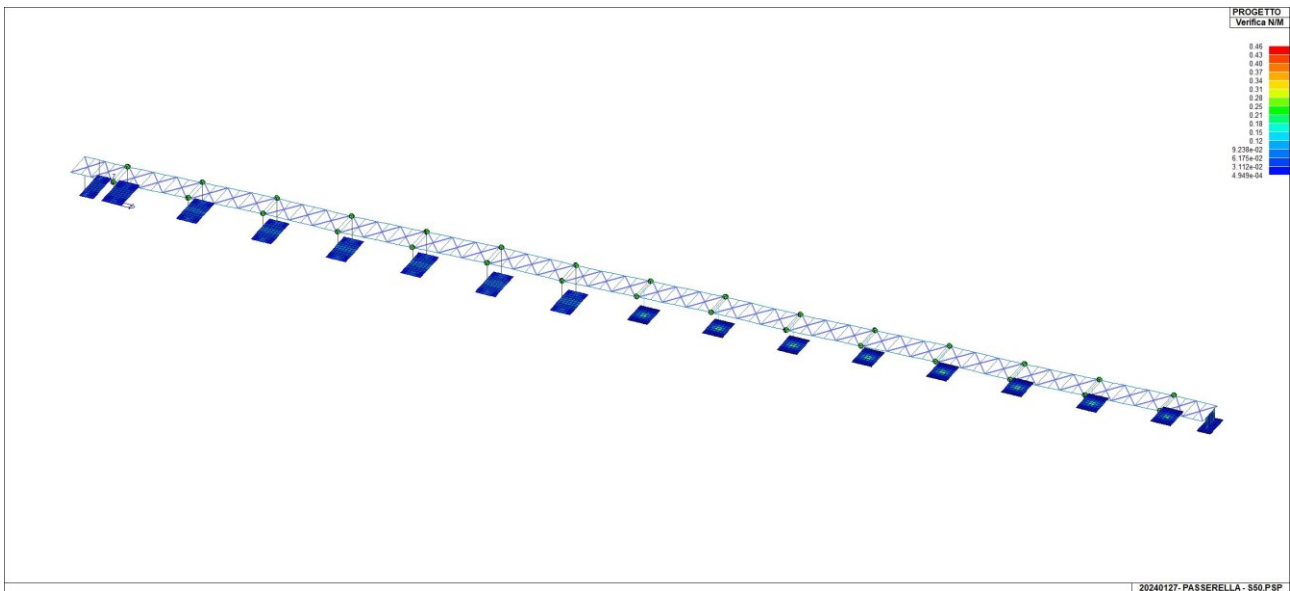
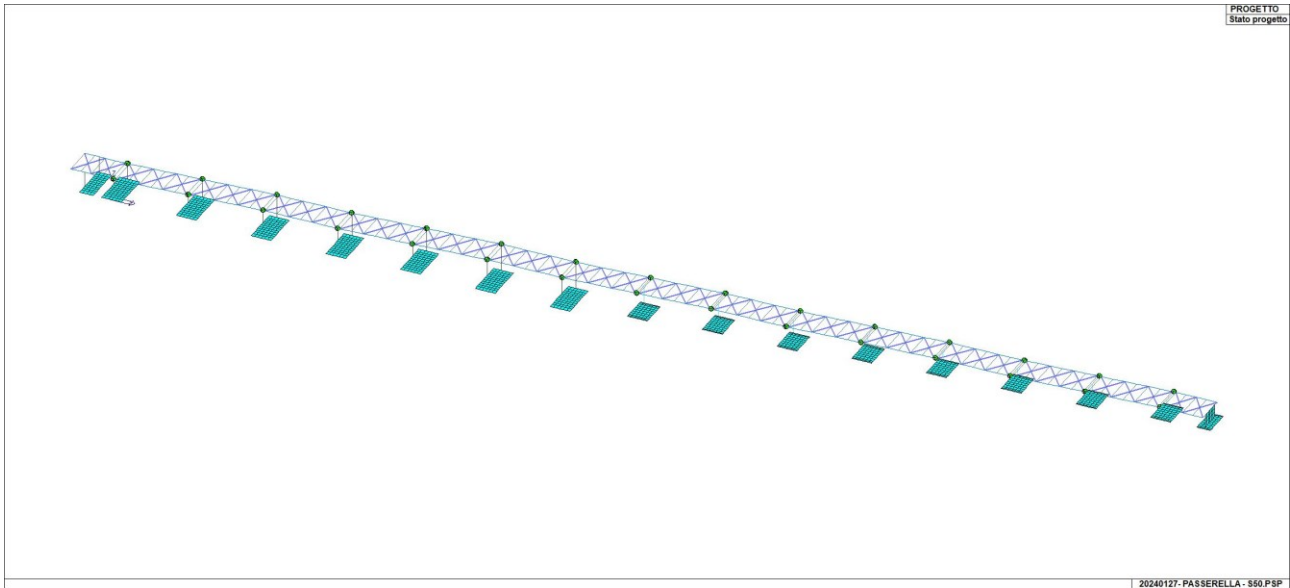
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA
--



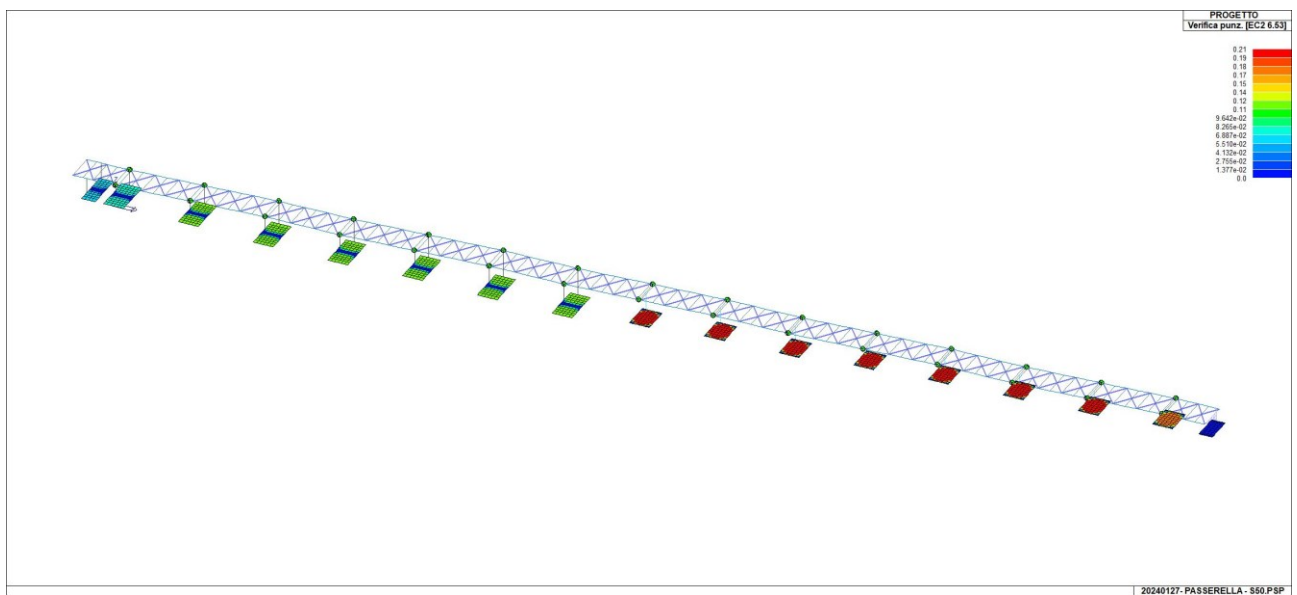
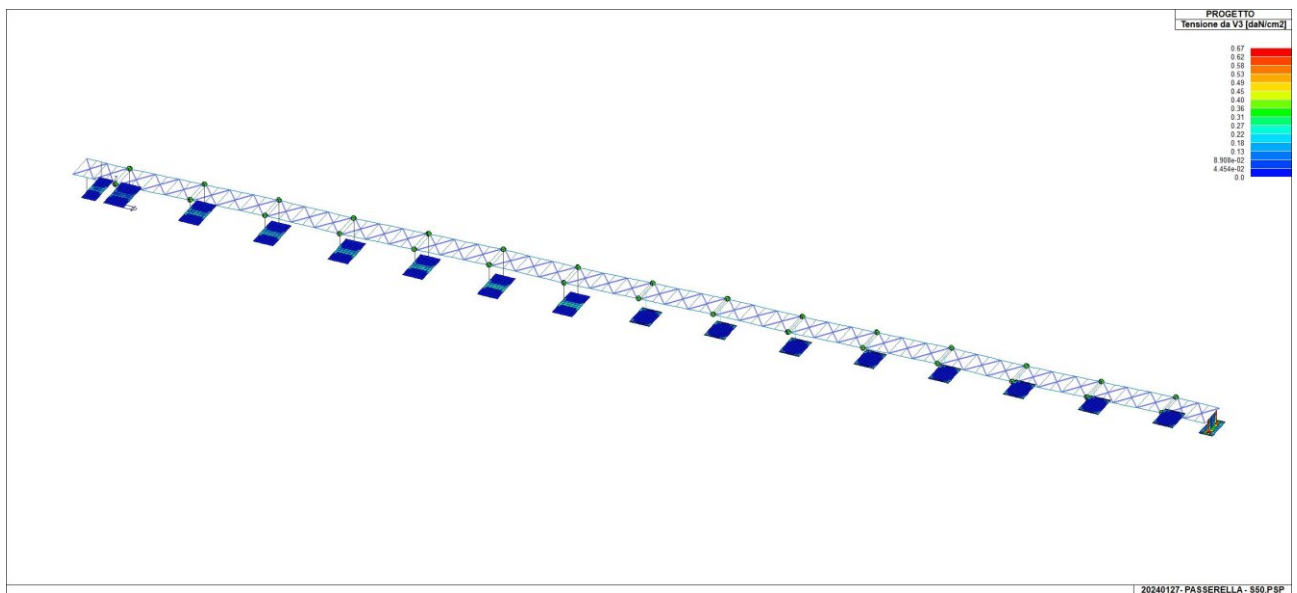
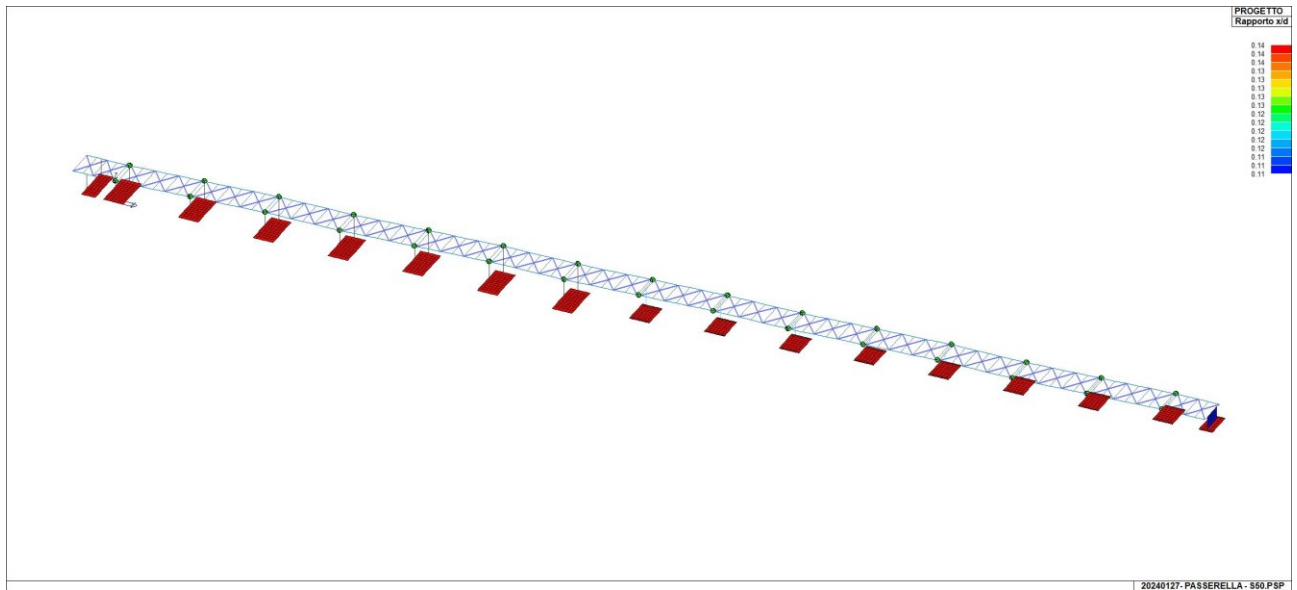
Pilastri in c.a.

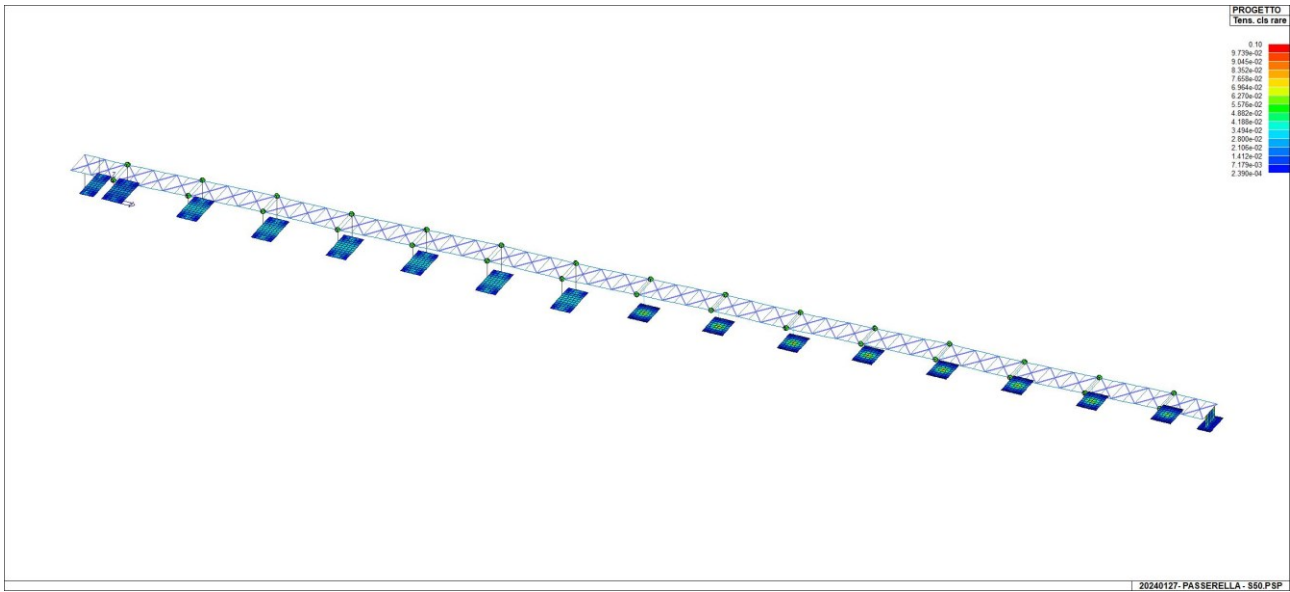
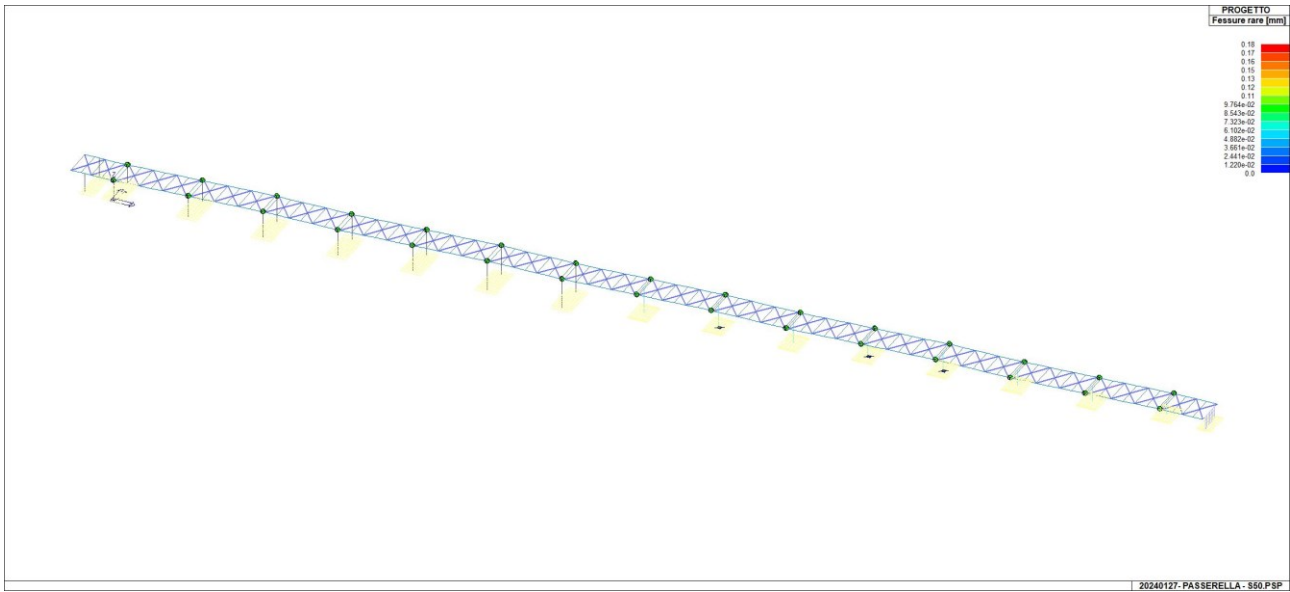
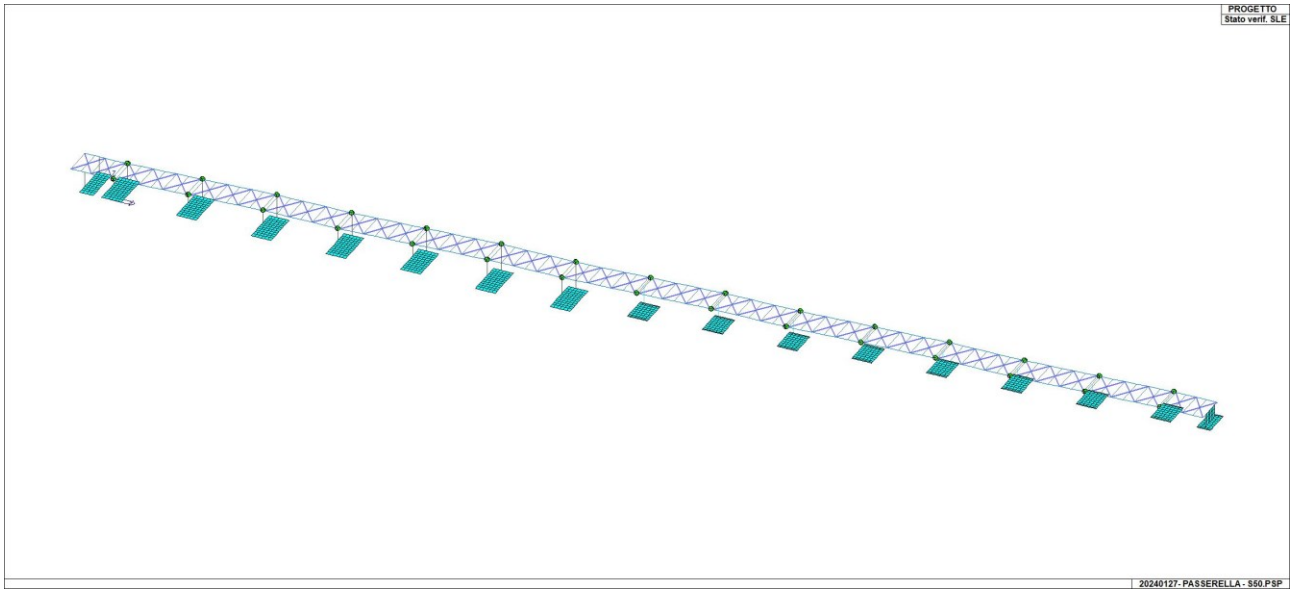
Pilastri in c.a.	Valore minimo	Valore massimo
Momento res. 2-2 (min) [daN cm]	5.391e+05	6.596e+05
Momento res. 3-3(min) [daN cm]	6.499e+05	7.764e+05
Momento res. 2-2 (max) [daN cm]	5.394e+05	6.609e+05
Momento res. 3-3 (max) [daN cm]	6.528e+05	7.774e+05
Verifica N/M	0.03	0.47
Verifica N	8.39e-03	0.02
Controllo di stabilita	0.28	0.64
Verifica V/T cls	0.03	0.10
Verifica V/T acciaio	0.02	0.07
Somma taglio res. X [daN]	2.143e+04	6.480e+04
Somma taglio res. Y [daN]	2.272e+04	6.480e+04
Rapporto D/C V2	8.47e-04	0.05
Rapporto D/C V3	1.66e-05	0.09
Tens. cls rare	0.03	0.42
Tens. acc rare	0.02	0.39
Tens. cls perm.	6.42e-03	0.04
Sforzo Normale [daN]	-1.685e+04	873.25
Taglio 2 [daN]	-257.12	1273.82
Taglio 3 [daN]	-1405.95	507.75
Mom. torcente [daN cm]	-1716.42	3083.85
Momento 2-2 [daN cm]	-1.523e+05	8.951e+04
Momento 3-3 [daN cm]	-1.902e+05	3.951e+05
Diagramma Af	12.06	16.08
Rapporto Af	1.01	1.79
Aree taglio-tors.	10.47	10.47

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

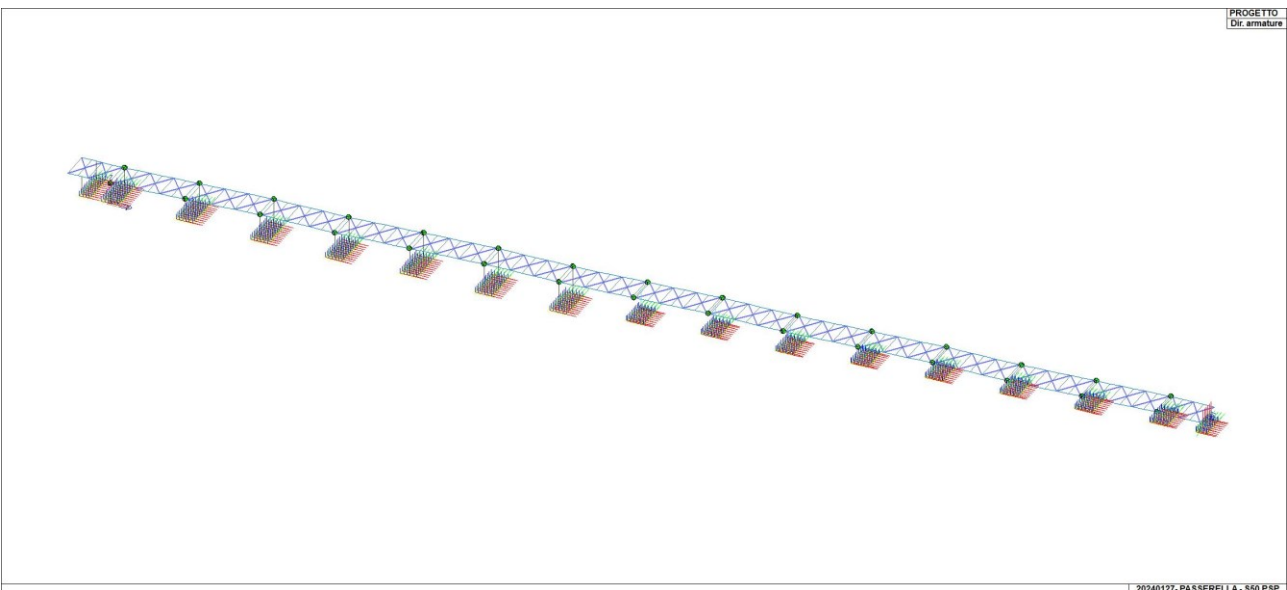
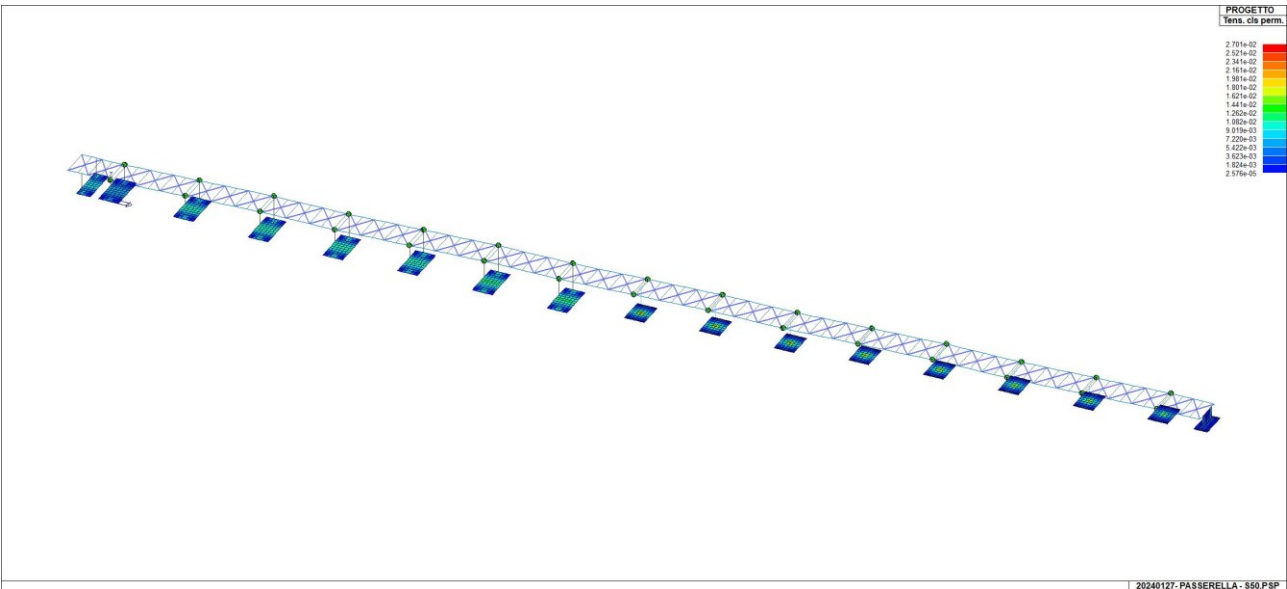
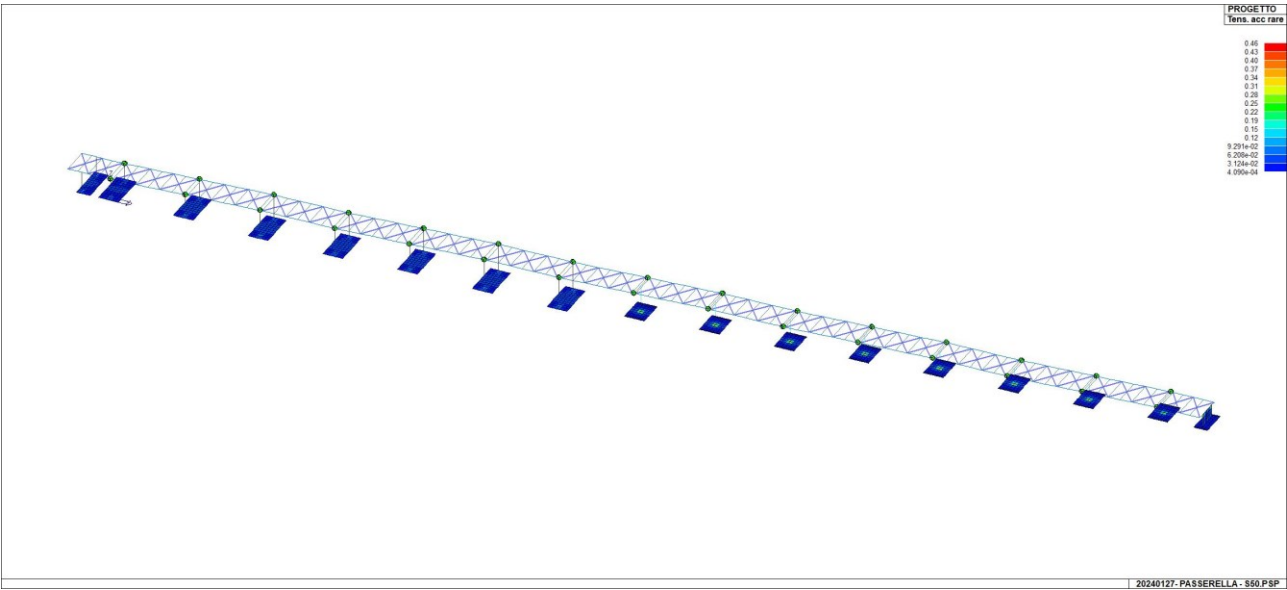


LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



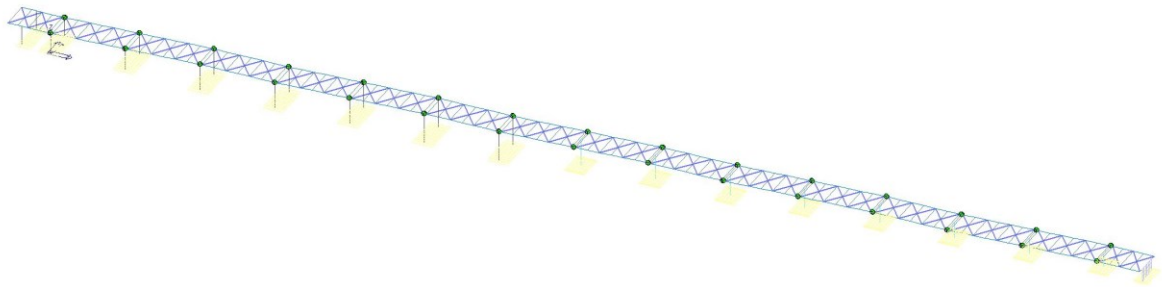


LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



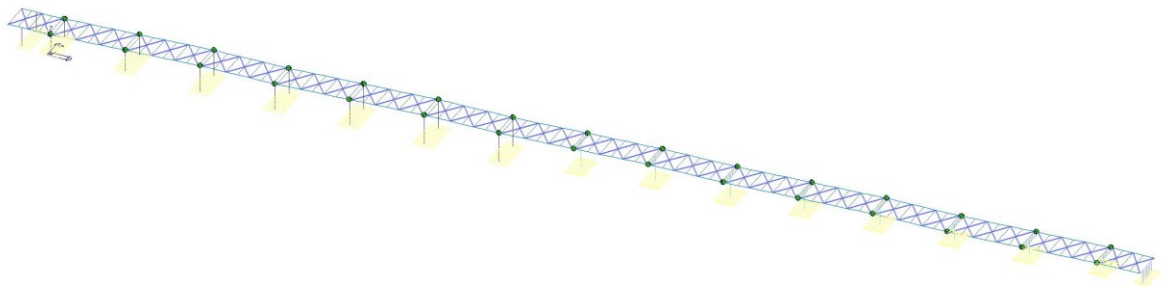
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

PROGETTO
Valori Af 3.



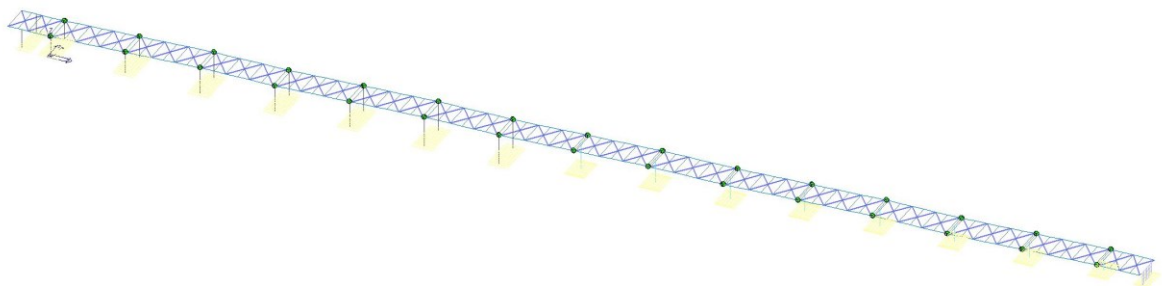
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

PROGETTO
Valori Af 3+



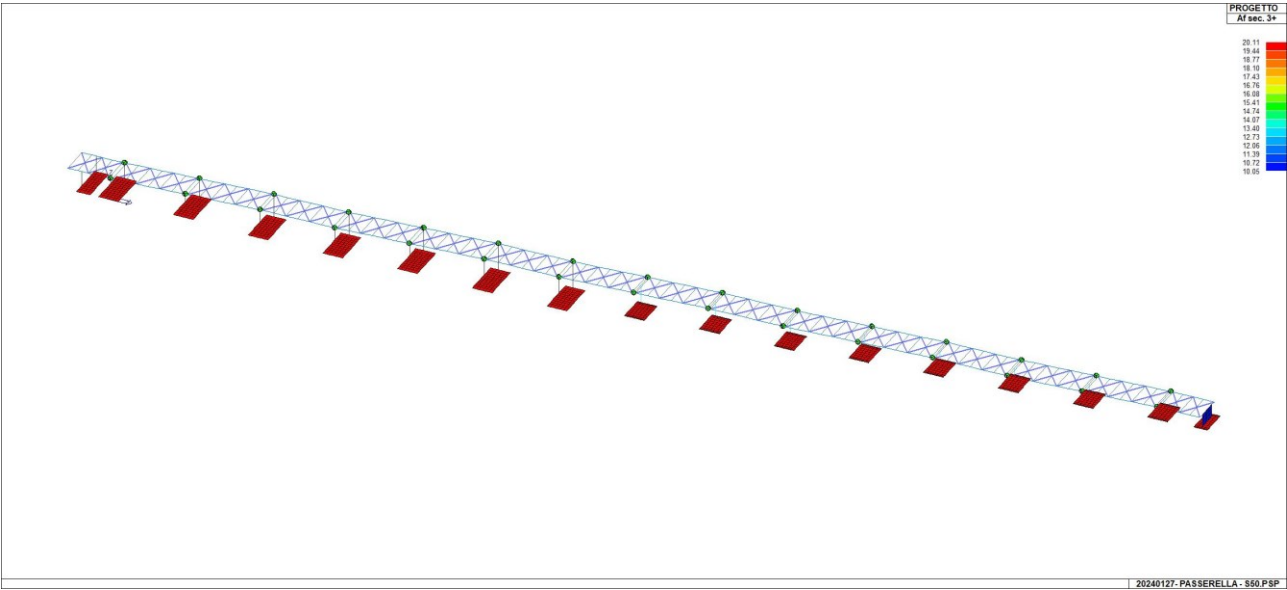
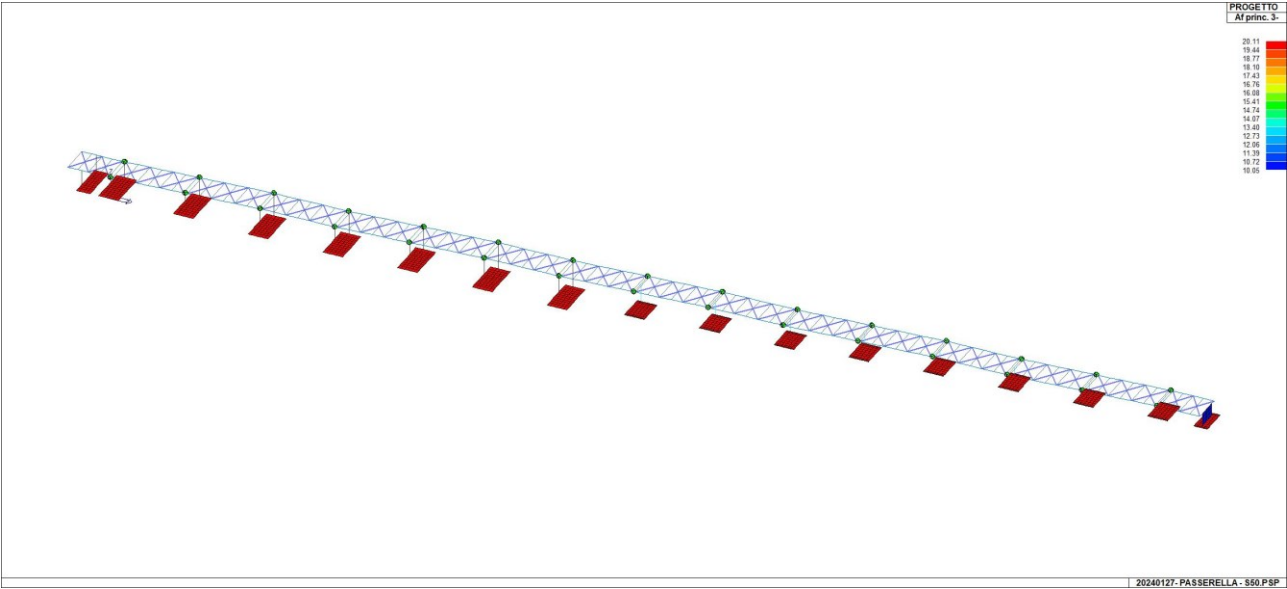
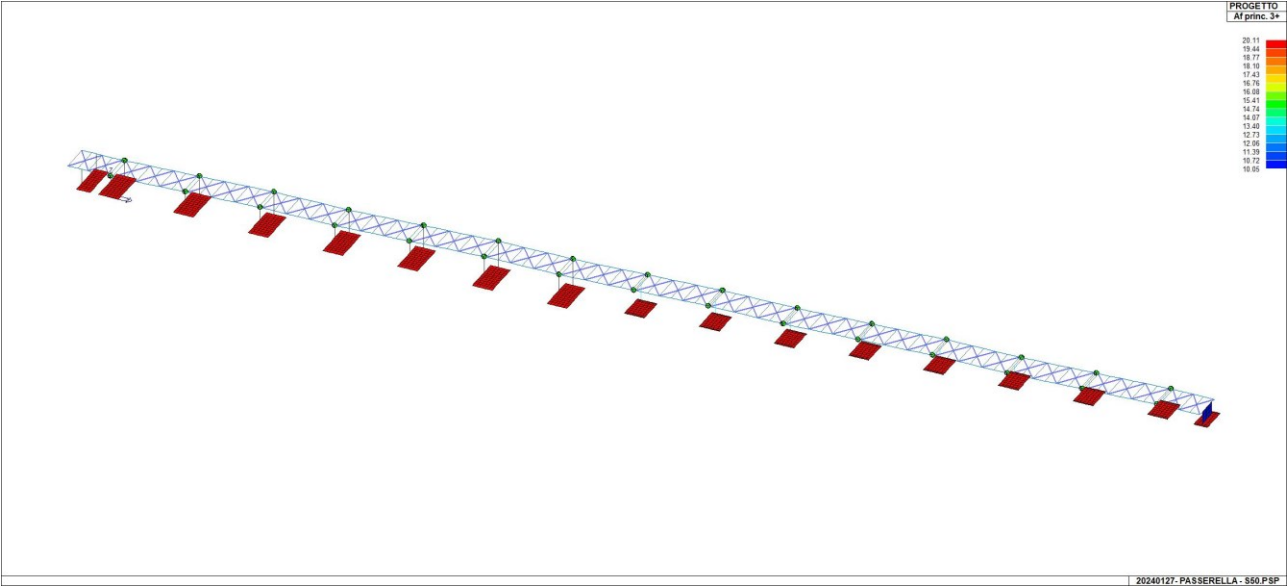
20240127- PASSERELLA - 550 P&P

PROGETTO
Valori progetto

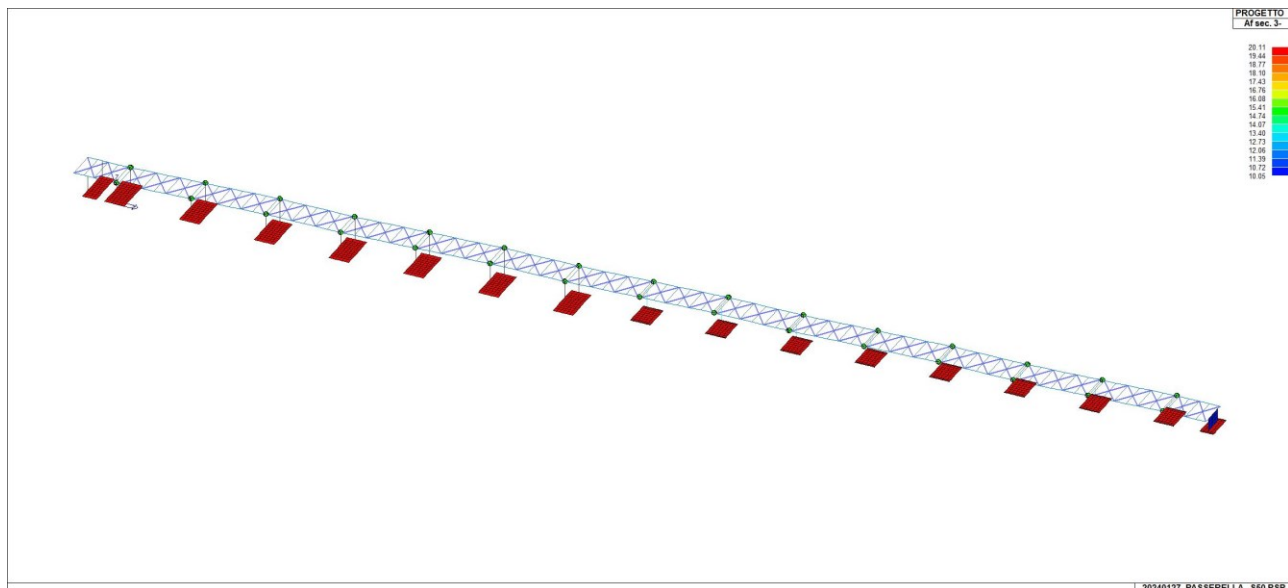


20240127- PASSERELLA - 550 P&P

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

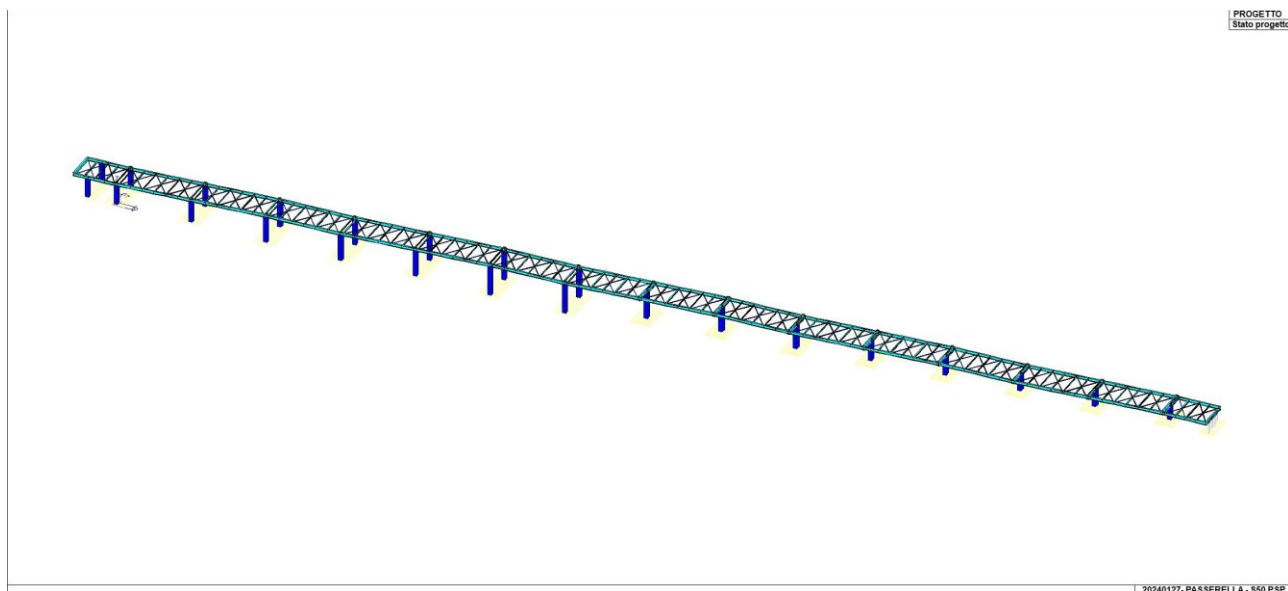


LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

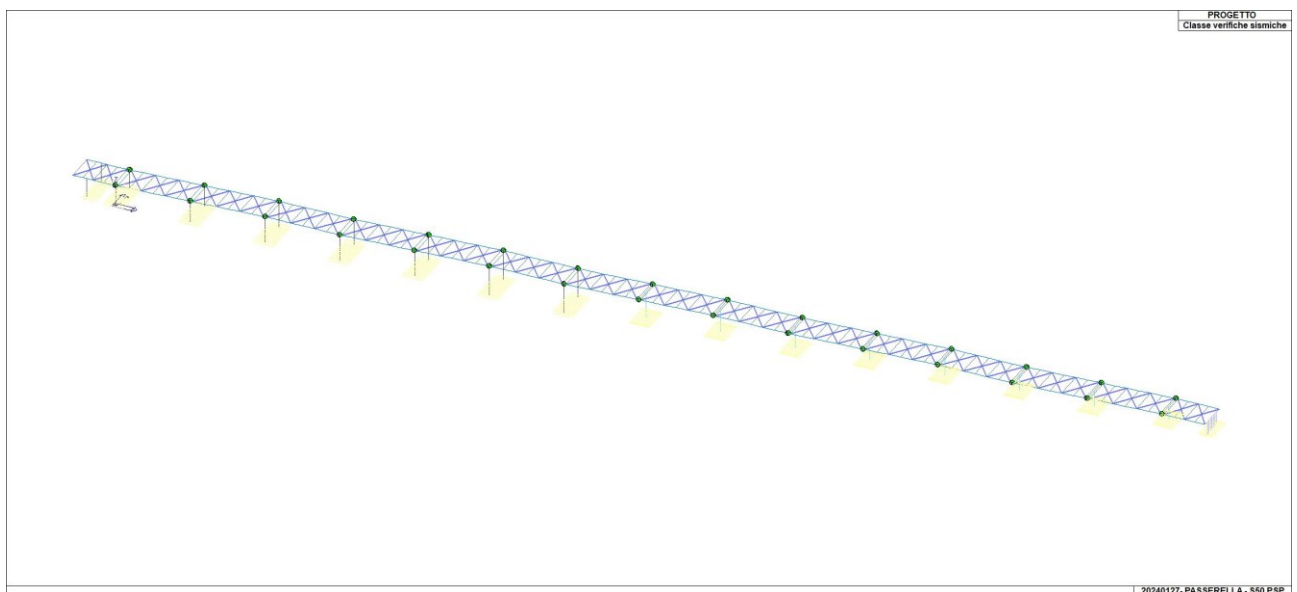
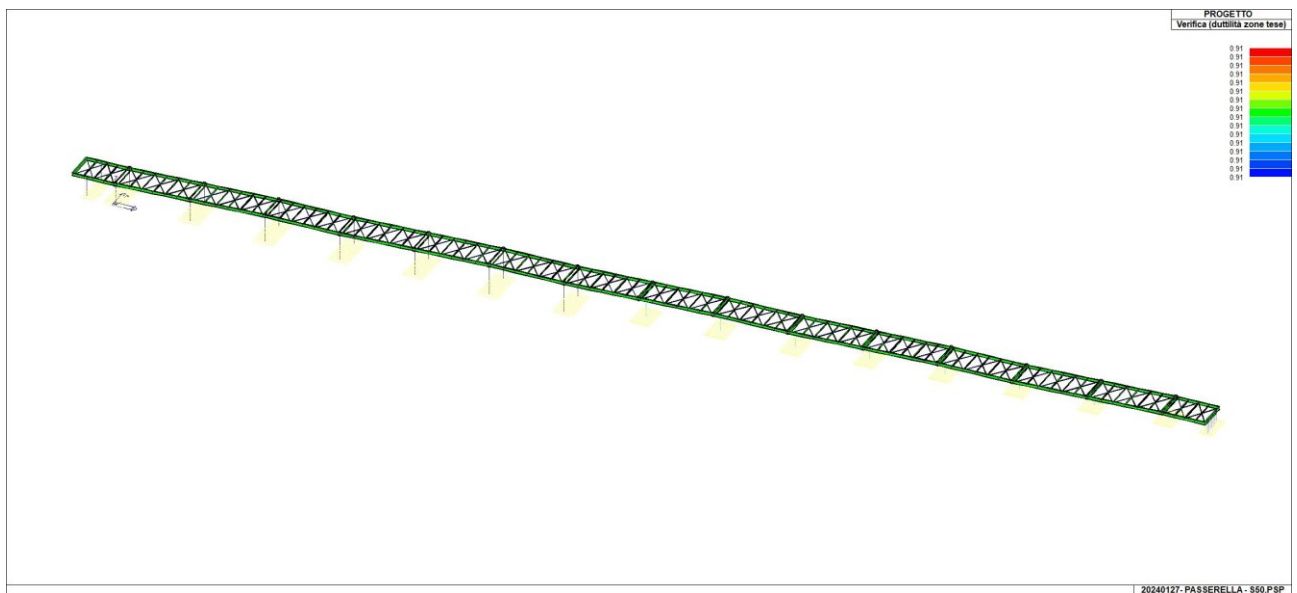
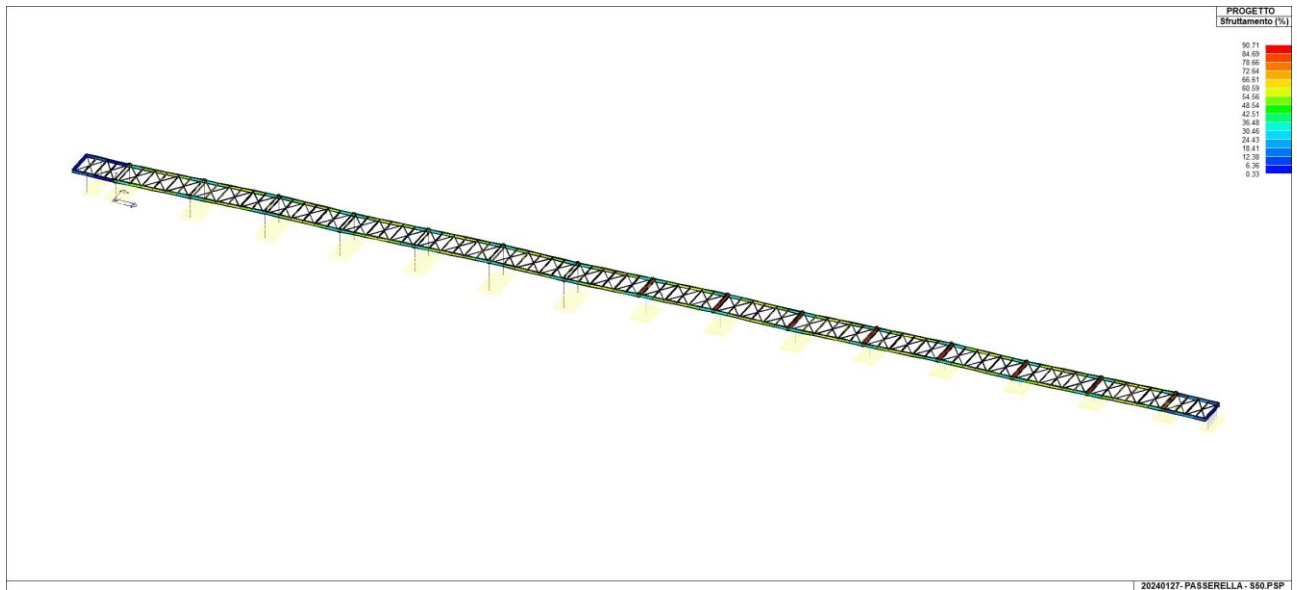


Elementi D3 singoli

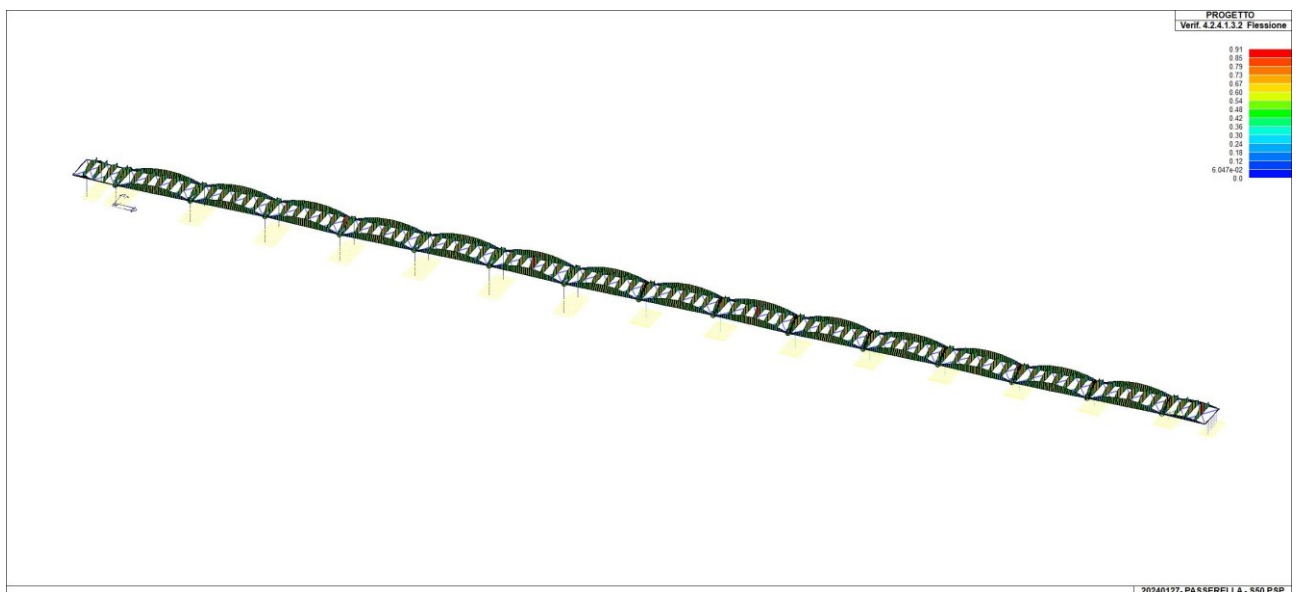
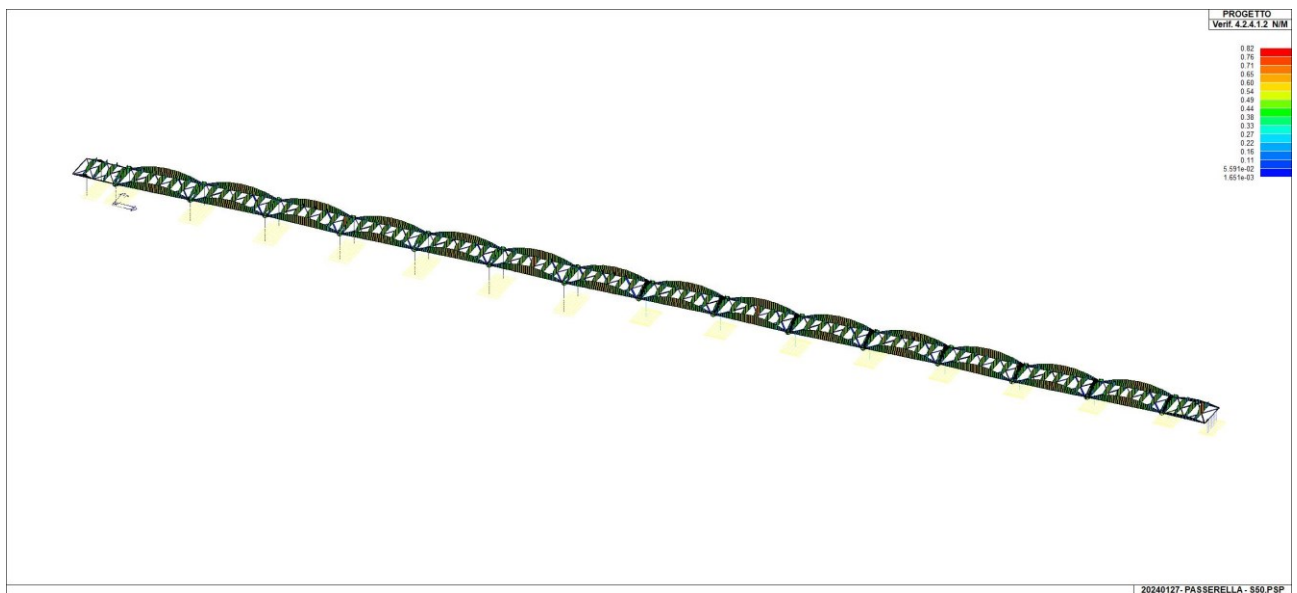
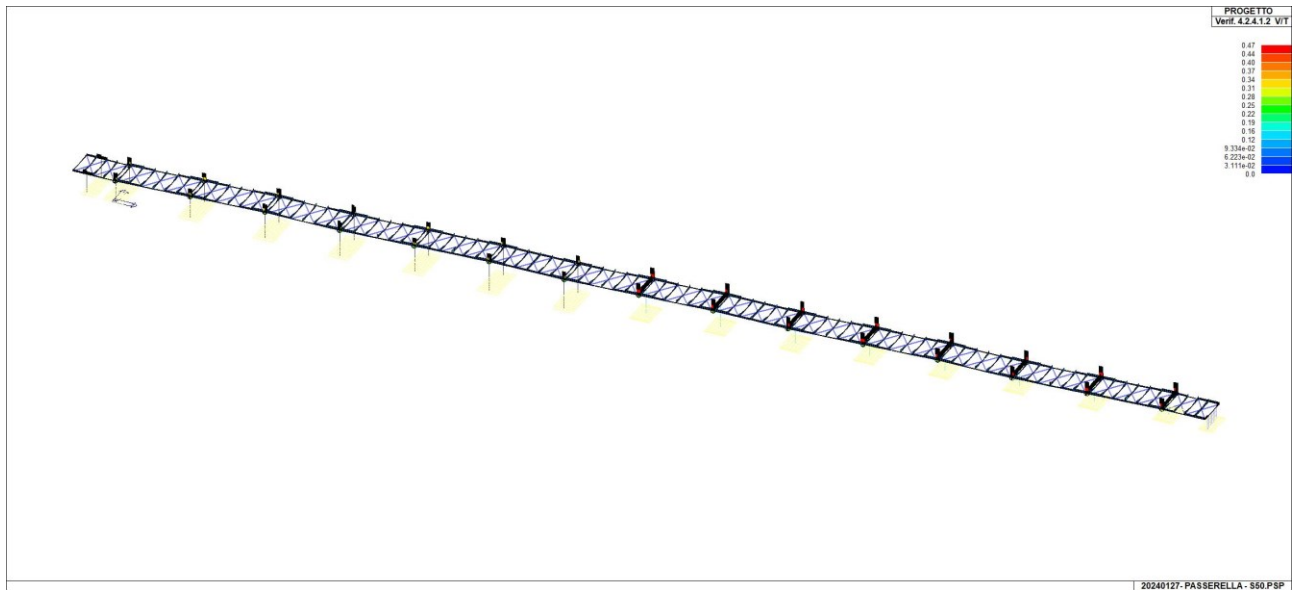
Elementi D3 singoli	Valore minimo	Valore massimo
Verifica N/M	4.95e-04	0.46
Verifica (25)	1.73e-05	0.08
Rapporto x/d	0.11	0.14
Tensione da V3 [daN/cm2]	0.0	0.67
Verifica punz. [EC2 6.53]	0.0	0.21
Fessure rare [mm]	0.0	0.18
Tens. cls rare	2.39e-04	0.10
Tens. acc rare	4.09e-04	0.46
Tens. cls perm.	2.58e-05	0.03
Af princ. 3+	10.05	20.11
Af princ. 3-	10.05	20.11
Af sec. 3+	10.05	20.11
Af sec. 3-	10.05	20.11



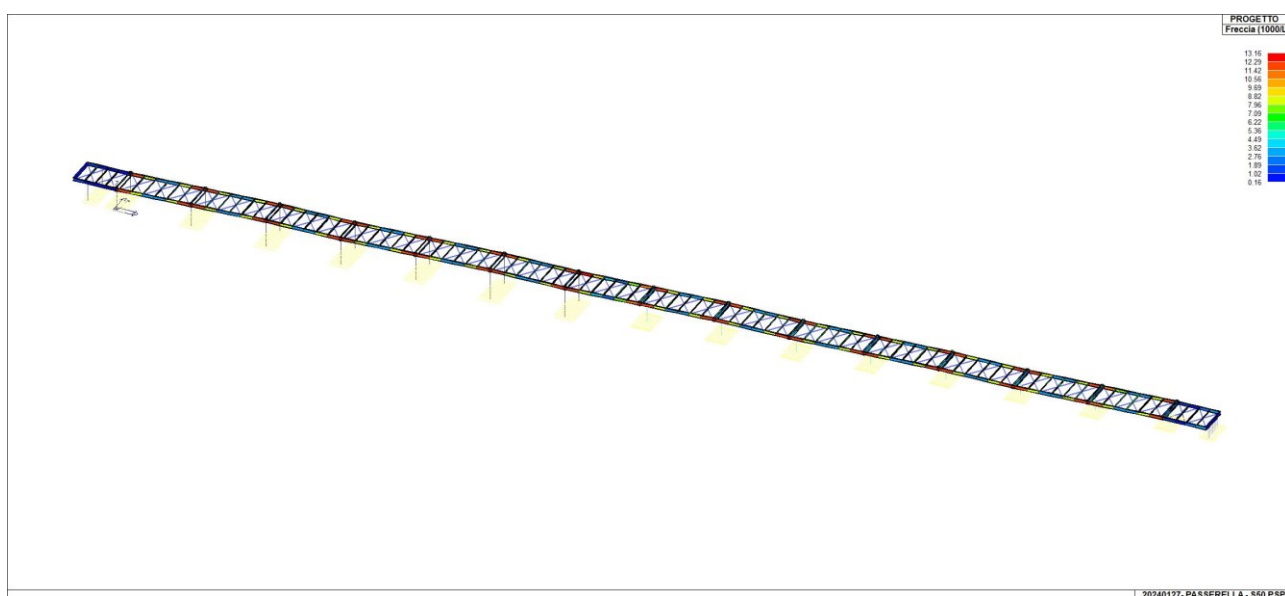
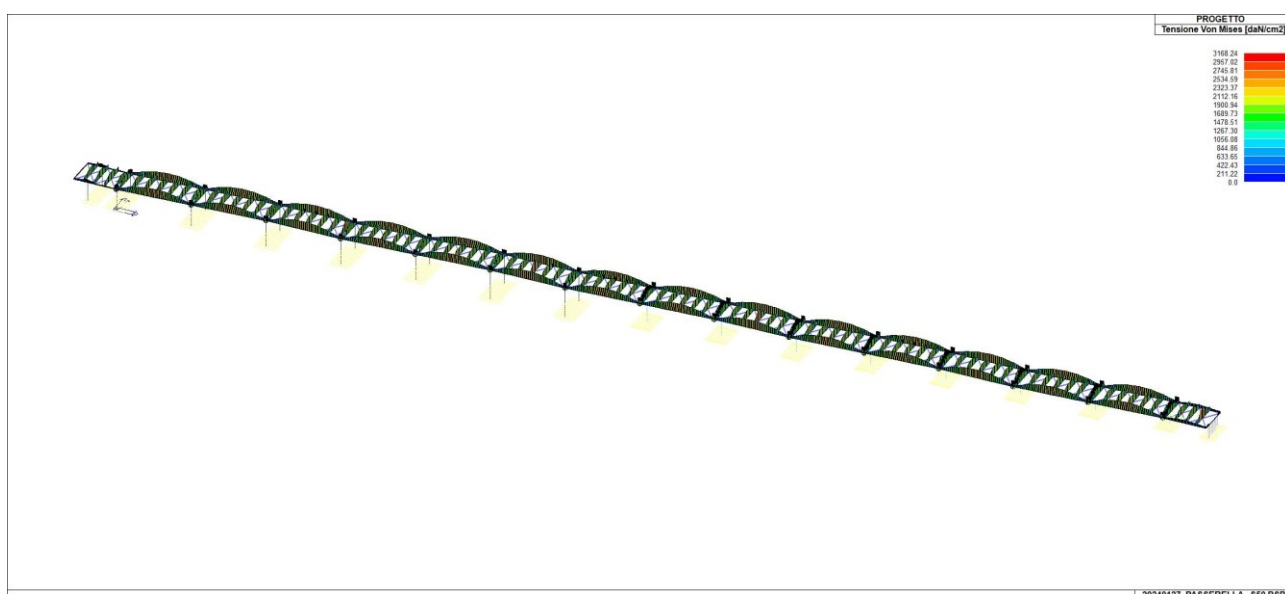
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



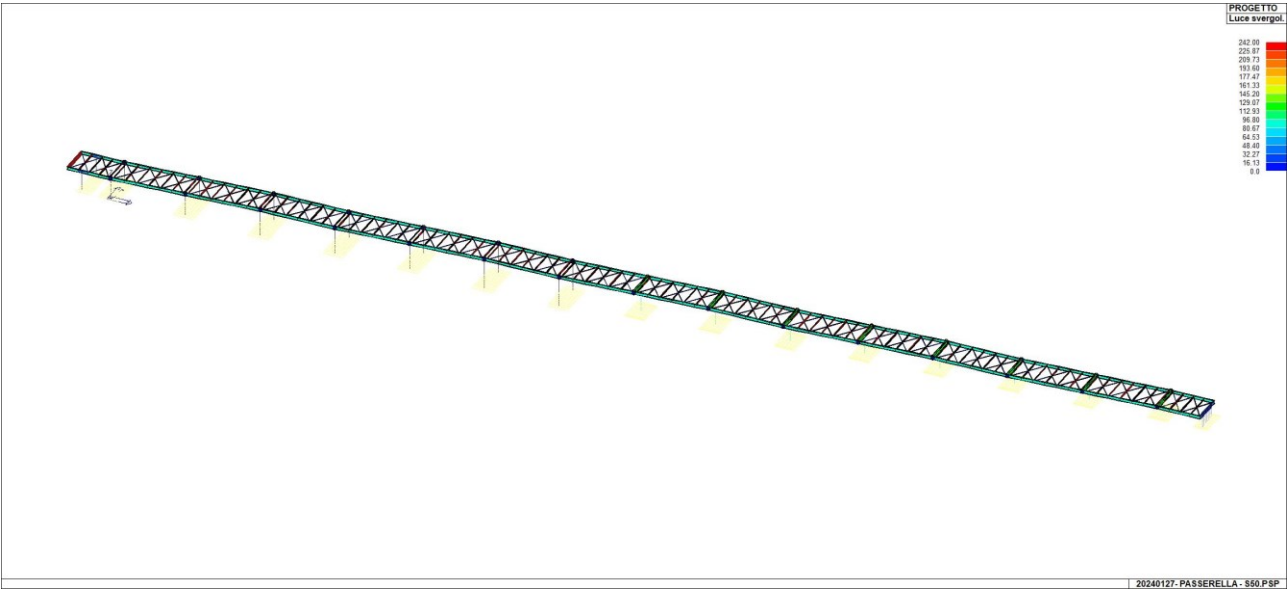
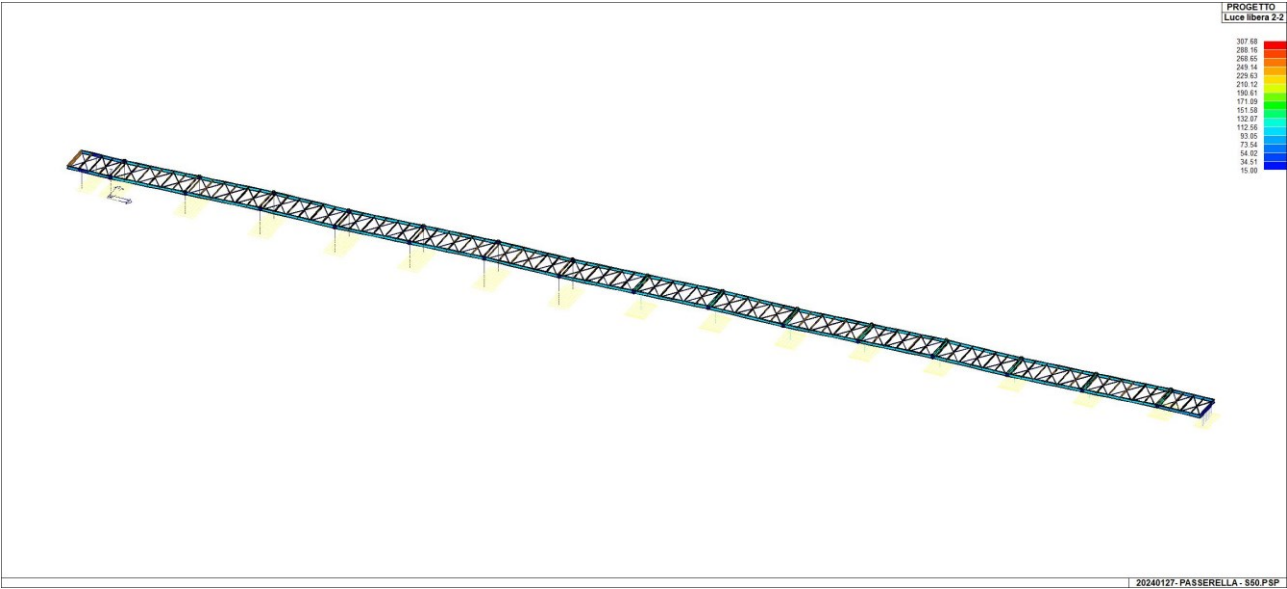
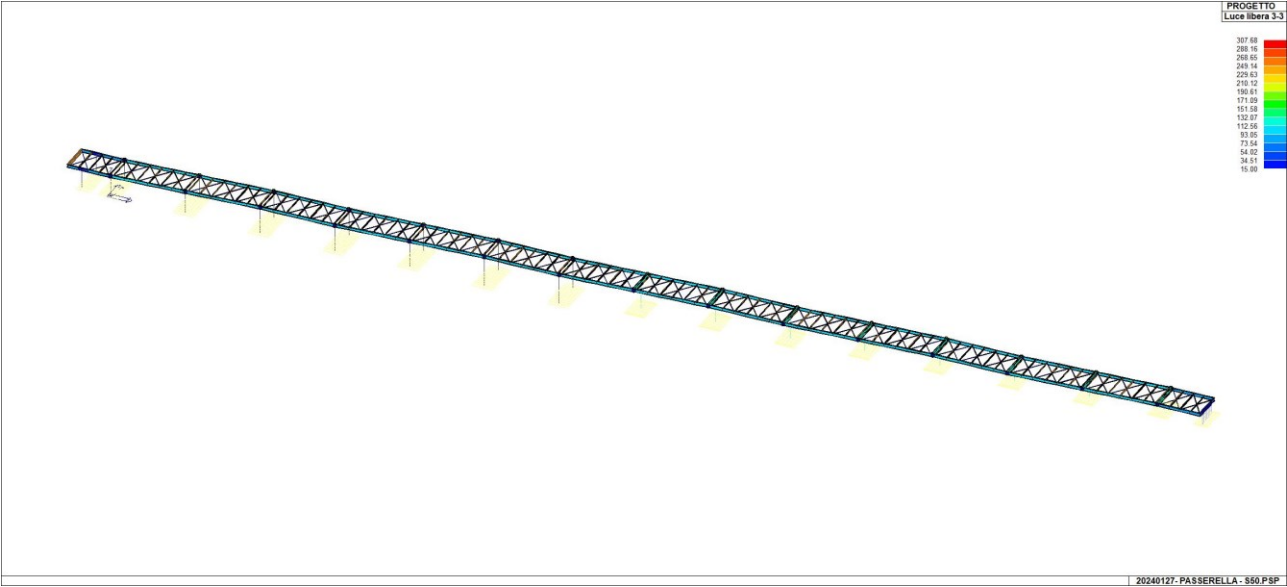
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



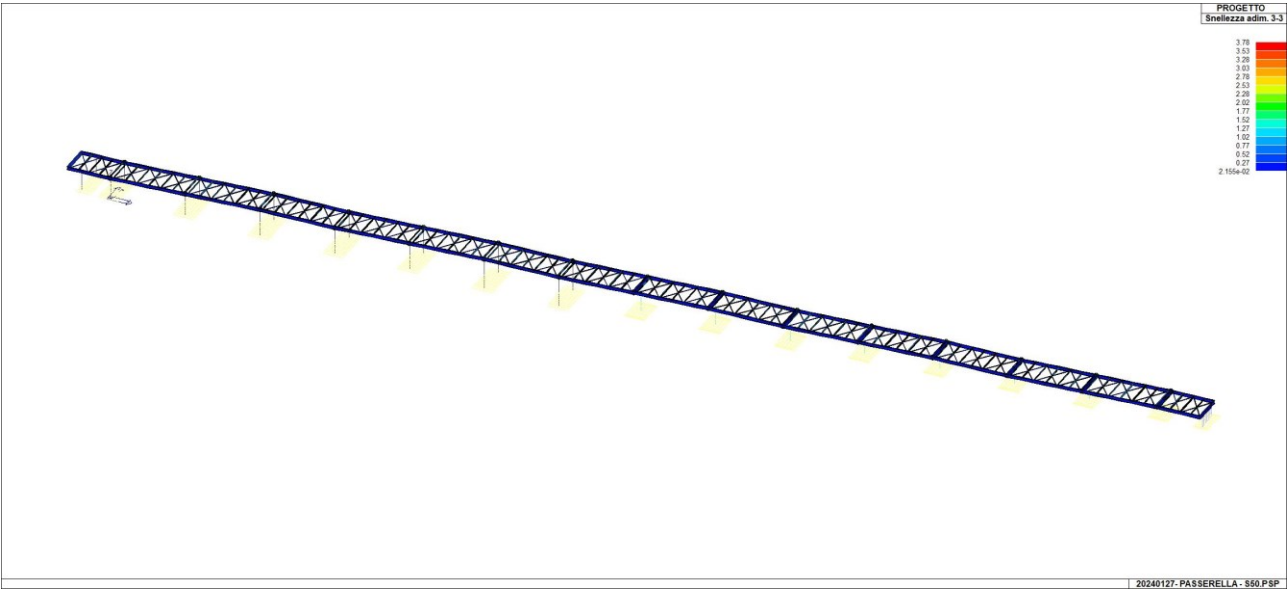
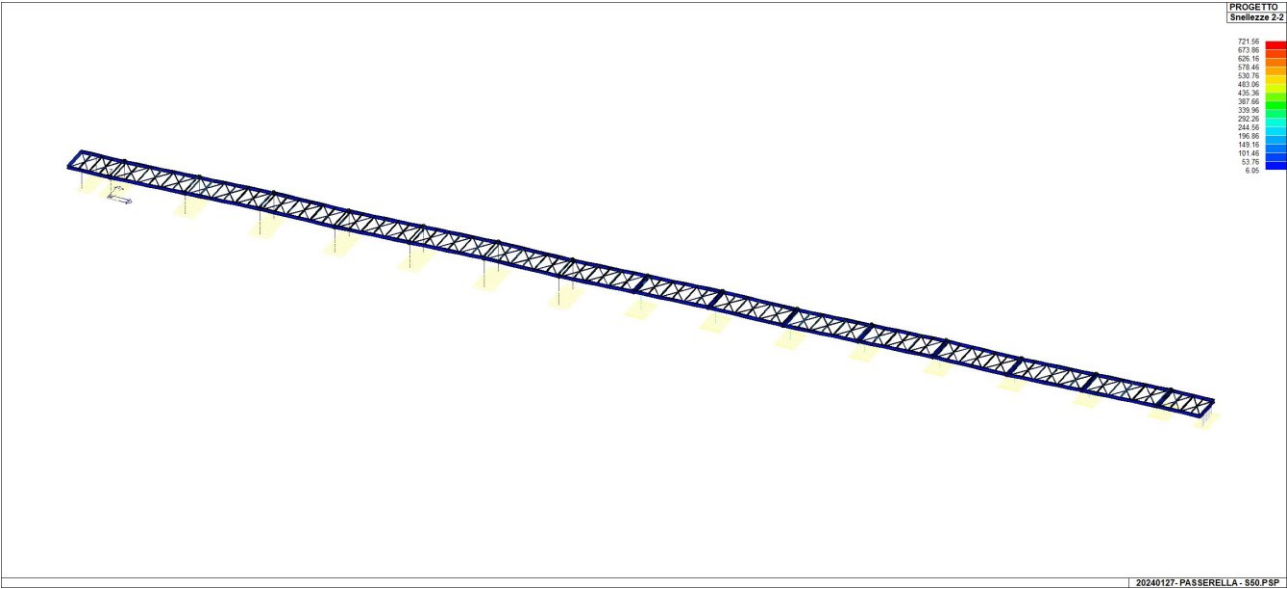
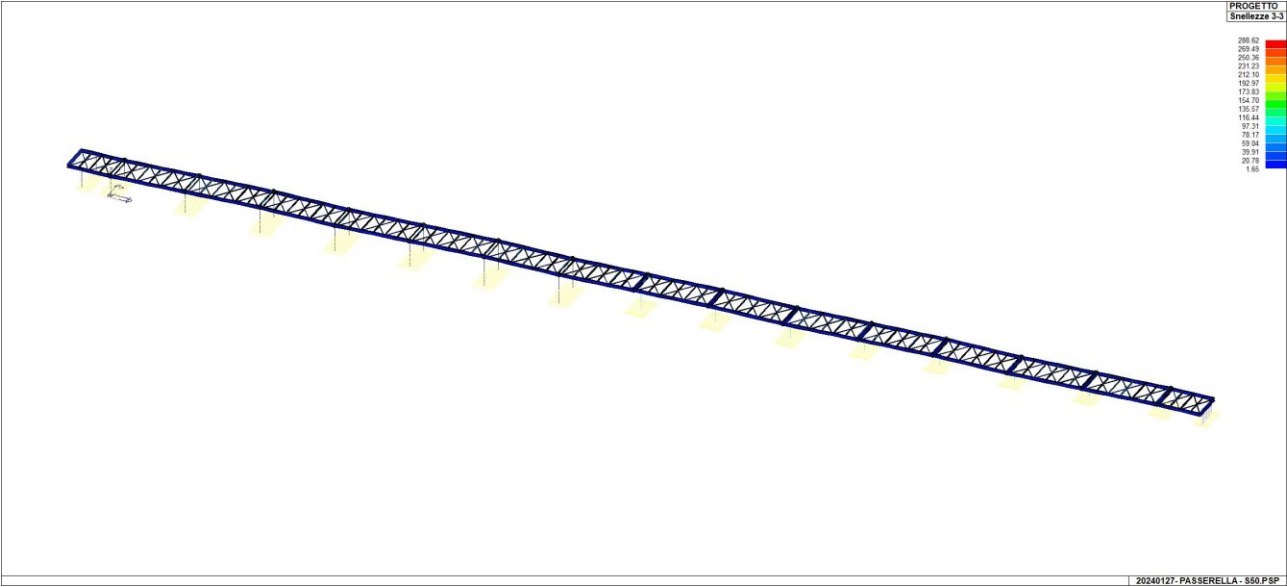
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



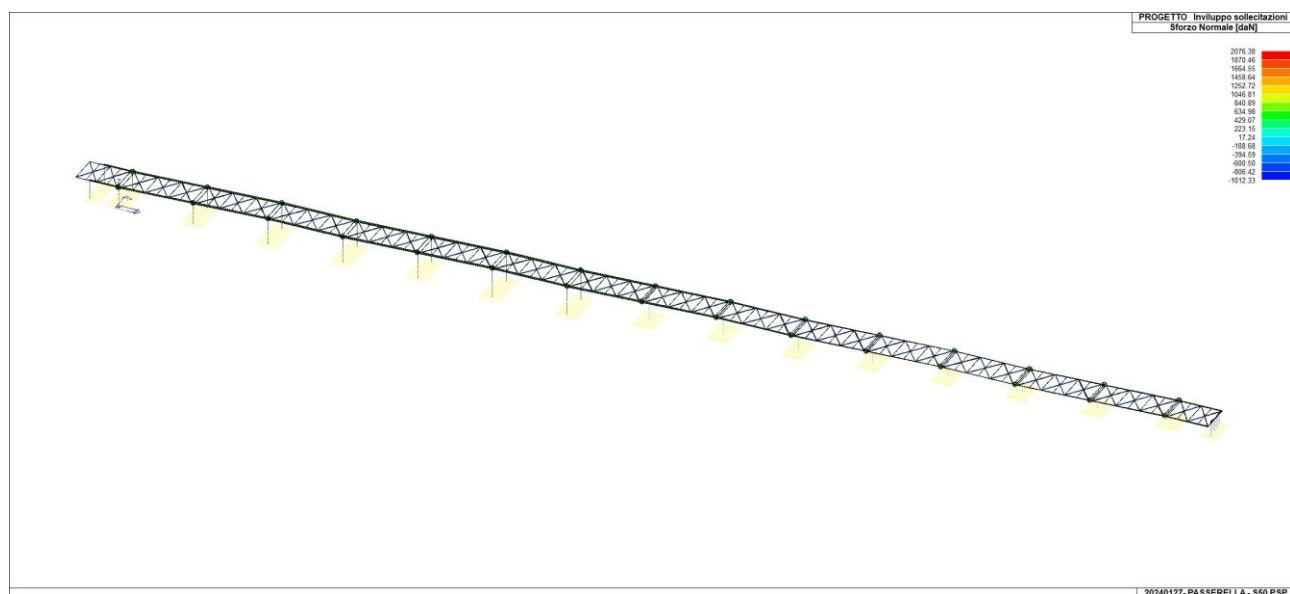
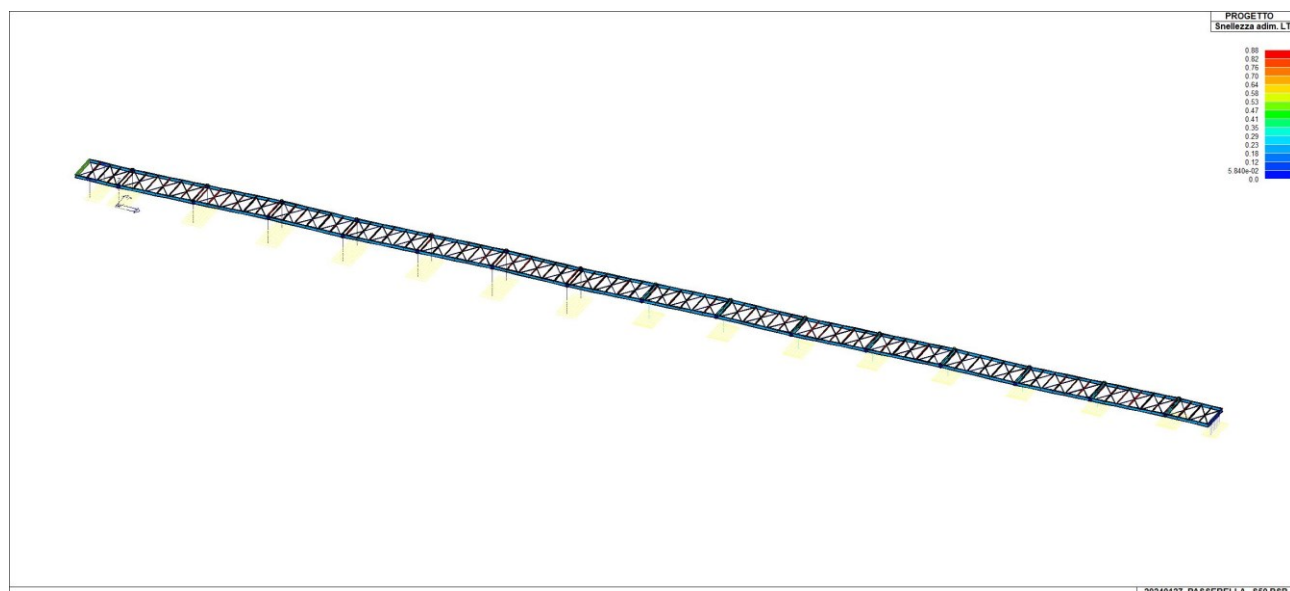
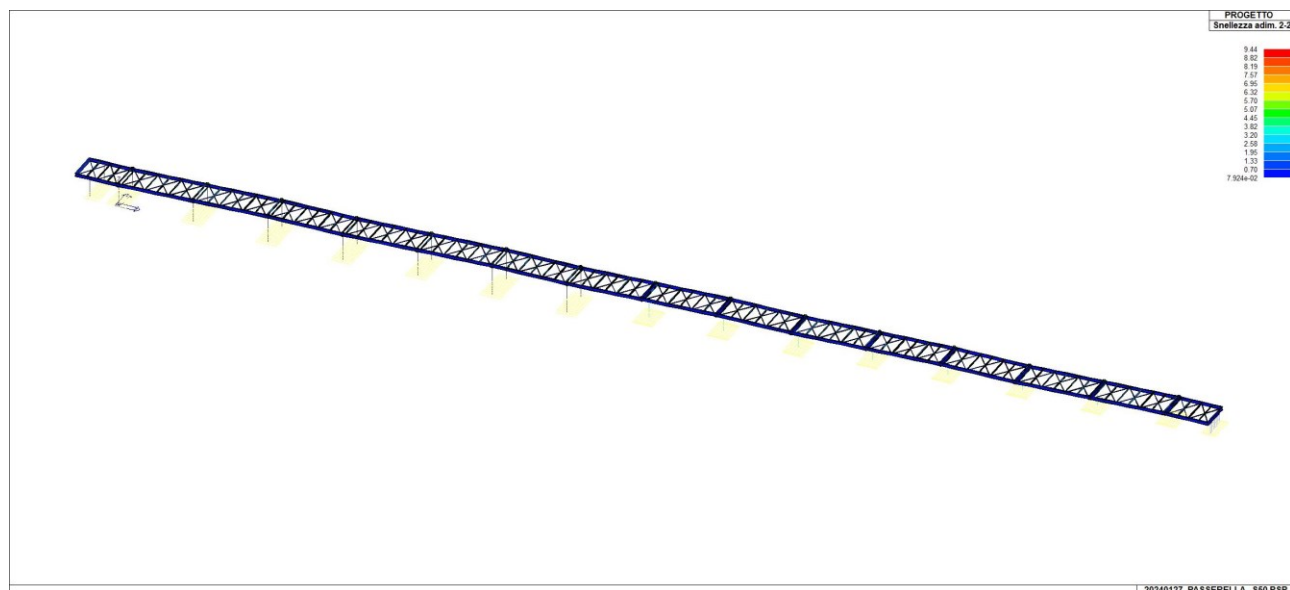
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



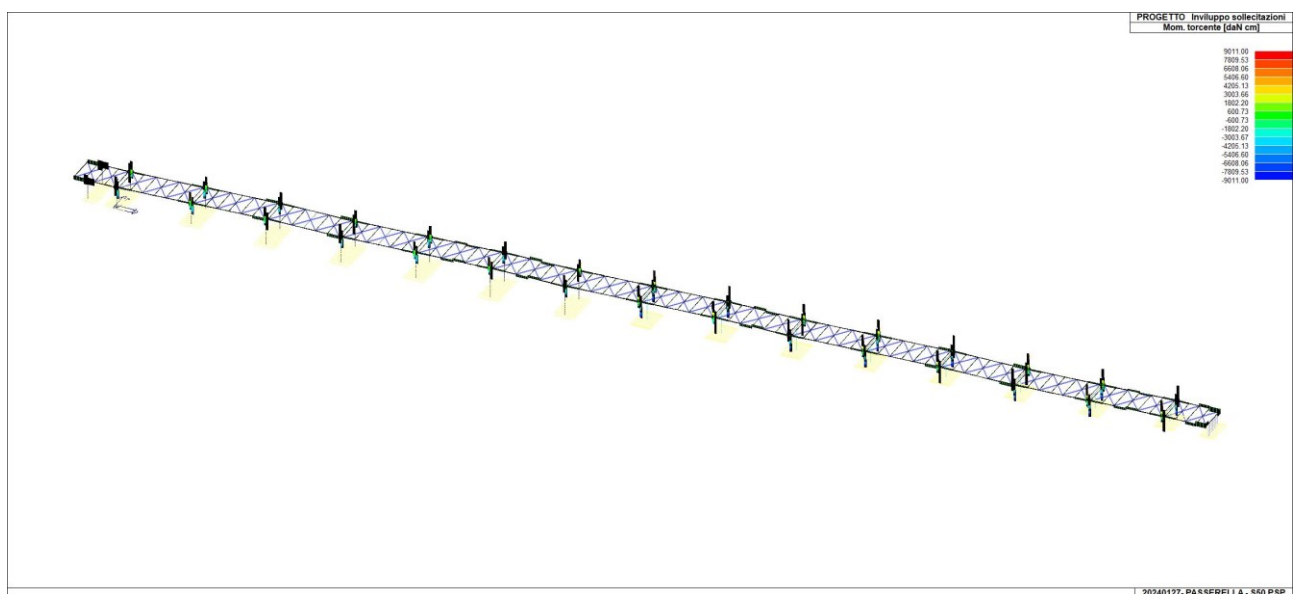
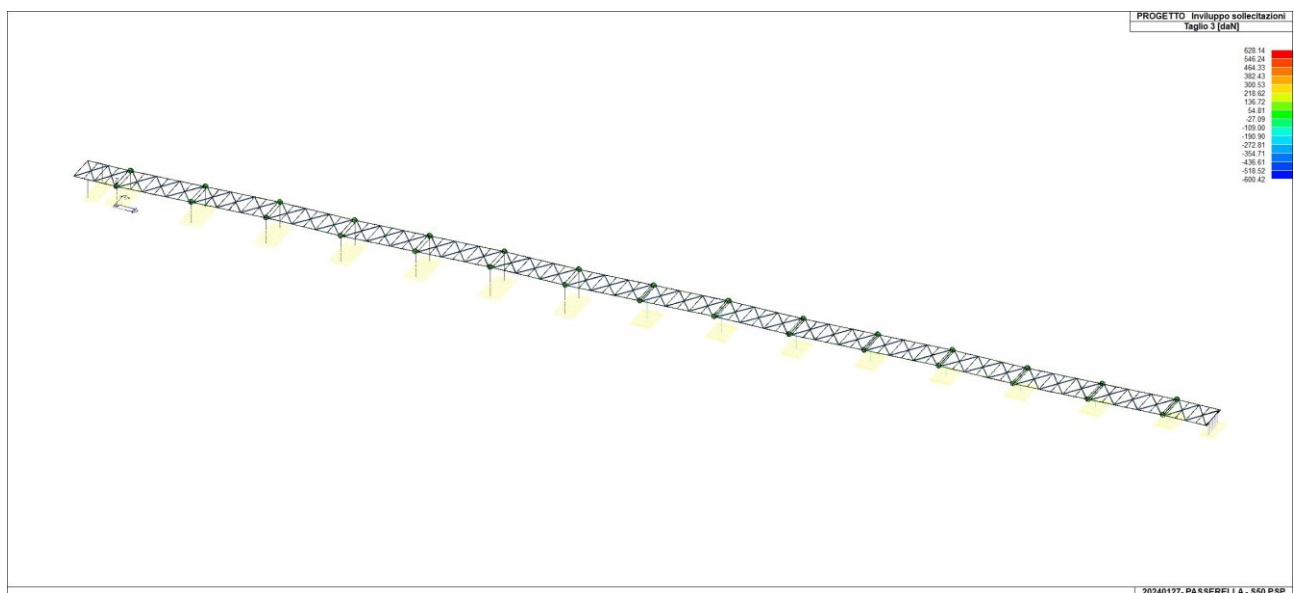
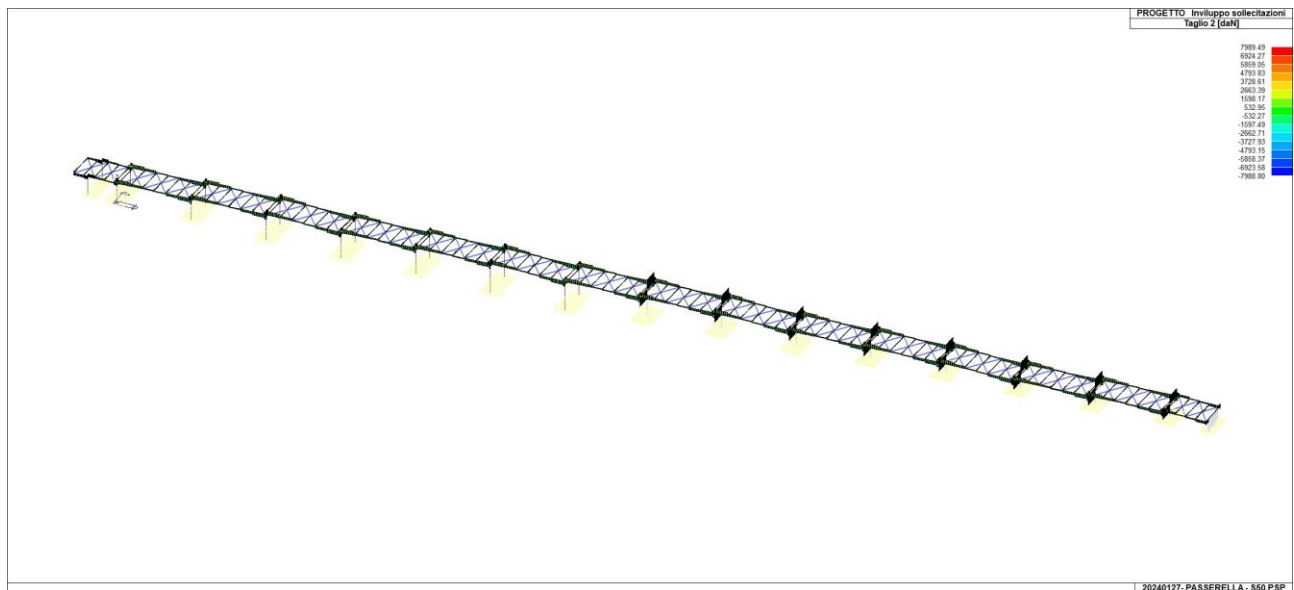
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



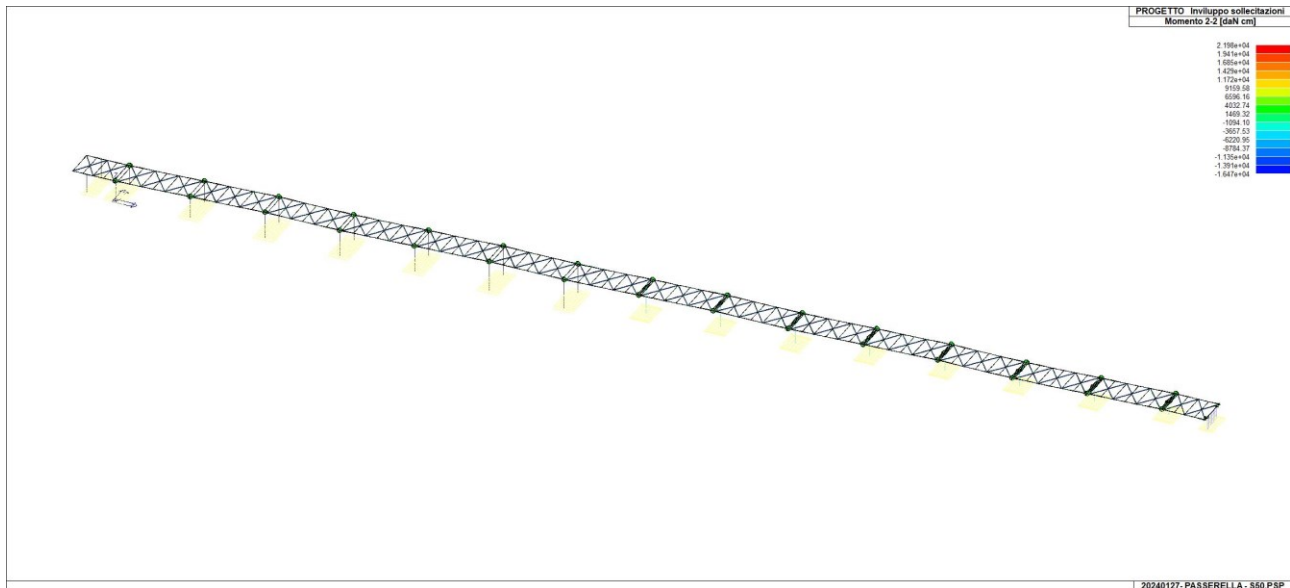
LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
 PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



Elementi in acciaio

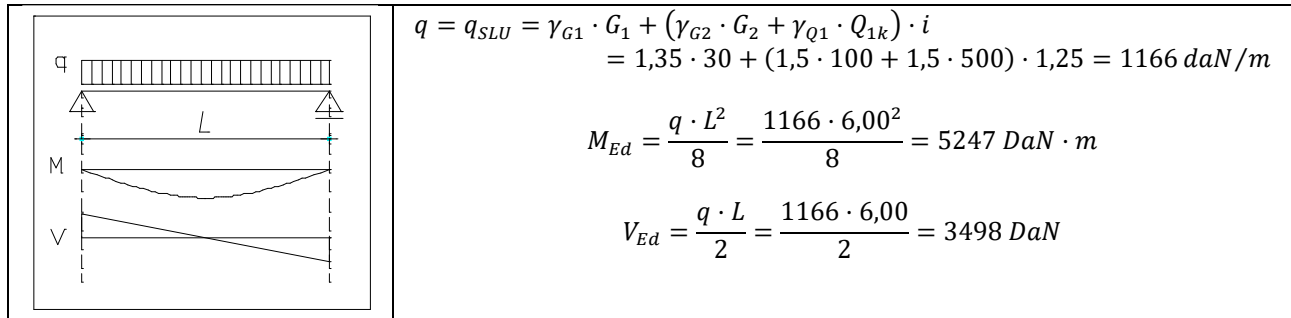
Elementi in acciaio	Valore minimo	Valore massimo
Sfruttamento (%)	0.33	90.71
Verifica (ductilità zone tese)	0.91	0.91
Verif. 4.2.4.1.2 V/T	0.0	0.47
Verif. 4.2.4.1.2 N/M	1.65e-03	0.82
Verif. 4.2.4.1.3.2 Flessione	0.0	0.91
Verif. 4.2.4.1.3.3 Presso-fless.	0.0	0.46
Tensione Von Mises [daN/cm ²]	0.0	3168.24
Freccia (1000/L)	0.16	13.16
Luce libera 3-3	15.00	307.68
Luce libera 2-2	15.00	307.68
Luce svergol.	0.0	242.00
Snellezze 3-3	1.65	288.62
Snellezze 2-2	6.05	721.56
Snellezza adim. 3-3	0.02	3.78
Snellezza adim. 2-2	0.08	9.44
Snellezza adim. LT	0.0	0.88
Sforzo Normale [daN]	-1012.33	2076.38
Taglio 2 [daN]	-7988.80	7989.49
Taglio 3 [daN]	-600.42	628.14
Mom. torcente [daN cm]	-9011.00	9011.00
Momento 2-2 [daN cm]	-1.647e+04	2.198e+04
Momento 3-3 [daN cm]	-9.756e+05	5.468e+05

10. GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

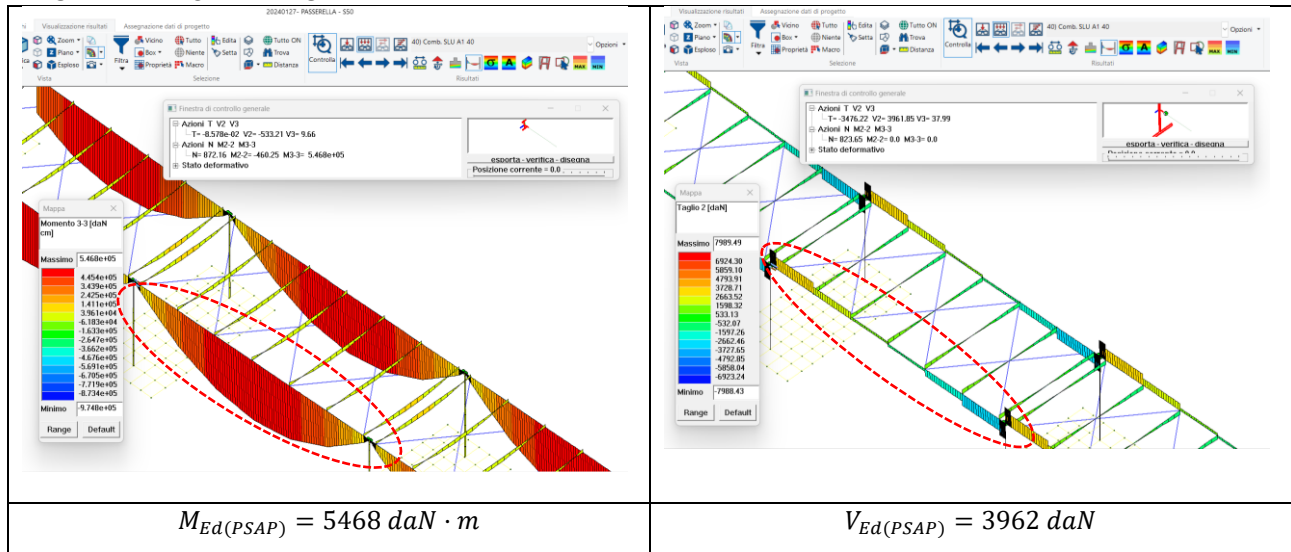
Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi. Si può pertanto asserire che l'elaborazione sia corretta e completa. I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli che ne comprovano l'attendibilità. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali e adottati, anche in fase di primo proporzionamento della struttura. Inoltre, sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni. Si allega al termine della presente relazione elenco sintetico dei controlli svolti (verifiche di equilibrio tra reazioni vincolari e carichi applicati, comparazioni tra i risultati delle analisi e quelli di valutazioni semplificate, etc.).

COSCIALI ACCIAIO CORTEN A S355 IPE 220 Luce=6,00 m i=1,25 m – SCHEMA: Appoggio-Appoggio

CALCOLO MANUALE SLU



RISULTATI PROSAP SLU



VARIABILITA'

$$p_M = \frac{M_{Ed(PSAP)} - M_{Ed}}{M_{Ed}} = \frac{5468 - 5247}{5247} = 0,0421 = +4,21\%$$

$$p_V = \frac{V_{Ed(PSAP)} - V_{Ed}}{V_{Ed}} = \frac{3962 - 3498}{3498} = 0,1327 = +13,27\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Acciaio CORTEN A (S355)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ MPa} = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Sezione IPE 220} \rightarrow W_x = 255 \text{ cm}^3; A_v = 15,88 \text{ cm}^2$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_x = 3380 \cdot 252 = 851760 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 8518 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed(PSAP)}}{M_{Rd}} = \frac{5468}{8518} = 0,64 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{3380 \cdot 15,88}{\sqrt{3}} = 30989 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{3498}{30989} = 0,11 < 1 \quad \text{Verificato}$$

TRAVERSI ACCIAIO CORTEN A S355 IPE 100 Luce=2,50 m i=0,95 m – SCHEMA: 2 Semincastri
SCHEMI LIMITE: Appoggio-Appoggio; Incastro-incastri

CALCOLO MANUALE SLU

$$q = q_{SLU} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + (\gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{1k}) \cdot i$$

$$= 1,35 \cdot 8,1 + (1,5 \cdot 70 + 1,5 \cdot 500) \cdot 0,95 = 823 \text{ daN/m}$$

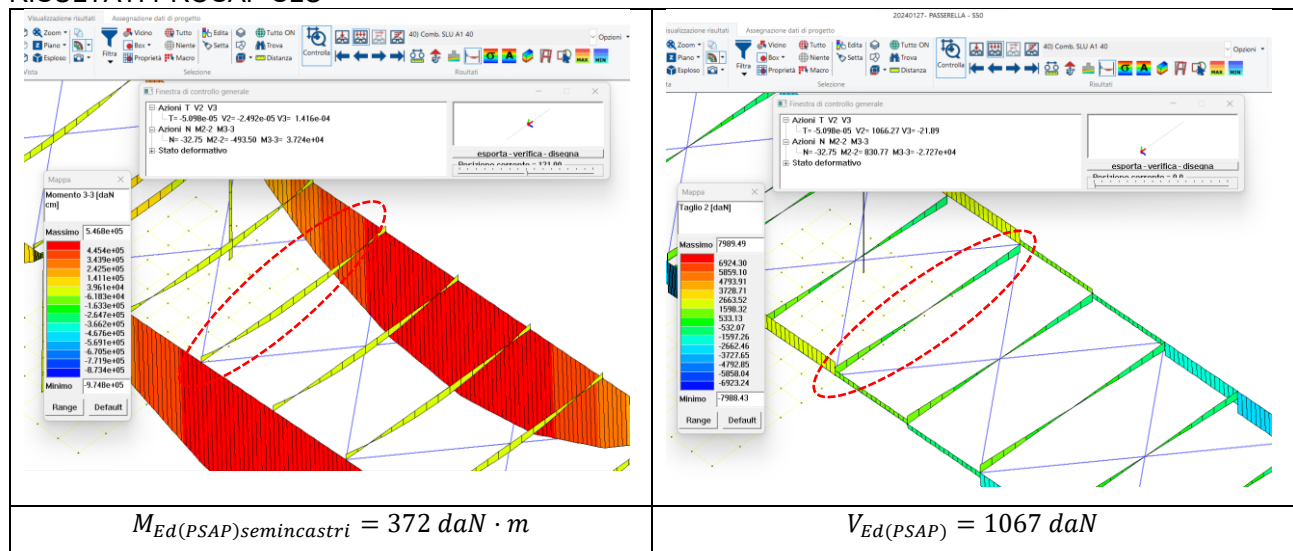
$$M_{Ed(L/2)\text{incastro-incastro}} = \frac{q \cdot L^2}{24} = \frac{823 \cdot 2,50^2}{24} = 215 \text{ DaN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed(L/2)\text{appoggio-appoggio}} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{823 \cdot 2,50^2}{8} = 643 \text{ DaN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed(L/2)\text{semincastri}} = \frac{q \cdot L^2}{(24 + 8)/2} = \frac{823 \cdot 2,50^2}{16} = 321 \text{ DaN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{823 \cdot 2,50}{2} = 1029 \text{ daN}$$

RISULTATI PROSAP SLU



VARIABILITA'

$$p_M = \frac{M_{Ed(PSAP)} - M_{Ed}}{M_{Ed}} = \frac{372 - 321}{321} = 0,1588 = +15,88\%$$

$$p_V = \frac{V_{Ed(PSAP)} - V_{Ed}}{V_{Ed}} = \frac{1067 - 1029}{1029} = 0,037 = +3,70\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo. È da ritenersi plausibile l'ipotesi del semincastro.

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Acciaio CORTEN A (S355)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{Mo}} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ MPa} = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Sezione IPE 100} \rightarrow W_x = 34,2 \text{ cm}^3; A_v = 5,08 \text{ cm}^2$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_x = 3380 \cdot 34,2 = 115596 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 1156 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{643}{1156} = 0,56 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{3380 \cdot 5,08}{\sqrt{3}} = 9913 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{1029}{9913} = 0,10 < 1 \quad \text{Verificato}$$

TRAVI ACCIAIO CORTEN A S355 IPE 240 Luce=1,25 m – SCHEMA: Mensola

CALCOLO MANUALE SLU

	$P = P_{SLU} = 2 \cdot V_{Ed(cosciali)} = 2 \cdot 3525 = 7050 \text{ daN/m}$ $M_{Ed} = P \cdot L = 7050 \cdot 1,25 = 8813 \text{ DaN} \cdot \text{m}$ $V_{Ed} = P = 7050 \text{ DaN}$
--	---

RISULTATI PROSAP SLU

$M_{Ed(PSAP)semincastri} = 9508 \text{ daN} \cdot \text{m}$	$V_{Ed(PSAP)} = 7989 \text{ daN}$

VARIABILITA'

$$p_M = \frac{M_{Ed(PSAP)} - M_{Ed}}{M_{Ed}} = \frac{9508 - 8813}{8813} = 0,0789 = +7,89\%$$

$$p_V = \frac{V_{Ed(PSAP)} - V_{Ed}}{V_{Ed}} = \frac{7989 - 7050}{7050} = 0,1332 = +13,32\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

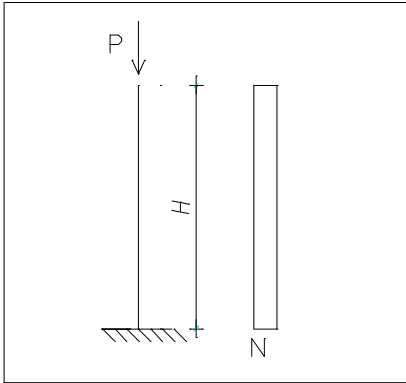
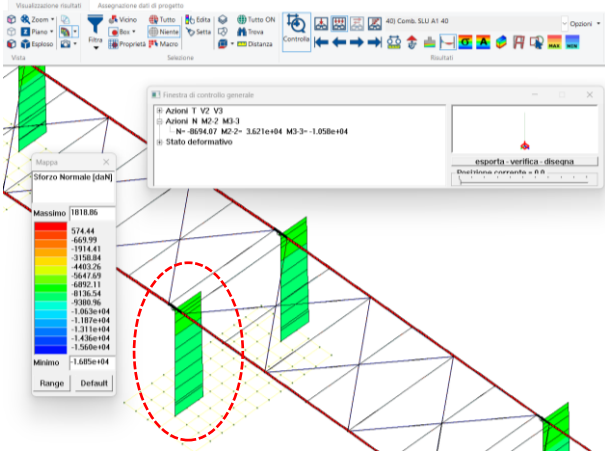
$$\text{Acciaio CORTEN A (S355)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ MPa} = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Sezione IPE 240} \rightarrow W_x = 324,3 \text{ cm}^3; A_v = 19,14 \text{ cm}^2$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_x = 3380 \cdot 324,3 = 1096134 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 10961 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{8816}{10961} = 0,80 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{3380 \cdot 19,14}{\sqrt{3}} = 37350 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{7050}{37350} = 0,19 < 1 \quad \text{Verificato}$$

PILASTRO CALCESTRUZZO C25/30 ARMATURA B450C 30x30 cm – SCHEMA: Mensola

CALCOLO MANUALE SLU	RISULTATI PROSAP SLU
	
$N_{Ed} = \gamma_{G1} \cdot (B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_{cls}) + 2 \cdot V_{Ed(cosciali)}$ $= 1,35 \cdot (0,30 \cdot 0,30 \cdot 2,50 \cdot 2500)$ $+ 2 \cdot 3525 = 7810 \text{ daN}$	$N_{Ed(PSAP)} = 8694 \text{ daN}$

VARIABILITA'

$$p_N = \frac{N_{Ed(PSAP)} - N_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{8694 - 7810}{7810} = 0,1132 = +11,32\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Calcestruzzo C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,85 \cdot 25}{1,50} = 14,2 \text{ MPa} = 142 \text{ daN/cm}^2$$

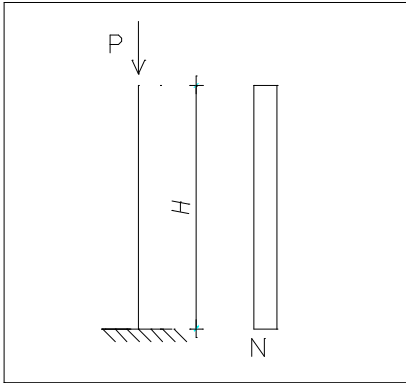
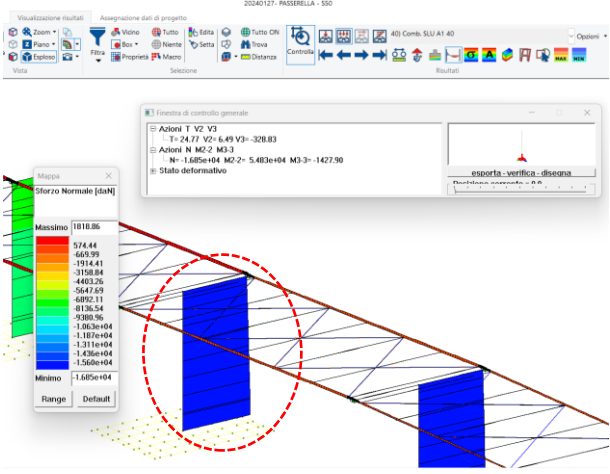
$$\text{Sezione } 30 \times 30 \text{ cm} \rightarrow J = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{30 \cdot 30^3}{12} = 67500 \text{ cm}^4; A_{solo \text{ cls}} = B \cdot H = 30 \cdot 30 = 900 \text{ cm}^2;$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{A}} = \sqrt{\frac{67500}{900}} = 8,66 \text{ cm}; l_0 = \beta \cdot L = 2 \cdot 2,50 = 5,00 \text{ m} = 500 \text{ cm}$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{500}{8,66} = 57,74; \nu = \frac{N_{Ed}}{A_{solo \text{ cls}} \cdot f_{cd}} = \frac{7810}{900 \cdot 142} = 0,061; \lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{\nu}} = \frac{25}{\sqrt{0,061}} = 101,22 > \lambda = 57,74$$

$$N_{Rd} = f_{cd} \cdot A_{solo \text{ cls}} = 142 \cdot 30 \cdot 30 = 127800 \text{ daN} \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{7810}{127800} = 0,06 < 1 \quad \text{Verificato}$$

PILASTRO CALCESTRUZZO C25/30 ARMATURA B450C 30x40 cm – SCHEMA: Mensola

CALCOLO MANUALE SLU	RISULTATI PROSAP SLU
	
$N_{Ed} = \gamma_{G1} \cdot (B \cdot H \cdot L \cdot \gamma_{cls} + P_{IPE\ 240} \cdot l) + 4 \cdot V_{Ed(cosciali)}$ $= 1,35 \cdot (0,30 \cdot 0,40 \cdot 2,50 \cdot 2500 + 30,7 \cdot 2,50) + 4 \cdot 3525 = 15216\ daN$	$N_{Ed(PSAP)} = 16850\ daN$

VARIABILITA'

$$p_N = \frac{N_{Ed(PSAP)} - N_{Ed}}{N_{Ed}} = \frac{16850 - 15216}{15216} = 0,1074 = +10,74\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Calcestruzzo C25/30} \rightarrow f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_{M0}} = \frac{0,85 \cdot 25}{1,50} = 14,2\ MPa = 142\ daN/cm^2$$

$$\text{Sezione 30x40 cm} \rightarrow J = \frac{B \cdot H^3}{12} = \frac{40 \cdot 30^3}{12} = 90000\ cm^4; A_{solo\ cls} = B \cdot H = 40 \cdot 30 = 1200\ cm^2;$$

$$i = \sqrt{\frac{J}{A}} = \sqrt{\frac{90000}{1200}} = 8,66\ cm; l_0 = \beta \cdot L = 2 \cdot 2,50 = 5,00\ m = 500\ cm$$

$$\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{500}{8,66} = 57,74; \nu = \frac{N_{Ed}}{A_{solo\ cls} \cdot f_{cd}} = \frac{15216}{1200 \cdot 142} = 0,089; \lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{\nu}} = \frac{25}{\sqrt{0,089}} = 83,80 > \lambda = 57,74$$

$$N_{Rd} = f_{cd} \cdot A_{solo\ cls} = 142 \cdot 30 \cdot 40 = 170400\ daN \rightarrow \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} = \frac{15216}{170400} = 0,09 < 1\ \text{Verificato}$$

PRESSIONI AL SUOLO FONDAZIONI 314x160 cm

CALCOLO MANUALE SLU

$$\text{Scarico Pilastrini } 30 \times 30 \rightarrow F_1 = N_{Ed(30 \times 30)} = 7810 \text{ daN}$$

$$\text{Scarico Fondazione} \rightarrow F_2 = \gamma_{G1} \cdot (B \cdot H \cdot s \cdot \gamma_{cls}) = 1,35 \cdot (3,14 \cdot 1,60 \cdot 0,50 \cdot 2500) = 8478 \text{ daN}$$

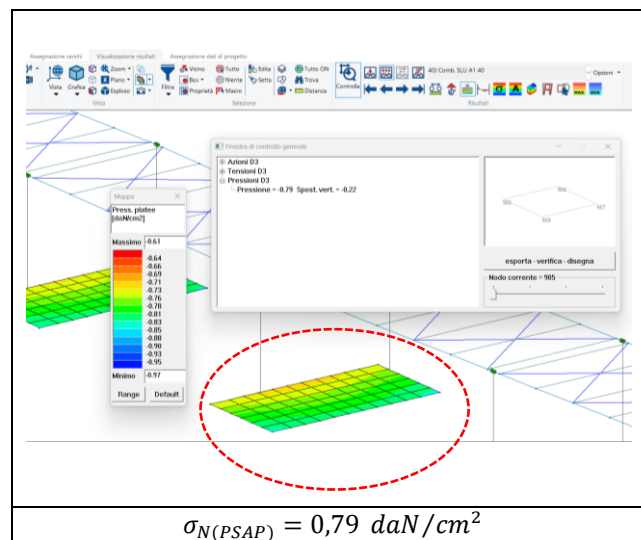
$$\text{Scarico Terreno} \rightarrow F_3 = \gamma_{G2} \cdot (B \cdot H \cdot h \cdot \gamma_{terra}) = 1,5 \cdot (3,14 \cdot 1,60 \cdot 1,00 \cdot 2000) = 15072 \text{ daN}$$

$$\text{Carico variabile centrato} \rightarrow N_{Ed} = 2 \cdot F_1 + F_2 + F_3 = 2 \cdot 7810 + 8478 + 15072 = 39170 \text{ daN}$$

$$A_{fond} = B \cdot H = 314 \cdot 160 = 50240 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_N = \frac{N_{Ed}}{A_{fond}} = \frac{39250}{50240} = 0,78 \text{ daN/cm}^2$$

RISULTATI PROSAP SLU (- = pressione in prosap!)



VARIABILITA'

$$p_\sigma = \frac{\sigma_{N(PSAP)} - \sigma_N}{\sigma_N} = \frac{0,79 - 0,78}{0,78} = 0,0128 = +1,28\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

PRESSIONI AL SUOLO FONDAZIONI 220x160 cm

CALCOLO MANUALE SLU

$$\text{Scarico Pilastro } 30 \times 40 \rightarrow F_1 = N_{Ed(30 \times 40)} = 15216 \text{ daN}$$

$$\text{Scarico Fondazione} \rightarrow F_2 = \gamma_{G1} \cdot (B \cdot H \cdot s \cdot \gamma_{cls}) = 1,35 \cdot (2,20 \cdot 1,60 \cdot 0,50 \cdot 2500) = 5940 \text{ daN}$$

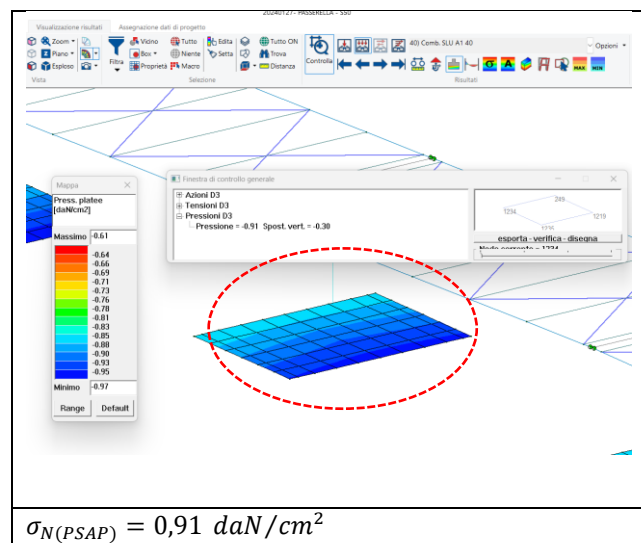
$$\text{Scarico Terreno} \rightarrow F_3 = \gamma_{G2} \cdot (B \cdot H \cdot h \cdot \gamma_{terra}) = 1,5 \cdot (2,20 \cdot 1,60 \cdot 1,00 \cdot 2000) = 10560 \text{ daN}$$

$$\text{Carico variabile centrato} \rightarrow N_{Ed} = F_1 + F_2 + F_3 = 15216 + 5940 + 10560 = 31716 \text{ daN}$$

$$A_{fond} = B \cdot H = 220 \cdot 160 = 35200 \text{ cm}^2$$

$$\sigma_N = \frac{N_{Ed}}{A_{fond}} = \frac{31716}{35200} = 0,90 \text{ daN/cm}^2$$

RISULTATI PROSAP SLU (- = pressione in prosap!)



VARIABILITA'

$$p_{\sigma} = \frac{\sigma_{N(PSAP)} - \sigma_N}{\sigma_N} = \frac{0,91 - 0,90}{0,90} = 0,0111 = +1,11\%$$

Data la poca varianza percentuale e la leggera sovrastima a favore di sicurezza dei valori ottenuti dal modello, il giudizio sull'accettabilità dei risultati è da ritenersi positivo.

11. ULTERIORI VERIFICHE

RIPARTITORI IPE 80 DELLA PAVIMENTAZIONE

Si riporta nel seguito il calcolo delle sollecitazioni sui ripartitori di sezione IPE 80 sempre in acciaio Corten A S355 sui quali poggia la pavimentazione (sempre in acciaio Corten A e di resistenza meccanica e allo scivolamento che deve essere certificata dal produttore) e non presenti nel modello ma considerati in peso, in quanto secondari e funzionali alla pavimentazione.

CALCOLO MANUALE SLU

	$q = q_{SLU} = \gamma_{G1} \cdot G_1 + (\gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_{Q1} \cdot Q_{1k}) \cdot i$ $= 1,35 \cdot 6 + (1,5 \cdot 64 + 1,5 \cdot 500) \cdot 0,80 = 685 \text{ daN/m}$ $M_{Ed} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{685 \cdot 0,95^2}{8} = 78 \text{ DaN} \cdot \text{m}$ $V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{685 \cdot 0,95}{2} = 310 \text{ DaN}$
--	---

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Acciaio CORTEN A (S355)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ MPa} = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Sezione IPE 80} \rightarrow W_x = 20,0 \text{ cm}^3; A_v = 3,58 \text{ cm}^2$$

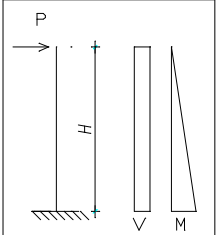
$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_x = 3380 \cdot 20,0 = 67600 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 676 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{78}{676} = 0,12 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{3380 \cdot 3,58}{\sqrt{3}} = 6986 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{310}{6986} = 0,05 < 1 \quad \text{Verificato}$$

MONTANTI PARAPETTI

Si riporta nel seguito il calcolo di resistenza dei parapetti, i cui montanti saranno realizzati con pailli in acciaio Corten A S 355, mentre il corrimano e gli elementi intermedi saranno realizzati con sezioni tubolari cave di acciaio S275 zincato. Tali elementi secondari non sono stati modellati nel modello agli elementi finiti, ma sono stati introdotti nello stesso in termini di peso e di momento torcente applicato, in corrispondenza di ogni montante, ai cosciali IPE 220. I valori di calcolo sono quelli dettati dalle NTC 2018 al § 5.1.3.10.

CALCOLO MANUALE SLU

	$P = \gamma_{Q1} \cdot 150 \cdot i = 1,5 \cdot 150 \cdot 0,95 = 215 \text{ daN}$ $M_{Ed} = P \cdot H = 215 \cdot 1,27 = 273 \text{ DaN} \cdot \text{m}$ $V_{Ed} = P = 215 \text{ DaN}$
---	--

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Acciaio CORTEN A (S355)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{355}{1,05} = 338 \text{ MPa} = 3380 \text{ daN/cm}^2$$

Sezione 1 (alla base)

$$\text{PIATTO } 100 \times 10 \text{ mm } (H = 1,27 \text{ m}) \rightarrow W_x = \frac{s \cdot h^2}{6} = \frac{1 \cdot 10^2}{6} = 16,66 \text{ cm}^3; A_v = 10 \cdot 1 = 10 \text{ cm}^2$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_x = 3380 \cdot 16,66 = 56310 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 563 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{273}{563} = 0,48 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{3380 \cdot 10,00}{\sqrt{3}} = 19520 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{215}{19520} = 0,01 < 1 \quad \text{Verificato}$$

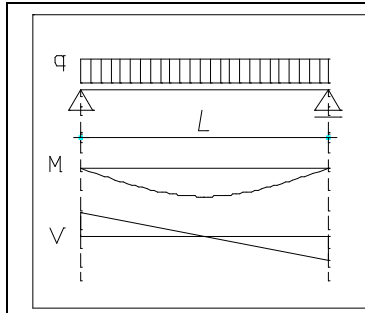
Si riportano nel seguito le verifiche ad ogni quota con il relativo momento, delle saldature con i traversi. Le formule implementate in Excel sono le stesse della risoluzione manuale sopra riportata.

ATTENZIONE: I TRAVERSI DOVRANNO ESSERE SALDATI ESTERNAMENTE AI MONTANTI, SENZA FORATURA PASSANTE, IN QUANTO IN QUESTO CASO LE SEZIONI DEI MONTANTI NON SONO VERIFICATE.

VERIFICA SEZIONI MONTANTE PARAPETTO															
N° Sezione	s (cm)	h (cm)	Ø foro (cm)	Distanza foro dal bordo d (cm)	Asse neutro X (cm)	Av (cm²)	Wx (cm³)	P (daN)	H (m)	M _{Ed} = P·H (daN·m)	M _{Rd} (daN·m)	V _{Ed} = P (daN)	V _{Rd} (daN)	Verifica Momento <1	Verifica Taglio <1
1	1,00	10,00	0,00	0,00	5,00	10,00	16,67	215	1,27	273	563	215	19520	0,48	0,01
2	1,00	10,00	0,00	0,00	5,00	10,00	16,67	215	0,93	200	563	215	19520	0,35	0,01
3	1,00	9,50	0,00	0,00	4,75	9,50	15,04	215	0,82	176	509	215	18544	0,35	0,01
4	1,00	9,30	0,00	0,00	4,65	9,30	14,42	215	0,71	153	487	215	18154	0,31	0,01
5	1,00	9,00	0,00	0,00	4,50	9,00	13,50	215	0,60	129	456	215	17568	0,28	0,01
6	1,00	8,50	0,00	0,00	4,25	8,50	12,04	215	0,49	105	407	215	16592	0,26	0,01
7	1,00	8,00	0,00	0,00	4,00	8,00	10,67	215	0,38	82	361	215	15616	0,23	0,01
8	1,00	7,50	0,00	0,00	3,75	7,50	9,38	215	0,27	58	317	215	14640	0,18	0,01
9	1,00	7,00	0,00	0,00	3,50	7,00	8,17	215	0,16	34	276	215	13664	0,12	0,02
10	1,00	6,50	4,50	1,00	3,25	1,00	0,05	216	0,00	0	2	216	1952	0,00	0,11

CORRIMANO PARAPETTI

CALCOLO MANUALE SLU



$$q = q_{SLU} = \gamma_{Q1} \cdot Q_{1k} = 1,50 \cdot 150 = 225 \text{ daN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{q \cdot L^2}{8} = \frac{225 \cdot 0,95^2}{8} = 26 \text{ DaN} \cdot \text{m}$$

$$V_{Ed} = \frac{q \cdot L}{2} = \frac{225 \cdot 0,95}{2} = 110 \text{ daN}$$

VERIFICA SEZIONI SLU - MANUALE

$$\text{Acciaio zincato (S275)} \rightarrow f_{yd} = \frac{f_{yd}}{\gamma_{M0}} = \frac{275}{1,05} = 261 \text{ MPa} = 2610 \text{ daN/cm}^2$$

$$\text{Sezione tubolare senza saldatura } 42,4 \times 1,2 \text{ mm} \rightarrow W_{pl} = 2,04 \text{ cm}^3; A = A_v = 1,55 \text{ cm}^2$$

$$M_{Rd} = f_{yd} \cdot W_{pl} = 2610 \cdot 2,04 = 5324 \text{ daN} \cdot \text{cm} = 53,24 \text{ daN} \cdot \text{m} \rightarrow \frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{26}{53,24} = 0,49 < 1 \quad \text{Verificato}$$

$$V_{Rd} = \frac{f_{yd} \cdot A_v}{\sqrt{3}} = \frac{2610 \cdot 1,55}{\sqrt{3}} = 2335 \text{ daN} \rightarrow \frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{110}{2335} = 0,05 < 1 \quad \text{Verificato}$$

EVENUTALE CONNESSIONE BULLONATA MONTANTI PARAPETTI

Qualora non si ricorra alla saldatura diretta sui cosciali, alternativamente collegare i parapetti con n°2 bulloni M12 classe 8.8 posti a distanza minima di $p_2=15,0$ cm tra loro e distanziati minimo $a_2=2,5$ cm da bordo inferiore e $a_1=5,0$ cm da entrambi i bordi laterali (centraggio sul montante)

VERIFICA MANUALE

$$\text{Bullone M12 classe 8.8} \rightarrow f_{ybk} = 640 \text{ MPa}; f_{tbk} = 800 \text{ MPa}; A_{res} = 0,84 \text{ cm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{p_1} = \frac{273}{0,15} = 1820 \text{ daN}$$

$$F_{vRd} = \frac{0,6 \cdot f_{tbk} \cdot A_{res}}{\gamma_{M2}} = \frac{0,6 \cdot 800 \cdot 0,84}{1,25} = 3237 \text{ daN}$$

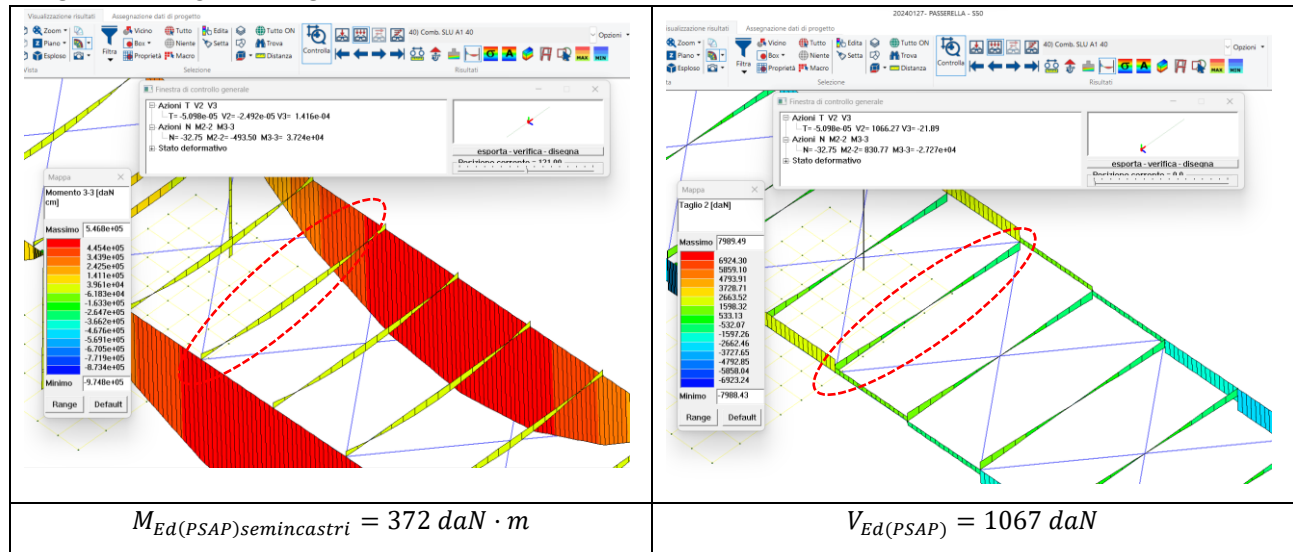
$$\alpha = 1; k = 2,5 \rightarrow F_{bRd} = \frac{k \cdot \alpha \cdot f_{tk} \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 1 \cdot 5100 \cdot 1,2 \cdot 1}{1,25} = 12240 \text{ daN}$$

$$V_{Rd} = \min\{F_{vRd}; F_{bRd}\} = 3237 \text{ daN}$$

$$\frac{V_{Ed}}{V_{Rd}} = \frac{1820}{3237} = 0,56 < 1 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA SALDATURE TRAVERSI IPE 100 A COSCIALI IPE 220

RISULTATI PROSAP SLU



AZIONI DI CALCOLO:

$$V_{Ed} = \gamma_{M2} \cdot V_{Ed(PSAP)} = 1,25 \cdot 1067 \text{ daN} = 1350 \text{ daN} = 13500 \text{ N}$$

$$M_{Ed} = \gamma_{M2} \cdot M_{Ed(PSAP)} = 1,25 \cdot 372 \text{ daN} \cdot m = 465 \text{ daN} \cdot m = 4650000 \text{ N} \cdot mm$$

$$e = \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} = \frac{4650000}{13500} = 345 \text{ mm}$$

VERIFICA SALDATURE A CORDONE D'ANGOLO ((altezza di gola minima 5 mm, lato 7 mm):

UNIONE A FLESSIONE E TAGLIO - cordoni paralleli e ortogonali all'azione																		
Pianta	INPUT Definizione dell'azione $V = 13500 \text{ [N]}$ $e = 345 \text{ [mm]}$ Definizione della geometria dell'unione Cordoni paralleli all'azione $h = 100 \text{ [mm]}$ $a_{tw} = 5 \text{ [mm]}$ $A_{tw} = 500 \text{ [mm}^2\text{]}$ Cordoni ortogonali all'azione $l = 40 \text{ [mm]}$ $a_{2w} = 5 \text{ [mm]}$ $A_{2w} = 200 \text{ [mm}^2\text{]}$	OUTPUT Cordoni paralleli all'azione $\tau_{\parallel} = 13,50 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ Cordoni ortogonali all'azione $\tau_{\perp, max} = 221,62 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	VERIFICA (NTC 2018) Metodo direzionale $\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_d}{\beta_{fM2}}$ $\sigma_{\perp} \leq 0,9 f_{tk} / \gamma_{M2}$															
	<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th></th> <th>EN10025 - S355 / S355 N/NL/M/ML/W</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cordoni paralleli</td> <td>23,38 <</td> <td>453,33</td> <td>Verificato</td> </tr> <tr> <td>Cordoni ortogonali</td> <td>313,42 <</td> <td>453,33</td> <td>Verificato</td> </tr> <tr> <td>Cordoni ortogonali</td> <td>156,71 <</td> <td>367,20</td> <td>Verificato</td> </tr> </tbody> </table>					EN10025 - S355 / S355 N/NL/M/ML/W		Cordoni paralleli	23,38 <	453,33	Verificato	Cordoni ortogonali	313,42 <	453,33	Verificato	Cordoni ortogonali	156,71 <	367,20
		EN10025 - S355 / S355 N/NL/M/ML/W																
Cordoni paralleli	23,38 <	453,33	Verificato															
Cordoni ortogonali	313,42 <	453,33	Verificato															
Cordoni ortogonali	156,71 <	367,20	Verificato															

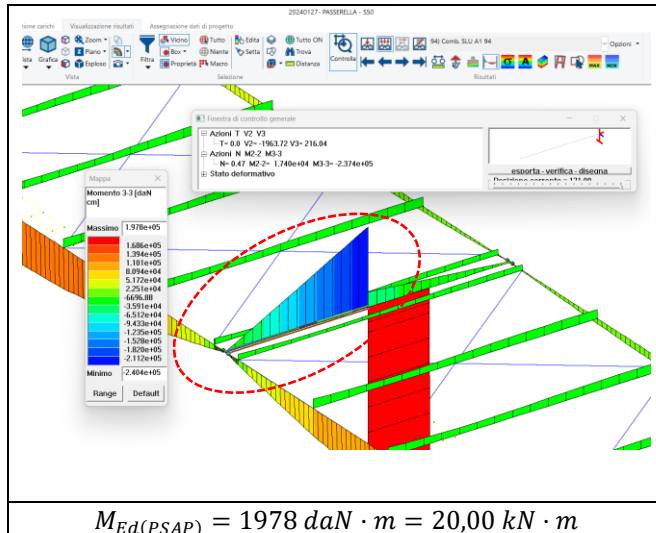
Torna al Menu Principale

Torna al Menu Sollecitazioni di Flessione e Taglio

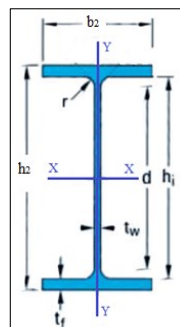
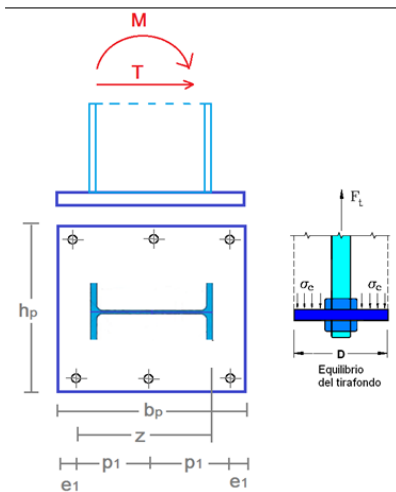
Fondazione
Promozione Acciaio

CONNESSIONE TRAVI IPE 240 AI PILASTRI

Connessione realizzata con n°8 tirafondi su 4 allineamenti a distanza di 10 cm tra loro costituiti da barre filettate M12 classe 8.8 della lunghezza minima di 300 mm annegate nel getto del pilastro. Il coefficiente di sicurezza della connessione è incluso nel momento resistente ottenuto dal foglio di calcolo.



Questo foglio di calcolo può essere utilizzato per il calcolo del momento resistente di base del montante. Il collegamento viene realizzato tramite una piastra saldata al montante e bullonata al cordolo in c.a. Il momento resistente viene calcolato prendendo il minimo fra la forza resistente di estrazione del tirafondo e la forza resistente a trazione del tirafondo.



N° profili metallici montante	1
Distanza fra i profili [mm]	0

Legenda	
Parametri da inserire	
Parametri non modificabili	
Valore complessivo Momento Resistente	

Definizione degli Elementi:

Profilo metallico	IPE 240		
hc = altezza profilo metallico	240	mm	
bc = base profilo metallico	120	mm	
hi = altezza fra le ali	220,4	mm	
d = altezza anima libera	190,4	mm	
tw = spessore anima	6,2	mm	
tf = spessore piattabanda	9,8	mm	
Piastra			
hp = altezza piastra	120	mm	Ok
bp = base piastra	400	mm	Ok
tp = spessore piastra	9	mm	
e1 (distanza dal bordo)	50	mm	Ok
e2 (distanza dal bordo)	25	mm	Ok
p1 (interasse fra i bulloni)	100,00	mm	Ok
p2 (interasse fra i bulloni)	70,00	mm	Ok
Numero colonne di bulloni	4		

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

Di seguito vengono riportati il numero dei bulloni sulla piastra, nei calcoli si farà riferimento al numero di bulloni su metà piastra (condizione di simmetria)

Numero bulloni colonna 1	2	
Numero bulloni colonna 2	2	
Numero bulloni colonna 3	2	
Numero bulloni colonna 4	2	
Numero bulloni colonna 5	0	
Numero bulloni colonna 6	0	
Numero bulloni colonna 7	0	
Numero bulloni colonna 8	0	
Numero bulloni colonna 9	0	
Numero ancoraggi	8	
Diametro ancoraggi = Ø	12	mm
Diametro dei fori = Ø ₀	13	mm

Definizione dei Materiali:

Profili acciaio e Piastra	S355 (ex Fe 510)	
f _{yk}	355	N/mm ²
f _{tk}	510	N/mm ²
E	210000	N/mm ²
G	80769	N/mm ²
Coef. parziale di sicurezza = γ _{M1}	1,05	

Soletta in calcestruzzo	C25/30	
--------------------------------	---------------	--

Caratteristiche meccaniche del materiale	f _{ck} [N/mm ²]	25,00
	f _{cd} [N/mm ²]	14,17
	f _{cm} [N/mm ²]	33,00
	f _{ctm} [N/mm ²]	2,56
	f _{cfm} [N/mm ²]	3,08
	f _{ctk} [N/mm ²]	1,80
	f _{ctd} [N/mm ²]	1,20
	f _{bk se ds 32}	4,04
	f _{bd}	2,69
	E _{cm} [N/mm ²]	31475,81
	γ [kN/m ³]	25,00
Coef. parziale di sicurezza = γ _C	1,5	

Bulloni:	8,8	
Diametro connettore:	12	mm
f _{yb}	640	N/mm ²
f _{ub}	800	N/mm ²
α	0,6	
Coef. parziale di sicurezza per le connessioni = γ _{M2}	1,25	

Resistenza a trazione ed a taglio dei bulloni:

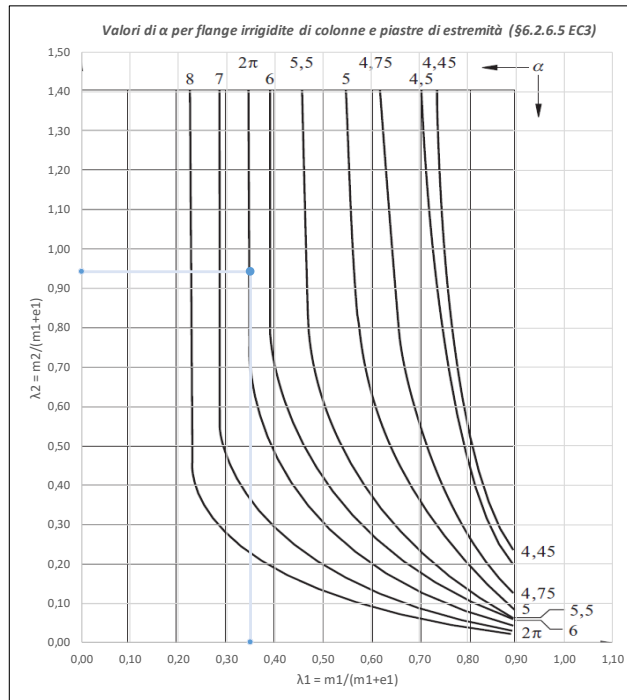
Resistenza a trazione:		
Numero ancoraggi	8	
Numero ancoraggi in trazione	4	
A _{res}	84,00	mm ²
F _{T,Rd1 n=1} = 0,9*f _{ub} *A _{res} /γ _{M2}	48,38	kN
F _{T,Rd1 Σn}	193,54	kN

Resistenza a taglio:		
Numero ancoraggi	8	
α	0,6	
A _{res}	84,00	mm ²
F _{V,Rd n=1} = α*f _{tb} *A _{res} /γ _{M2}	32,26	kN
F _{V,Rd Σn}	258,05	kN

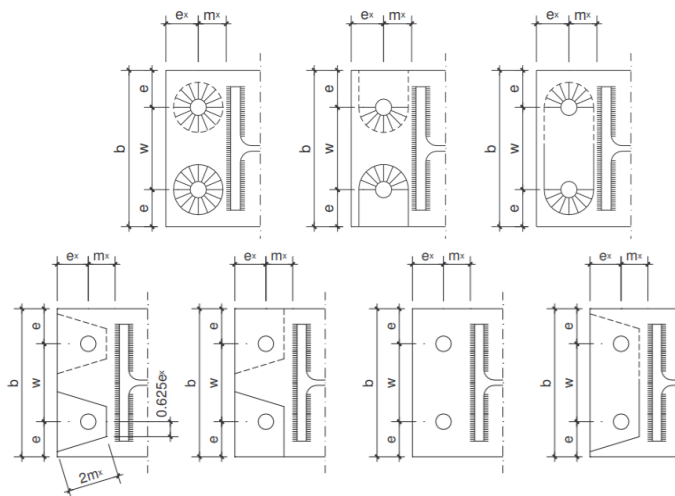
Resistenza a trazione dell'ancoraggio:

Resistenza a trazione dell'ancoraggio:		
Numero ancoraggi	8	
Numero ancoraggi in trazione	4	
L _{ancoraggio}	300,00	mm
F _{T,Rd2 ancoraggio n=1} = π*Ø*L _{ancoraggio} *f _{bd}	30,46	kN
F _{T,Rd2 Σn}	121,84	kN

LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA



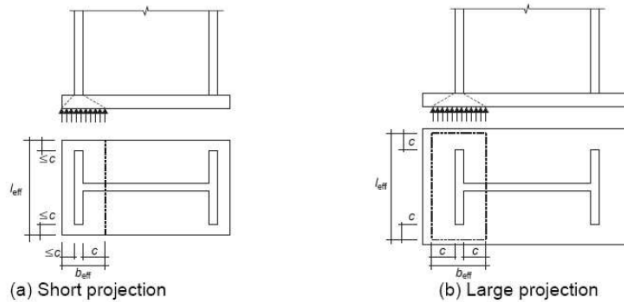
$m_x = ((b_p - h_c)/2) - e_1 - 0.8 \cdot a_w \cdot v_2$	22,80	mm	Ok
$m_1 = ((h_p - t_w)/2) - e_2 - 0.8 \cdot a_w \cdot v_2$	26,94	mm	Ok
$m_2 = h_2 - 0.8 \cdot a_i \cdot v_2$	72,60	mm	Ok
$h_2 = e_1 + p_1 - ((b_p - h_c)/2) + t_f$	79,80	mm	Ok
$a_w =$ altezza di gola della saldatura anima del profilo = t_{min} / v_2	4,38	mm	
$S_w = t_{min}$	6,2	mm	
$a_i =$ altezza di gola della saldatura piattabanda del profilo = t_{min} / v_2	6,36	mm	
$S_i = t_{min}$	9	mm	
$L_{eff} \text{ riga esterna} = \min [L_{eff1}, \dots, L_{eff7}]$	60,00	mm	
$L_{eff} \text{ riga interna} = \min [L_{eff8}, \dots, L_{eff10}]$	139,01	mm	
Momento resistente della piastra inflessa:			
$M_{pl,Rd} \text{ riga esterna} = (0.25 \cdot L_{eff} \text{ riga esterna} \cdot t_p^2 \cdot f_y k) / \gamma_{M0}$	410785,71	Nmm	
$M_{pl,Rd} \text{ riga interna} = (0.25 \cdot L_{eff} \text{ riga interna} \cdot t_p^2 \cdot f_y k) / \gamma_{M0}$	951722,04	Nmm	
$F_{T,Rd3-1} \text{ riga esterna} = 4 \cdot M_{pl,Rd} \text{ riga esterna} / m_x$	72,07	kN	
$F_{T,Rd3-1} \text{ riga interna} = 4 \cdot M_{pl,Rd} \text{ riga interna} / m_1$	141,31	kN	
$F_{T,Rd3-2} \text{ riga esterna} = 2 \cdot M_{pl,Rd} \text{ riga esterna} + e_1 \cdot \sum F_{T,Rd1} / (m_x + e_1)$	77,75	kN	
$F_{T,Rd3-2} \text{ riga interna} = 2 \cdot M_{pl,Rd} \text{ riga interna} + e_2 \cdot \sum F_{T,Rd1} / (m_1 + e_2)$	83,22	kN	
$F_{T,Rd3} \text{ riga esterna} = \min (F_{T,Rd3-1} \text{ riga esterna}; F_{T,Rd3-2} \text{ riga esterna})$	72,07	kN	
$F_{T,Rd3} \text{ riga interna} = \min (F_{T,Rd3-1} \text{ riga interna}; F_{T,Rd3-2} \text{ riga interna})$	83,22	kN	



LAVORI DI MESSA IN SICUREZZA TRATTO BIVIO MOGORO SS 131 - SP 44
PROGETTO ESECUTIVO – ALLEGATO P1: Relazione illustrativa e di calcolo – PASSERELLA

Resistenza a compressione:

L'Eurocodice 3 Parte 1-8 "Progettazione dei collegamenti", affronta il problema al §6.2.8 "Resistenza di progetto delle basi delle colonne con i piatti di base", con riferimento anche al §6.2.5 "Elementi a T equivalenti in compressione". L'area efficace in compressione è rappresentata in figura, nella quale il valore dello sbalzo c si ottiene dalla resistenza a flessione della flangia soggetta alle pressioni del calcestruzzo uniformemente distribuite f_{jd} (resistenza di contatto del giunto). Dalla verifica a flessione della flangia si ricava la formula di c (si ricorda che per il calcolo si usa il W_{el} della piastra $\Rightarrow m_{Ed} = (f_{jd} \cdot c^2)/2 \leq m_{Rd} = f_{yd} \cdot W_{el}$).



Il valore f_{jd} della resistenza di contatto del giunto può essere assunto pari alla resistenza di progetto f_{cd} di calcestruzzo, incrementata per tener conto che si tratta di una pressione localizzata. Secondo l'Eurocodice 2, §6.7 "Pressioni localizzate" si può assumere una resistenza di compressione ultima: f_{Rdu}

Resistenza a compressione:

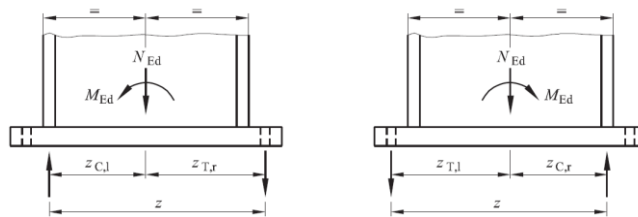
$f_{Rdu} = f_{cd} \cdot \nu(A_{c1}/A_{c0}) \leq 3 \cdot f_{cd}$	42,50	N/mm ²
$f_{jd} = \beta_j \cdot f_{Rdu}$ con $\beta_j = 2/3$	28,33	N/mm ²
$c = t_p \cdot \nu(f_{yk}/(3 \cdot f_{jd} \cdot Y_{MO}))$	17,95	mm
$F_{C,Rd} = -(bc + 2 \cdot c) \cdot (t_f + 2 \cdot c) \cdot f_{cd}$	-100,93	kN

Momento resistente totale del giunto di base:

Calcolo della resistenza a flessione pura [6.2.7.2 - UNI EN 1993-1-8:2005]. Il momento resistente per pura flessione si determina con riferimento alla distanza "z" tra le righe dei tirafondi tesi ed il centro delle compressioni considerato agente nel baricentro dell'ala compressa della colonna.

Considerare la resistenza della piastra nel calcolo del Momento resistente del Giunto di base?

SI



$M_{Rd} = \min(\sum F_{T,Rd(min1-2-3)} \cdot z_i; F_{C,Rd} \cdot z)$	26,21	kNm
$z = \text{distanza fra la zona tesa e la zona compressa} = bp - ((bp - hc)/2) - e1 - tf/2$	265,10	mm

Momento resistente a trazione riga esterna :

Minima Resistenza a Trazione singolo tirafondo ($F_{T,Rd(min1-2-3)}$):		30,46	kN
nb1	2	z1 = braccio bulloni colonna 1	265,10

Momento resistente a trazione riga interna :

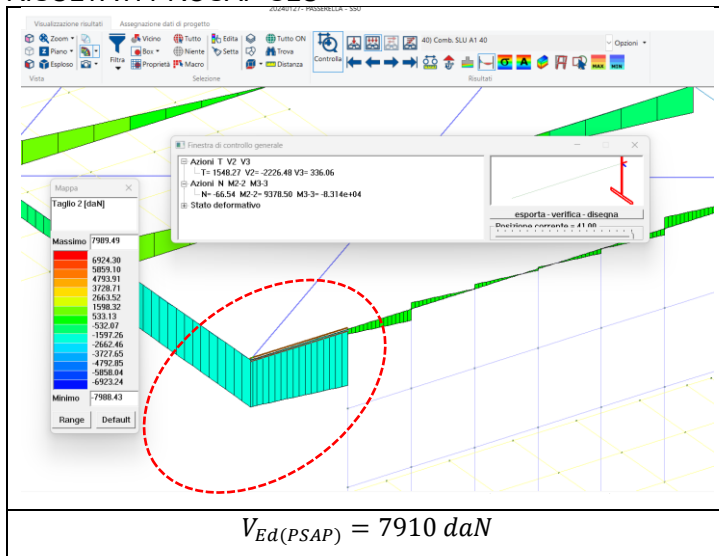
Minima Resistenza a Trazione singolo tirafondo ($F_{T,Rd(min1-2-3)}$):		30,46	kN
nb2	2	z2 = braccio bulloni colonna 2	165,10
nb3	2	z3 = braccio bulloni colonna 3	0,00
nb4	2	z4 = braccio bulloni colonna 4	0,00
nb5	0	z5 = braccio bulloni colonna 5	0,00

Momento resistente $F_{t,Rd}$ colonna 1	16,15	kNm
Momento resistente $F_{t,Rd}$ colonna 2	10,06	kNm
Momento resistente $F_{t,Rd}$ colonna 3	0,00	kNm
Momento resistente $F_{t,Rd}$ colonna 4	0,00	kNm
Momento resistente $F_{t,Rd}$ colonna 5	0,00	kNm
$\sum F_{T,Rd(min1-2-3)} \cdot z_i$	26,21	kNm

$$\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} = \frac{20,00}{26,21} = 0,76 < 1 \quad \text{Verificato}$$

VERIFICA SALDATURE TRAVERSI IPE 100 A COSCIALI IPE 220

RISULTATI PROSAP SLU



AZIONI DI CALCOLO:

$$V_{Ed} = \gamma_{M2} \cdot V_{Ed(PSAP)} = 1,25 \cdot 7910 \text{ daN} = 9900 \text{ daN} = 99000 \text{ N}$$

$$e = 100 \text{ mm (a favore di sicurezza)}$$

VERIFICA SALDATURE A CORDONE D'ANGOLO (altezza di gola minima 5 mm, lato 7 mm):

UNIONE A FLESSIONE E TAGLIO - cordoni paralleli all'azione		
INPUT	OUTPUT	VERIFICA (NTC 2018)
Definizione dell'azione	$\tau_{//} = 49,50 \text{ [N/mm}^2\text{]}$ $\tau_{\perp \text{ max}} = 148,50 \text{ [N/mm}^2\text{]}$	Metodo direzionale
$V = 99000 \text{ [N]}$ $e = 100 \text{ [mm]}$		$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel}^2 + \tau_{\perp}^2)} \leq \frac{f_{tk}}{\beta \gamma_{M2}}$
Definizione della geometria dell'unione		$\sigma_{\perp} \leq 0,9 f_{tk} / \gamma_{M2}$
$h = 200 \text{ [mm]}$ $a_w = 5 \text{ [mm]}$ $A_w = 1000 \text{ [mm}^2\text{]}$		EN10025 - S355 / S355 N/NL/M/ML/W 226,84 < 453,33 Verificato
		105,01 < 367,20 Verificato
Torna al Menu Principale Torna al Menu Sollecitazioni di Flessione e Taglio		

12. RELAZIONE SUI RISULTATI SPERIMENTALI – INDAGINI SPECIALISTICHE

12.1 RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Per quanto riguarda la RELAZIONE GEOLOGICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOLOGICA DEL SITO, si rimanda alle prove in situ e di laboratorio e alle relazioni della SoilTech s.n.c. del Dott. Geol. Paolo Caula in collaborazione col Dott. Geol. Antonello Piredda commissionate dall'Ente Provincia di Oristano (CUP: F117H13000910002 - CIG: ZDC3C6E7A6).

13. RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO

Per quanto riguarda la RELAZIONE GEOTECNICA: INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE DEL VOLUME SIGNIFICATIVO DEL TERRENO, si rimanda alle prove in situ e di laboratorio e alle relazioni della SoilTech s.n.c. del Dott. Geol. Paolo Caula in collaborazione col Dott. Geol. Antonello Piredda commissionate dall'Ente Provincia di Oristano (CUP: F117H13000910002 - CIG: ZDC3C6E7A6).

14. DICHIARAZIONE DI AFFIDABILITA' DEL CODICE DI CALCOLO

Si riporta in allegato nel seguito la Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 17/01/2018 - Paragrafo 10.2)

Dichiarazione del produttore-distributore di PRO_SAP PROfessional SAP riguardante l'affidabilità del codice (D.M. 17/01/2018 - Paragrafo 10.2)

Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo: PRO_SAP PROfessional Structural Analysis Program

Autore-Produttore: 2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria s.r.l., Ferrara

Affidabilità dei codici

- Inquadramento teorico della metodologia – PRO_SAP

L'analisi strutturale viene effettuata con il metodo degli elementi finiti. Il metodo si basa sulla schematizzazione della struttura in elementi connessi in corrispondenza di un numero prefissato di punti denominati nodi. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento globale. L'analisi strutturale è condotta con il metodo degli spostamenti per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi statici.

L'analisi strutturale è condotta con il metodo dell'analisi modale e dello spettro di risposta in termini di accelerazione per la valutazione dello stato tensiodeformativo indotto da carichi dinamici (tra cui quelli di tipo sismico).

- Elemento tipo TRUSS (asta)*
- Elemento tipo BEAM (trave)*
- Elemento tipo MEMBRANE (membrana)*
- Elemento tipo PLATE (piastra-guscio)*
- Elemento tipo BRICK (solido)*
- Elemento tipo BOUNDARY (molla)
- Elemento tipo STIFFNESS (matrice di rigidezza)

* anche non lineare

- Inquadramento teorico della metodologia – PRO_SAM

Il motore di calcolo del software, denominato SAM II, è stato sviluppato presso l'Università degli Studi di Pavia e la Fondazione EUCENTRE da G. Magenes, C.F. Manzini, P. Morandi, M. Remino e D. Bolognini. SAM II è un codice di calcolo per l'analisi statica non lineare di edifici in muratura ordinaria, muratura armata, cemento armato o misti, soggetti ad azione sismica, basato su ipotesi formulate in un metodo proposto da G. Magenes e G.M. Calvi nel 1996, di cui si è mantenuto l'acronimo S.A.M. (Seismic Analysis of Masonry walls).

PRO_SAM prevede una modellazione tridimensionale a macroelementi, nella quale la struttura portante, costituita da elementi ad asse verticale (pannelli in muratura ordinaria e/o armata, pilastri e/o pareti in cemento armato, elementi strutturali a sezione personalizzata, in acciaio, legno o altro materiale) ed elementi ad asse orizzontale (travi di accoppiamento in muratura ordinaria e/o armata, cordoli e/o travi in cemento armato, elementi strutturali a sezione personalizzata in acciaio, legno o altro materiale), viene schematizzata mediante un "telaio equivalente". Gli elementi sono posizionati spazialmente in corrispondenza dell'asse baricentrico dei corrispondenti elementi strutturali. Gli orizzontamenti possono essere gestiti come diaframmi infinitamente rigidi nel proprio piano, oppure come elementi membrana con rigidezza finita oppure non rigidi.

Inquadramento teorico della metodologia – PRO_MST e PRO_STAB

L'analisi del comportamento dell'opera di sostegno e del terreno viene eseguita attraverso la definizione di un modello che comprende l'opera, il volume di terreno coinvolto e gli eventuali sovraccarichi agenti: il volume di terreno viene schematizzato utilizzando i coefficienti di spinta definiti dalle teorie di Rankine, Coulomb, Mononobe-Okabe o Wood. Vengono prese in considerazione le azioni statiche e, qualora necessario, le azioni sismiche: queste ultime sono rappresentate da forze statiche equivalenti pari al prodotto delle forze di gravità per opportuni coefficienti sismici (analisi pseudo-statica).

L'analisi viene eseguita secondo le seguenti fasi:

- Calcolo della spinta del terreno
- Verifica a ribaltamento
- Verifica a scorrimento del muro sul piano di posa
- Verifica della stabilità complesso fondazione terreno (carico limite)
- Verifica della stabilità globale (eseguita tramite il solutore PCSTABL5M - Purdue University)
- Calcolo delle sollecitazioni del muro (elevazione e fondazione), progetto delle armature e relative verifiche dei materiali.



- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità – PRO_SAP, PRO_MST e PRO_STAB

2S.I. ha verificato, in collaborazione con il DISTART dell'Università di Bologna e con il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Ferrara, l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

È possibile reperire la documentazione contenente alcuni dei più significativi casi trattati al seguente link:
<https://www.2si.it/it/prodotti/affidabilita>

Nella produzione del solutore fem 2S.I. implementa componenti sviluppati da Computing Objects SARL spin-off dell'École Centrale Paris, France. È disponibile la documentazione di affidabilità di tali componenti all'indirizzo web:

https://www.2si.it/benchmarks_e_sap.zip

- Casi prova che consentano un riscontro dell'affidabilità – PRO_SAM

Il solutore SAM II è stato sottoposto ad una procedura di validazione/confronto strumenti software per l'applicazione dei metodi di verifica da norma del Progetto ReLUIS (Task 10.3 -accordo quadro con il Dipartimento della Protezione Civile 2019-2021).

[Il documento è scaricabile qui.](#)

- Filtri di autodiagnostica

Il programma prevede una serie di controlli automatici (check) che consentono l'individuazione di errori di modellazione. Al termine dell'analisi un controllo automatico identifica la presenza di spostamenti o rotazioni abnormi.

2S.I. Software e Servizi per l'Ingegneria S.r.l.

Ing. Paolo Nagliati

2 S. I.
software e servizi
per l'ingegneria s.r.l.

Garanzia di qualità

Dal 1° dicembre 1999 2S.I. ha prodotto un manuale di qualità in funzione dei requisiti della norma di riferimento UNI EN ISO 9001. Tutte le attività dell'azienda sono regolate dalla documentazione e dalle procedure in esso contenute.

In relazione alla attività di validazione dei prodotti software si dichiara inoltre quanto segue:

- la fase di progetto degli algoritmi è preceduta dalla ricerca di risultati di confronto reperibili in bibliografia o riproducibili con calcoli manuali;
- la fase di implementazione degli algoritmi è continuamente validata con strumenti automatici (tools di sviluppo) e attraverso confronti;
- il software che implementa gli algoritmi è testato, confrontato e controllato anche da tecnici qualificati che non sono intervenuti nelle precedenti fasi.

