

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

PROGETTISTA:

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI

Ing. Gaetano Usai

Ing. Piergiorgio GRASSO



Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche



PROGETTO ESECUTIVO

ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA CANCELLO-BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO – TELESE

FV01 – FERMATA AMOROSI KM 21+952,60

Pensilina - Relazione di calcolo

APPALTATORE IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Sabino Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO Ing. Sabino DEL BALZO	SCALA: -
23/06/2020	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV.

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	F	V	0	1	0	0	0	0	3	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione	D. Pierucci <i>DP</i>	24/02/2020	M. Pietrantoni <i>M. Pietrantoni</i>	24/02/2020	P. Grasso <i>P. Grasso</i>	24/02/2020	 C. Usai 23/06/2020
B	Revisione per istruttoria ITF	D. Pierucci <i>DP</i>	23/06/2020	D. Pierucci <i>DP</i>	23/06/2020	P. Grasso <i>P. Grasso</i>	23/06/2020	

23/06/2020

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.FV.01.0.0.003.B.doc

n. Elab.:

INDICE

1.	GENERALITA'	6
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
1.2	UNITÀ DI MISURA.....	8
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	9
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	9
3.	CARATTERISTICHE MATERIALI.....	10
3.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA (S275 JR).....	10
3.2	ACCIAIO BULLONI E DADI.....	10
3.3	SALDATURE	11
4.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	12
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	13
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	13
4.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	14
5.	MODELLAZIONE STRUTTURALE	15
5.1	CODICE DI CALCOLO	15
5.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	15
5.3	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	15
5.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	16
5.5	TIPO DI ANALISI SVOLTA	16
6.	ANALISI DEI CARICHI	21
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	22
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	23
6.3	CARICHI VARIABILI.....	23
6.4	AZIONE TERMICA	24
6.5	CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA.....	25

6.6	AZIONE DEL VENTO E PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI	27
6.6.1	<i>Azione del vento</i>	27
6.6.2	<i>Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni</i>	29
6.7	AZIONE SISMICA.....	32
6.7.1	<i>Regolarità della struttura</i>	32
6.7.2	<i>Spettri allo SLV</i>	32
6.7.3	<i>Spettri allo SLD</i>	36
6.7.4	<i>Spettri allo SLO</i>	39
6.7.5	<i>Eccentricità accidentale – Momenti torcenti</i>	41
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	44
7.1	CRITERI.....	44
7.2	DETTAGLIO DELLE COMBINAZIONI.....	47
8.	RISULTATI ANALISI.....	49
8.1	FORME MODALI.....	49
8.2	SOLLECITAZIONI AGLI SLU.....	53
9.	VERIFICHE DELLE MEMBRATURE METALLICHE	57
9.1	TABELLA COMPLETA DELLE VERIFICHE (RAPPORTI DOMANDA/CAPACITÀ)	60
9.2	VERIFICHE DELLA COLONNA HEA500 PIÙ SOLLECITATA.....	62
9.3	VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 600 PIÙ SOLLECITATA	63
9.4	VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 450 PIÙ SOLLECITATA	64
9.5	VERIFICHE DELLA TRAVE HEA 200 PIÙ SOLLECITATA	65
9.6	VERIFICA DELLE DIAGONALI IN COPERTURA	66
10.	VERIFICA LAMIERA GRECATA DI COPERTURA	70
11.	VERIFICA DELLE UNIONI PIU' SOLLECITATE.....	73
11.1	VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE	73
11.1.1	<i>Verifica del Calcestruzzo</i>	74

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	5 di 85

11.1.2	Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio.....	75
11.1.3	Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi	76
11.2	UNIONE DIAGONALI - TRAVI.....	77
11.3	UNIONE IPE600 – HEA500	80
11.4	UNIONE IPE600 – IPE450.....	82
12.	VERIFICHE ALLO SLD E ALLO SLO.....	84
13.	VERIFICHE DI DEFORMABILITA' SLE	85

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	6 di 85

1. GENERALITA'

Il presente documento fa parte del progetto esecutivo del Raddoppio dell'itinerario Ferroviario Napoli-Bari nella tratta Cancellò-Benevento, II Lotto Funzionale Frasso Telesino – Vitulano, 1° Lotto Funzionale Frasso - Telese.

In particolare, la relazione fa riferimento alle pensiline costituite da telai a due montanti e sbalzo verso i binari, previste in corrispondenza della "fermata Amorosi". Il calcolo è effettuato per la configurazione più gravosa, relativa alla pensilina lato BD, opposta al fabbricato FV, in quanto l'altra pensilina sul BD e quella sul BP hanno dimensioni minori e tutte le loro colonne spiccano alla quota delle banchine, mentre quella qui calcolata ha le colonne lato esterno fondate a quota inferiore.

1.1 Descrizione dell'opera

Si sottolinea che la fermata è in rilevato e la pensilina in oggetto ha le colonne esterne fondate alla quota inferiore esterna, mentre quelle interne spiccano della parete delle scale che salgono alla banchina.

La struttura metallica risulta composta da 7 telai a una campata di luce 4.56m e sbalzo verso i binari variabile da 2.99 a 3.05m. L'interasse dei telai è 6m; le dimensioni complessive sono 36.30x7.60m circa.

I montanti esterni dei telai, costituiti da HEA500, spiccano dalla fondazione sotto il piano di calpestio esterno e sono alti 12.80m; i montanti interni, anche essi HEA500, spiccano dalla parete in c.a. delle scale e sono alti 4.30m.

Le travi trasversali dei telai sono IPE600 e sono incastrate ai montanti esterni e passanti sui montanti interni. I telai sono collegati da IPE450 longitudinali. Le travi secondarie in copertura sono HEA200. La copertura è in lamiera grecata ed è irrigidita da controventi opportunamente disposti.

Di seguito si riportano alcune immagini rappresentative della soluzione progettuale adottata. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di riferimento:

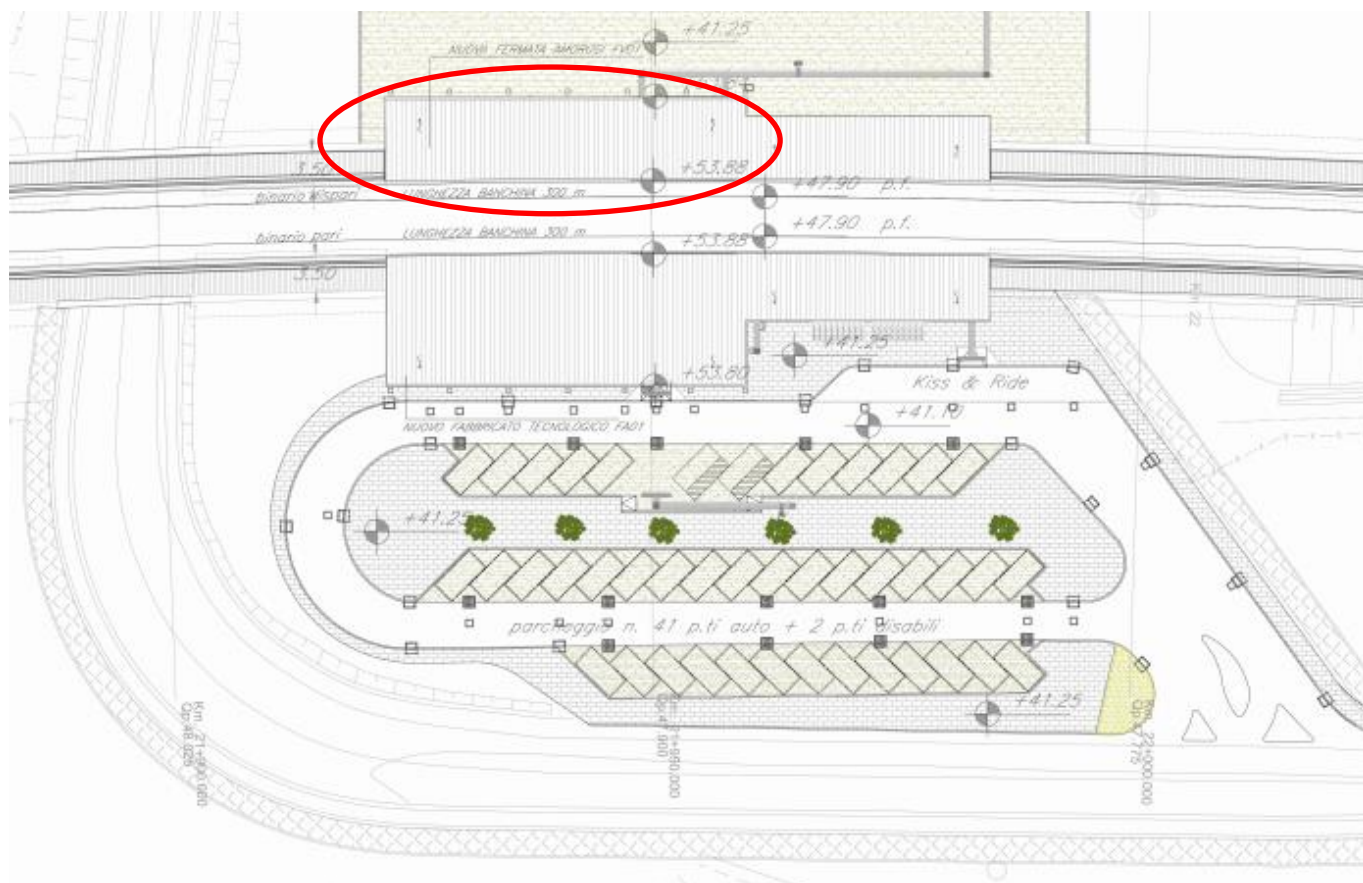


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

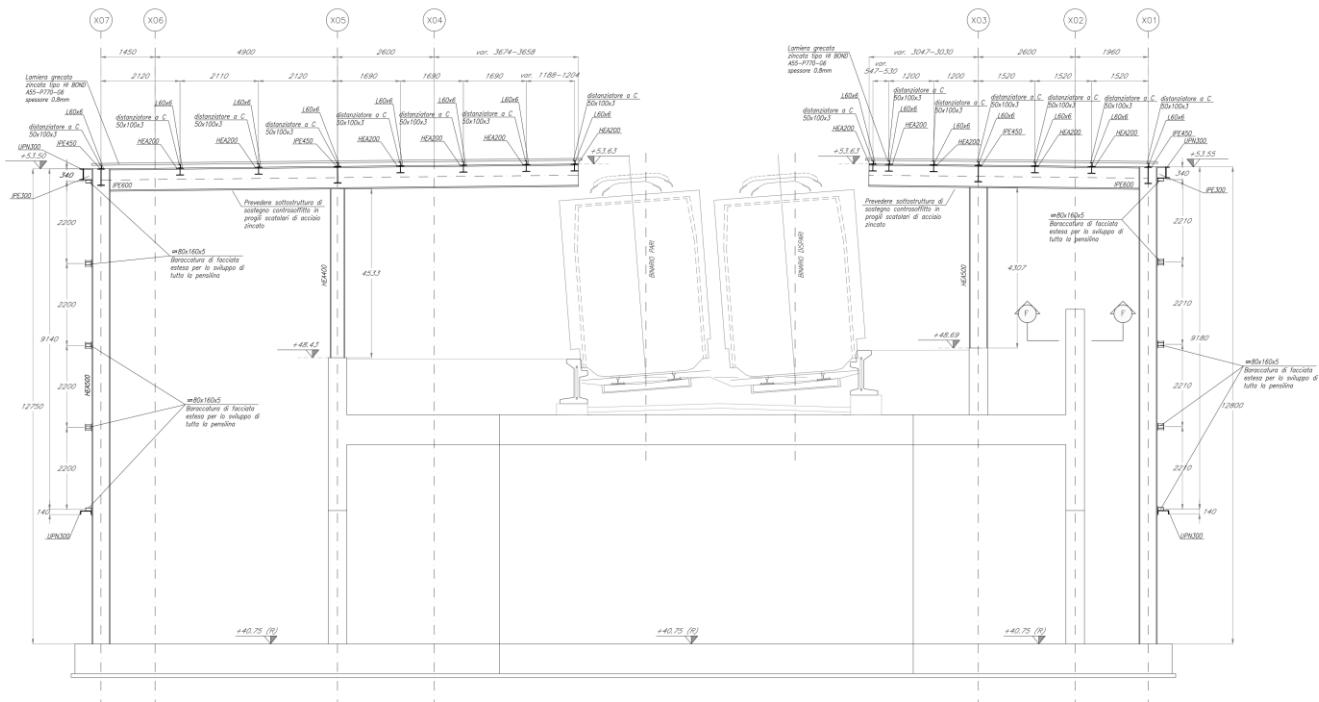


Figura 2 – Sezione trasversale

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze ⇒ m, mm
- per i carichi ⇒ kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo ⇒ kN, kNm
- per le tensioni ⇒ MPa

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

2. **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

Di seguito si riporta l'elenco generale delle Normative Nazionali ed Internazionali assunte quale riferimento per la redazione degli elaborati tecnici e/o di calcolo dell'intero progetto nell'ambito della quale si inserisce l'opera oggetto della presente relazione.

- Rif. [1] Ministero delle Infrastrutture, DM 14 gennaio 2008, «Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni»
- Rif. [2] Ministero delle Infrastrutture e Trasporti, circolare 2 febbraio 2009, n. 617 C.S.LL.PP., «Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008»
- Rif. [3] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE I / Aspetti Generali (RFI DTC SI MA IFS 001 A)
- Rif. [4] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 1 / Ambiente e Geologia (RFI DTC SI AG MA IFS 001 A – rev 30/12/2016)
- Rif. [5] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 2 / Ponti e Strutture (RFI DTC SI PS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [6] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 3 / Corpo Stradale (RFI DTC SI CS MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [7] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 4 / Gallerie (RFI DTC SI GA MA IFS 001 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [8] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 5 / Prescrizioni per i Marciapiedi e le Pensiline delle Stazioni Ferroviarie a servizio dei Viaggiatori (RFI DTC SI CS MA IFS 002 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [9] Manuale di Progettazione delle Opere Civili: PARTE II – Sezione 6 / Sagome e Profilo minimo degli ostacoli (RFI DTC SI CS MA IFS 003 A– rev 30/12/2016)
- Rif. [10] Regolamento (UE) N.1299/2014 della Commissione del 18 Novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema “infrastruttura” del sistema ferroviario dell'Unione europea
- Rif. [11] Eurocodice 1 – Azioni sulle strutture, Parte 1-4: Azioni in generale – Azioni del vento (UNI EN 1991-1-4)
- Rif. [12] UNI 11104: Calcestruzzo: Specificazione, prestazione, produzione e conformità - Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1

2.1 **Elaborati di riferimento**

Costituiscono parte integrante di quanto esposto nel presente documento, l'insieme degli elaborati di progetto specifici relativi all'opera in esame e riportati in elenco elaborati.

3. CARATTERISTICHE MATERIALI

Di seguito si riportano le caratteristiche dei materiali previsti per la realizzazione delle strutture oggetto di calcolo nell'ambito del presente documento:

3.1 Acciaio da carpenteria metallica (S275 JR)

ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA - Rif. 4.1.4.1 e 11.3.4 NTC			
Classe Acciaio	S	<input type="text" value="275"/>	
Modulo di elasticità	$E_f =$	<input type="text" value="210000"/>	N/mm ²
Modulo di Poisson:	$\nu =$	<input type="text" value="0.3"/>	
Coefficiente di dilatazione lineare	$\alpha =$	<input type="text" value="0.00001"/>	°C ⁻¹
Modulo di elasticità trasversale	$G =$	<input type="text" value="80769"/>	N/mm ²
Densità	$\gamma =$	<input type="text" value="7850"/>	Kg/m ³ = <input type="text" value="76.98"/> KN/m ³
Spessore massimo elementi		<input type="text" value="<40"/>	mm
Tensione caratteristica allo snervamento:	$f_{yk} =$	<input type="text" value="275"/>	N/mm ²
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} =$	<input type="text" value="430"/>	N/mm ²
Coefficienti parziali per le verifiche agli SLU:			
$[\gamma_{m0}]$ Resistenza sezioni cl 1-4	$[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature	$[\gamma_{m1}]$ Instabilità membrature ponti ferr. e strad.	$[\gamma_{m2}]$ Resistenza sezioni forate
1.05	1.05	1.10	1.25

3.2 Acciaio bulloni e dadi

Acciaio ad alta resistenza secondo

UNI 3740

Vite Classe 8.8

Dado Classe 8G



ITINERARIO NAPOLI-BARI.
RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO
II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO
1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE
PROGETTO ESECUTIVO

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	11 di 85

3.3 Saldature

Procedimenti di saldatura omologati e qualificati (tipo automatico ad arco sommerso o altri che verranno concordati e accettati dall'ente appaltante) conformi alle NTC-08.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO – TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

4. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica necessari alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 14 gennaio 2008 e relativa circolare applicativa.

L'opera in questione rientra in particolare nell'ambito del Progetto di Raddoppio della tratta Ferroviaria Frasso Telesino – Vitulano, che si sviluppa per circa 30Km, da ovest verso est, attraversando il territorio di diverse località tra cui Dugenta/Frasso (BN), Amorosi (BN), Telese(BN), Solopaca(BN), San Lorenzo Maggiore(BN), Ponte(BN), Torrecuso(BN), Vitulano (BN) , Benevento – Località Roseto (BN).

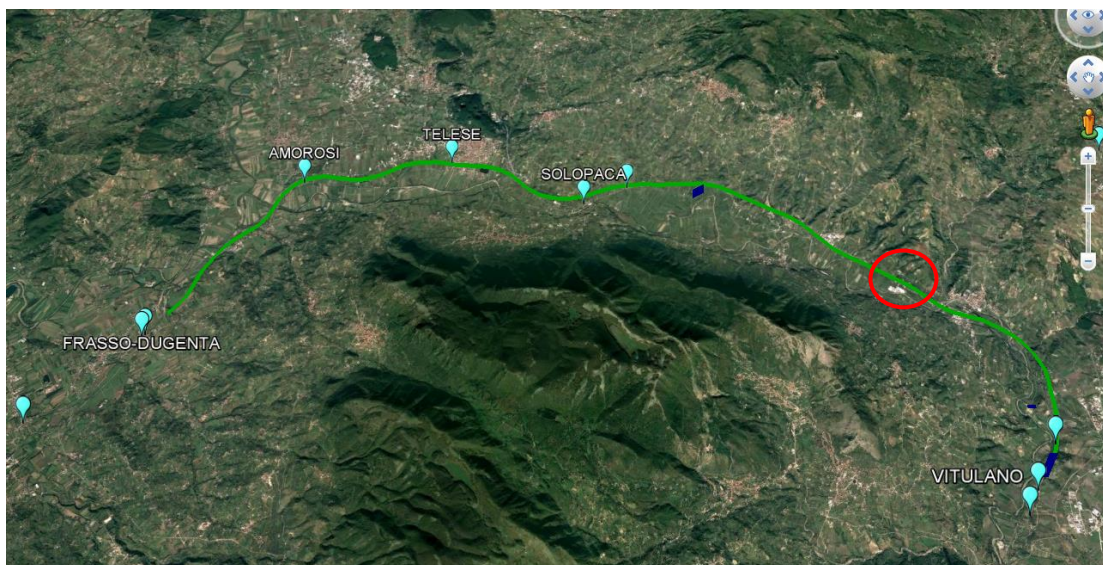


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

Nei riguardi della valutazione delle azioni sismiche di progetto, si è fatto riferimento ai parametri di pericolosità sismica del Comune di Amorosi (BN) come esposto nei paragrafi seguenti.

Le coordinate del sito sono:

41°11'37.56"N

14°28'45.80"E

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	13 di 85

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (V_N), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (C_U).

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: $V_N = 75$ anni (categoria 2 "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II) $C_U = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutati in relazione a un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni.

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che, ai sensi del D.M. 14.01.2008, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, come già indicato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per la valutazione dell'azione sismica V_R) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

In accordo a quanto riportato nell'Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottiene per il sito in esame:



REGIONE Campania PROVINCIA Benevento COMUNE Amorosi

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Controllo sul reticolo: Sito esterno al reticolo, Interpolazione su 3 nodi, Interpolazione corretta

Interpolazione: superficie rigata

La "Ricerca per comune" utilizza le coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che all'interno del territorio comunale le azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

Tabella 1 – Riepilogo dei parametri di pericolosità sismica

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_o [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0.078	2.425	0.323
SLD	113	0.099	2.437	0.340
SLV	1068	0.275	2.350	0.418
SLC	2193	0.360	2.395	0.433

4.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritte al § 3.2.2 delle NTC-08. Per il caso in esame, come riportato all'interno della relazione geotecnica e di calcolo del lotto in esame, risulta una **categoria di sottosuolo di tipo C** e una **classe Topografica T1**.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

5. MODELLAZIONE STRUTTURALE

5.1 Codice di calcolo

Per le analisi delle strutture è stato utilizzato il Sap 2000 v.15.2.1 prodotto, distribuito e assistito da Computers and Structures, Inc.1995 University Ave., Berkeley, CA 94704. Questa procedura è sviluppata in ambiente Windows, permette l'analisi elastica lineare e non di strutture tridimensionali con nodi a sei gradi di libertà, utilizzando un solutore a elementi finiti. Gli elementi considerati sono frame (trave), con eventuali svincoli interni. **Le diagonali di copertura sono state considerate agenti solamente in trazione, pertanto, per avere una modellazione corretta della rigidità, l'area della loro sezione è stata dimezzata per mezzo del relativo fattore correttivo. Le verifiche di dette diagonali sono state eseguite raddoppiando le sollecitazioni derivanti dall'analisi.**

I carichi sono applicati sia ai nodi, come forze o coppie concentrate, sia sulle travi, come forze distribuite, trapezie, concentrate, come coppie e come distorsioni termiche. A supporto del programma è fornito un ampio manuale d'uso contenente, fra l'altro, una vasta serie di test di validazione sia su esempi classici di Scienza delle Costruzioni, sia su strutture particolarmente impegnative e reperibili nella bibliografia specializzata.

Tale programma fornisce in output, oltre a tutte le caratteristiche geometriche e di carico delle strutture, i risultati relativi alle sollecitazioni indotte nelle sezioni degli elementi presenti.

Per le verifiche degli elementi, eccetto le diagonali della copertura, è stato utilizzato il post-processore del programma, che implementa gli eurocodici e la normativa nazionale.

5.2 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego.

5.3 Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B	FOGLIO 16 di 85

strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

5.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dagli scriventi. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli eseguiti con metodi tradizionali. 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.

5.5 Tipo di analisi svolta

La struttura è stata modellata tridimensionalmente con elementi tipo trave.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è stata condotta con il metodo dell'analisi dinamica lineare con spettro di risposta, secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 14/01/2008.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è stata eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Nelle figure seguenti si riportano alcune immagini rappresentative del modello geometrico della struttura, delle sezioni degli elementi e dei loro svincoli.

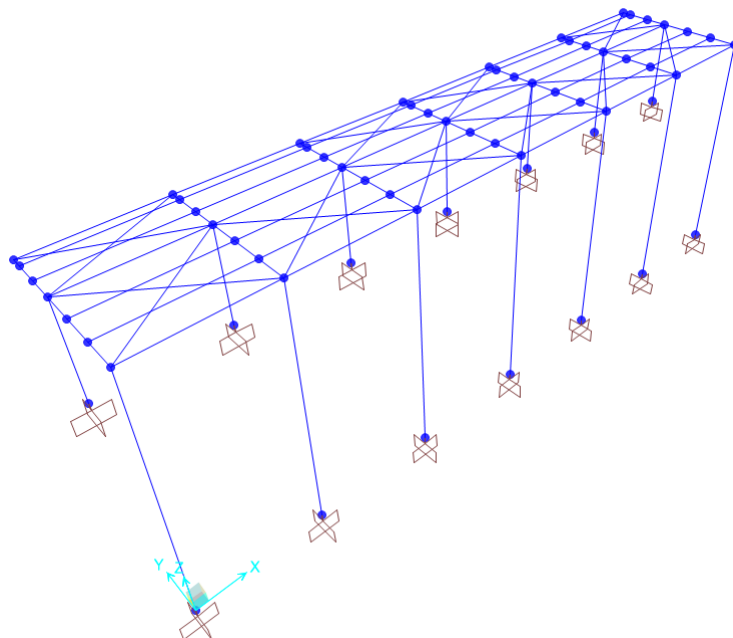


Figura 4 – Vista tridimensionale del modello

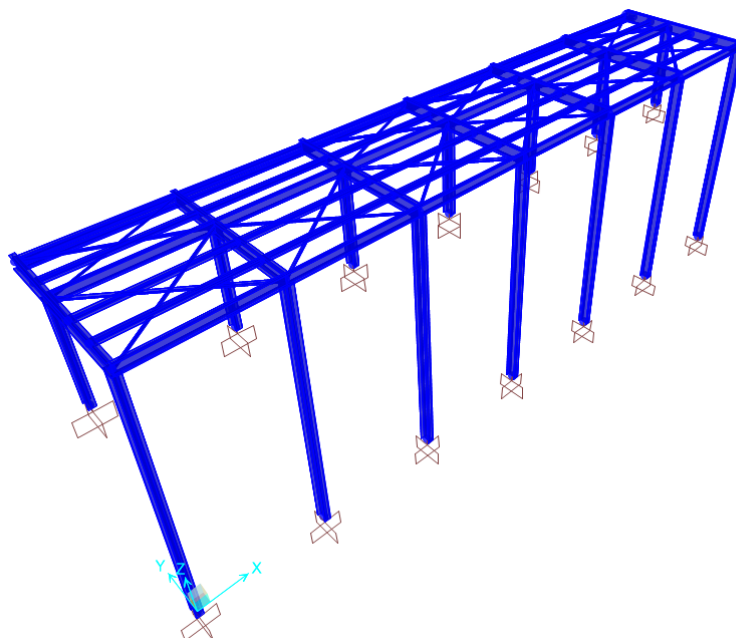


Figura 5 – Vista assometrica con elementi estrusi

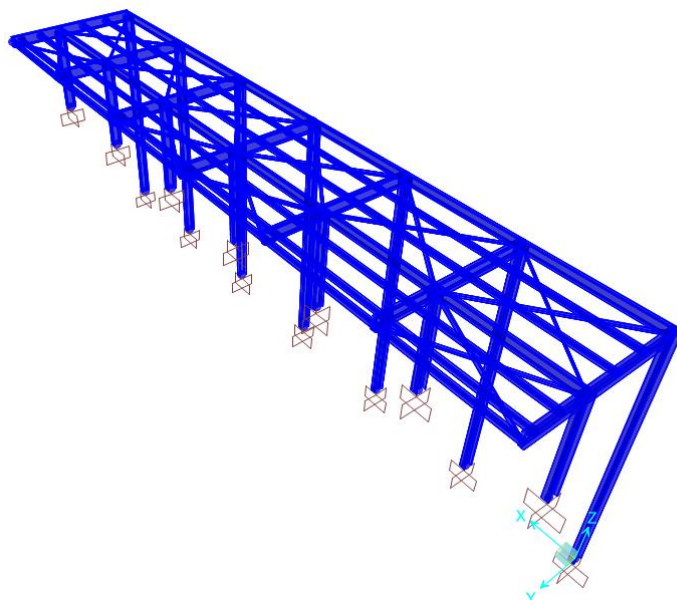


Figura 6 – Vista assometrica con elementi estrusi

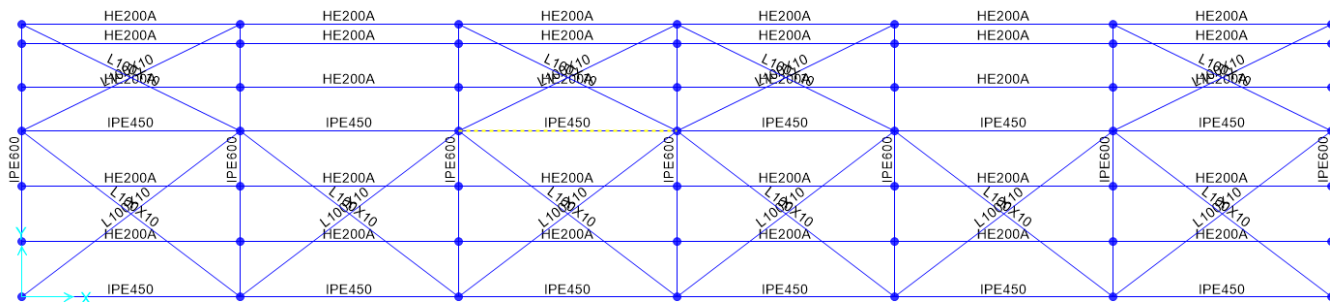


Figura 7 – Vista della copertura con indicazione delle sezioni delle travi

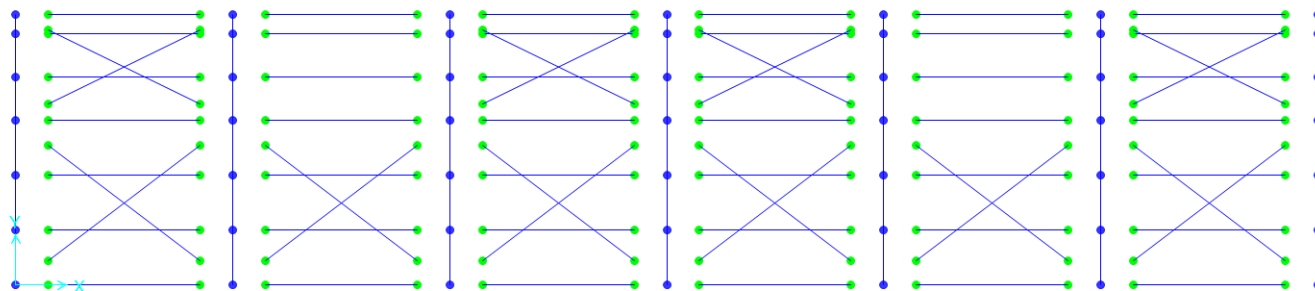


Figura 8 – Vista della copertura con gli svincoli delle aste

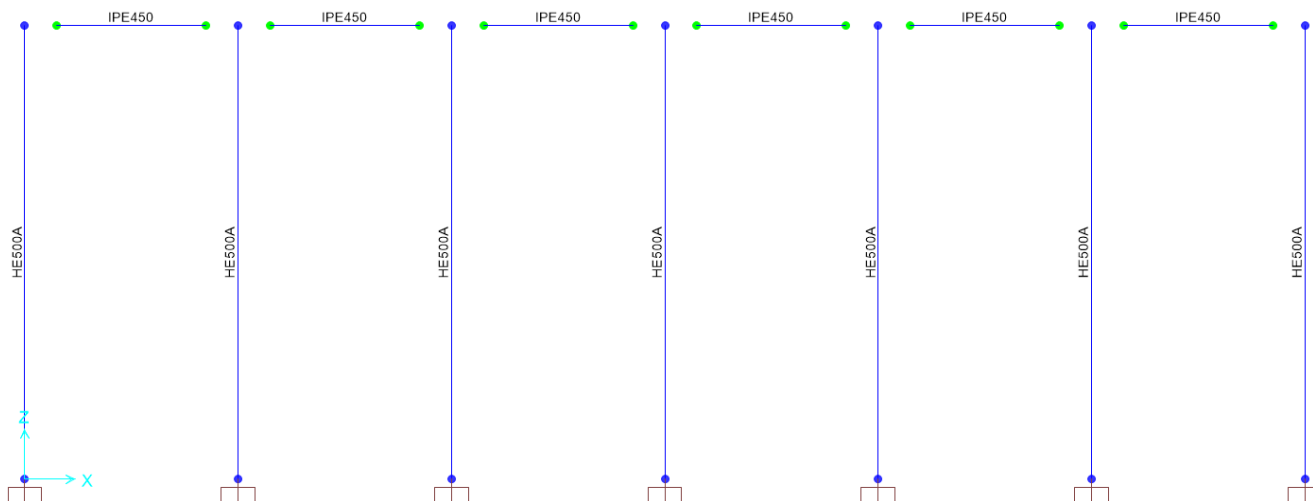


Figura 9 – Telaio longitudinale lato esterno

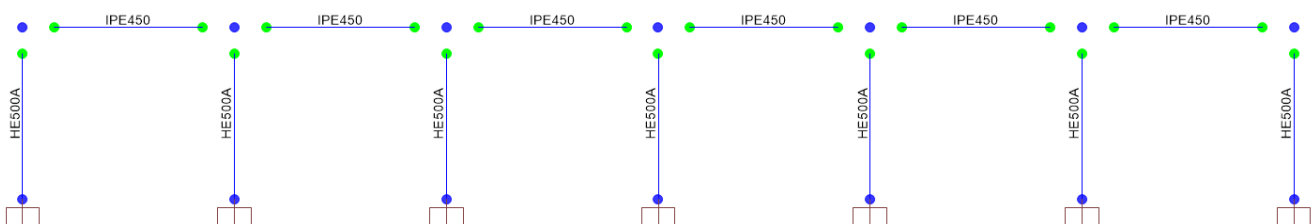


Figura 10 – Telaio longitudinale interno

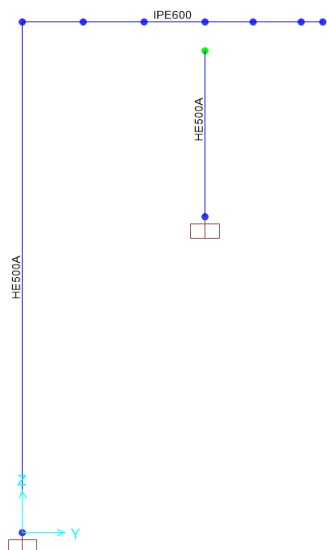


Figura 11 – Telaio trasversale

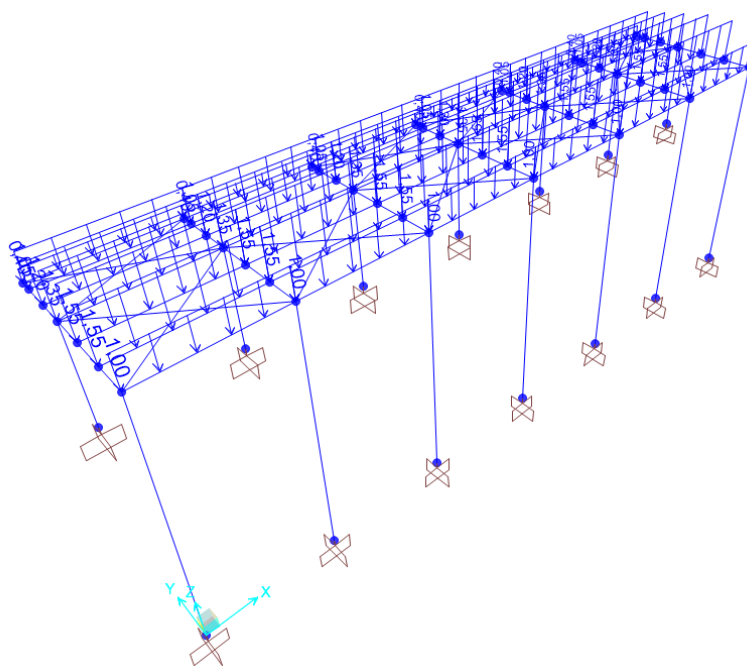


Figura 12 – Carichi in copertura “Zone-infl”: carichi unitari per unità di superficie utilizzati nella definizione dei “Load cases”

6. ANALISI DEI CARICHI

Sono riportati nel seguito i carichi e le azioni considerate nell'analisi della struttura.

Nel modello i carichi statici sulle travi, per comodità di compilazione, sono stati considerati definendo una "Load pattern" (Zone-infl), nella quale sono stati inseriti i carichi per unità di lunghezza sulle travi relativi a un carico unitario per unità di superficie, coincidenti numericamente con le zone d'influenza delle travi. Nelle "Load conditions", tale "Load patterns" è stata fattorizzata per i carichi superficiali effettivi (LoadSF) riportati nel seguito. A illustrazione di quanto descritto, nelle due tabelle successive sono riportate le "Load patterns" e le "Load conditions".

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	GUID	Notes
Text	Text	Unitless	Text	Text
Peso proprio	DEAD	1		Peso proprio calcolato automaticamente dal programma
Zone-infl	OTHER	0		Zone d'influenza delle travi per la determinazione delle varie condizioni di carico per mezzo del carico unitario per unità di superficie
VentoX	WIND	0		Vento in direzione X
VentoY	WIND	0		Vento in direzione Y
ME_SLVX	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLV per il Sisma in direzione X
ME_SLVY	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLV per il Sisma in direzione Y
ME_SLDX	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLD per il Sisma in direzione X
ME_SLDY	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SD per il Sisma in direzione Y
ME_SLOX	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLO per il Sisma in direzione X
ME_SLOY	QUAKE	0		Momenti torcenti per tener conto dell'eccentricità accidentale allo SLO per il Sisma in direzione Y
Termica	TEMPERATURE	0		Variazione termica
Ad	WIND	0		Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
Permanenti-strutt	Load pattern	Peso proprio	1,00
Perm-non-strutt	Load pattern	Zone-infl	1,50
Neve	Load pattern	Zone-infl	0,50
Variabili	Load pattern	Zone-infl	0,50
ME_SLVX	Load pattern	ME_SLVX	1,00
ME_SLVY	Load pattern	ME_SLVY	1,00
ME_SLDX	Load pattern	ME_SLDX	1,00
ME_SLDY	Load pattern	ME_SLDY	1,00
ME_SLOX	Load pattern	ME_SLOX	1,00
ME_SLOY	Load pattern	ME_SLOY	1,00
Termica	Load pattern	Termica	1,00
VentoX	Load pattern	VentoX	1,00
VentoY	Load pattern	Zone-infl	1,35
Ad	Load pattern	Ad	1,00

6.1 Peso proprio della struttura

Le sollecitazioni indotte dal peso della struttura sono state valutate automaticamente dal programma a partire dal peso specifico dell'acciaio, assunto pari a 8082 kg/m^3 , con un incremento del 3% rispetto al

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	23 di 85

peso specifico medio di 7850 kg/m^3 , per tener conto del peso dei collegamenti (piatti, flange, saldature, bulloni, ecc.).

6.2 Carichi permanenti non strutturali

Il peso della copertura della pensilina (copertura a sandwich composta da lamiera grecata inferiore in acciaio zincato, materassino di lana minerale spess. 4cm; lamiera zincata esterna spess. 8/10mm) è stato valutato come sovraccarico permanente e assunto pari a: $p = 1.5 \text{ KN/m}^2$.

Pertanto le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

Elementi	L	g_2
	m	KN/m
IPE 450 - Bordo	1,00	1,50
HEA200 - 1°	1,55	2,33
HEA200 - 2°	1,55	2,33
IPE 450 - Interna	1,35	2,03
HEA200 - 3°	1,20	1,80
HEA200 - 4°	1,05	1,58
HEA200 - 5° - Bordo	0,40	0,60

Dove L è la lunghezza di influenza di ogni singola trave del solaio di copertura.

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del capitolo.

6.3 Carichi variabili

Il carico della manutenzione sulla copertura della pensilina si pone pari a $q=0.5 \text{ KN/m}^2$ (categoria H1).

Pertanto le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

Elementi	L	g_2
	m	KN/m
IPE 450 - Bordo	1,00	0,50
HEA200 - 1°	1,55	0,78
HEA200 - 2°	1,55	0,78

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	24 di 85

IPE 450 - Interna	1,35	0,68
HEA200 - 3°	1,20	0,60
HEA200 - 4°	1,05	0,53
HEA200 - 5° - Bordo	0,40	0,20

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del capitolo.

6.4 Azione termica

Si applica la variazione uniforme della temperatura di $\pm 25^\circ$ alle membrature in acciaio.

Il coefficiente di dilatazione termica vale $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5}$.

6.5 Carico della neve sulla copertura

☉	<p>Zona I - Alpina Aosta, Belluno, Bergamo, Biella, Bolzano, Brescia, Como, Cuneo, Lecco, Pordenone, Sondrio, Torino, Trento, Udine, Verbania, Vercelli, Vicenza.</p>	$q_{rk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 1,39 [1+(a_s/728)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona I - Mediterranea Alessandria, Ancona, Asti, Bologna, Cremona, Forlì-Cesena, Lodi, Milano, Modena, Novara, Parma, Pavia, Pesaro e Urbino, Piacenza, Ravenna, Reggio Emilia, Rimini, Treviso, Varese.</p>	$q_{rk} = 1,50 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 1,35 [1+(a_s/602)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona II Arezzo, Ascoli Piceno, Bari, Campobasso, Chieti, Ferrara, Firenze, Foggia, Genova, Gorizia, Imperia, Isernia, La Spezia, Lucca, Macerata, Mantova, Massa Carrara, Padova, Perugia, Pescara, Pistoia, Prato, Rovigo, Savona, Teramo, Trieste, Venezia, Verona.</p>	$q_{rk} = 1,00 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 0,85 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$
☉	<p>Zona III Agrigento, Avellino, Benevento, Brindisi, Cagliari, Caltanissetta, Carbonia-Iglesias, Caserta, Catania, Catanzaro, Cosenza, Crotone, Enna, Frosinone, Grosseto, L'Aquila, Latina, Lecce, Livorno, Matera, Medio Campidano, Messina, Napoli, Nuoro, Olgiatastra, Olbia Tempio, Oristano, Palermo, Pisa, Potenza, Ragusa, Reggio Calabria, Rieti, Roma, Salerno, Sassari, Siena, Siracusa, Taranto, Terni, Trapani, Vibo Valentia, Viterbo.</p>	$q_{rk} = 0,60 \text{ kN/mq}$ $a_s \leq 200 \text{ m}$ $q_{rk} = 0,51 [1+(a_s/481)^2] \text{ kN/mq}$ $a_s > 200 \text{ m}$

$$q_s \text{ (carico neve sulla copertura [N/mq])} = \mu_i q_{sk} C_E C_t$$

μ_i (coefficiente di forma)

q_{sk} (valore caratteristico della neve al suolo [kN/mq])

C_E (coefficiente di esposizione)

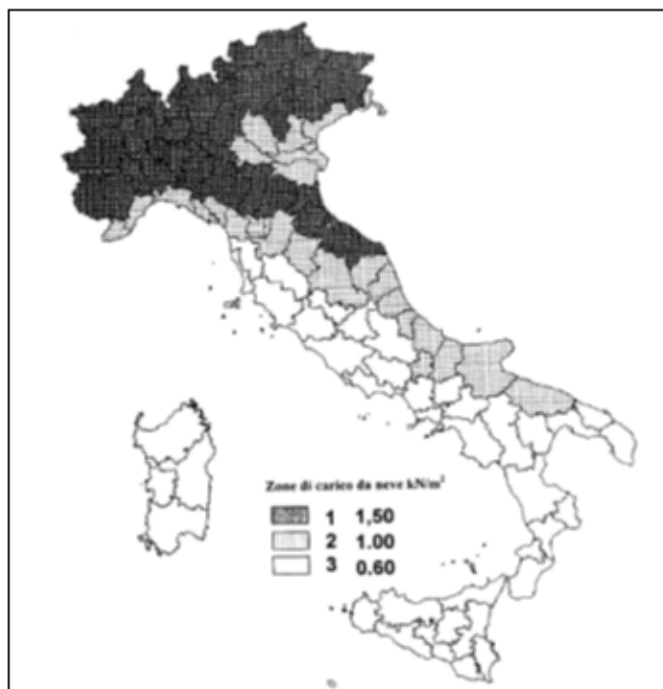
C_t (coefficiente termico)

Valore caratteristico della neve al suolo

a_s (altitudine sul livello del mare [m])	180
q_{sk} (val. caratt. della neve al suolo [kN/mq])	0.60

Coefficiente termico

Il coefficiente termico può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.



Coefficiente di esposizione

Topografia	Descrizione	C_E
Normale	Aree in cui non è presente una significativa rimozione di neve sulla costruzione prodotta dal vento, a causa del terreno, altre costruzioni o alberi.	1

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	26 di 85

Valore del carico della neve al suolo

q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
--	------

Valore del carico della neve al suolo

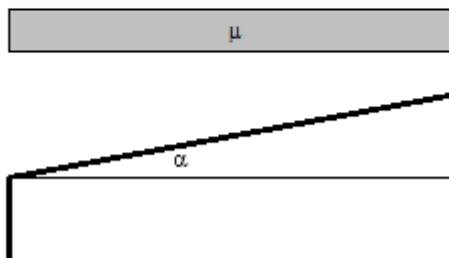
q_s (carico della neve al suolo [kN/mq])	0.60
--	------

Coefficiente di forma (copertura ad una falda)

α (inclinazione falda [°])	0
-----------------------------------	---

μ	0.8
-------	-----

0.48 kN/mq



Pertanto le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

C_E	1				
C_t	1				
μ	0.8				
q_{sk}	0.6				
q_s (carico neve sulla copertura) = $\mu_i \cdot q_{sk} \cdot C_E \cdot C_t =$		0.48	≈ 0.50	kN/m ²	

I carichi sulle trati sono uguali a quelle del sovraccarico variabile di manutenzione

6.6 Azione del vento e Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni

6.6.1 Azione del vento

3) Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)

Zona	$v_{b,0}$ [m/s]	a_0 [m]	k_s [1/s]
3	27	500	0.02
a_s (altitudine sul livello del mare [m])	180		
T_R (Tempo di ritorno)	50		
$v_0 = v_{b,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_0 = v_{b,0} + k_s (a_s - a_0)$ per $a_0 < a_s \leq 1500$ m			
v_0 ($T_R = 50$ [m/s])	27.000		
α_R (T_R)	1.00073		
v_0 (T_R) = $v_0 \times \alpha_R$ [m/s]	27.020		

p (pressione del vento [N/mq]) = $q_0 \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$
 q_0 (pressione cinetica di riferimento [N/mq])
 c_e (coefficiente di esposizione)
 c_p (coefficiente di forma)
 c_d (coefficiente dinamico)



Pressione cinetica di riferimento

$$q_0 = 1/2 \cdot \rho \cdot v_0^2 \quad (\rho = 1,25 \text{ kg/mc})$$

q_0 [N/mq]	456.29
--------------	--------

Coefficiente di forma

E' il coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico), funzione della tipologia e della geometria della costruzione e del suo orientamento rispetto alla direzione del vento. Il suo valore può essere ricavato da dati suffragati da opportuna documentazione o da prove sperimentali in galleria del vento.

Coefficiente dinamico

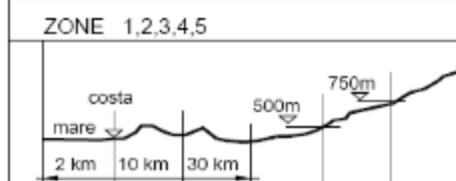
Esso può essere assunto autelativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di

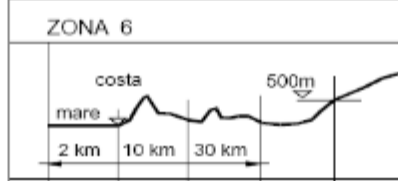
Coefficiente di esposizione


Classe di rugosità del terreno

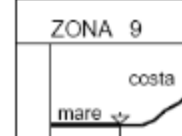
D) Aree prive di ostacoli (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, mare, laghi,....)

Categoria di esposizione

ZONE 1,2,3,4,5						
						
A	--	IV	IV	V	V	V
B	--	III	III	IV	IV	IV
C	--	*	III	III	IV	IV
D	I	II	II	II	III	**
* Categoria II in zona 1,2,3,4 Categoria III in zona 5						
** Categoria III in zona 2,3,4,5 Categoria IV in zona 1						

ZONA 6					
					
A	--	III	IV	V	V
B	--	II	III	IV	IV
C	--	II	III	III	IV
D	I	I	II	II	III

ZONE 7,8		
		
A	--	IV
B	--	IV
C	--	III
D	I	*
* Categoria II in zona 8 Categoria III in zona 7		

ZONA 9		
		
A	--	I
B	--	I
C	--	I
D	I	I

Zona	Classe di rugosità	a_z [m]
3	D	180

$$c_e(z) = k_f^2 \cdot c_i \cdot \ln(z/z_0) [7 + c_i \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{min}$$

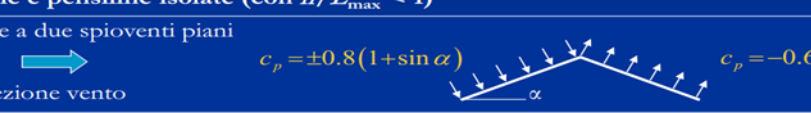
$$c_e(z) = c_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

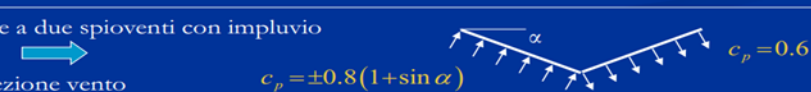
Cat. Esposiz.	k_f	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_i
II	0.19	0.05	4	1

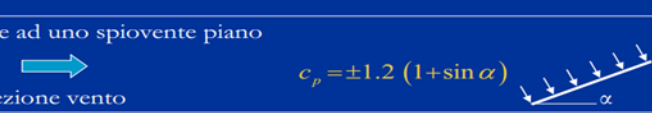
C_d	1
C_e	2.469
q_b [N/mq]	456.29

Coefficiente di forma per tettoie e pensiline

Tettoie e pensiline isolate (con $h/L_{max} < 1$)

Tettoie a due spioventi piani

 $c_p = \pm 0.8(1 + \sin \alpha)$ $c_p = -0.6$

Tettoie a due spioventi con impluvio

 $c_p = \pm 0.8(1 + \sin \alpha)$ $c_p = 0.6$

Tettoie ad uno spiovente piano

 $c_p = \pm 1.2(1 + \sin \alpha)$

C_p	1.2	Tettoie ad uno spiovente piano
-------	-----	--------------------------------

$p = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d =$

1.13 pressione e depressione del vento sulle pareti
 1.35 pressione e depressione del vento sulla copertura

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

I carichi applicati verso l'alto sulle travi della copertura sono i seguenti:

Elementi	L	g ₂
	m	KN/m
IPE 450 - Bordo	1,00	1,35
HEA200 - 1°	1,55	2,09
HEA200 - 2°	1,55	2,09
IPE 450 - Interna	1,35	1,82
HEA200 - 3°	1,20	1,62
HEA200 - 4°	1,05	1,42
HEA200 - 5° - Bordo	0,40	0,54

Nel modello questi carichi sono stati inseriti come specificato all'inizio del capitolo.

L'azione del vento sulla facciata è applicata come carico ripartito alle colonne:

Elementi	L	g ₂
	m	KN/m
Colonne laterali	3,00	4,05
Colonne centrali	6,00	8,10

6.6.2 Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni

Il passaggio dei convogli ferroviari induce sulle superfici situate in prossimità della linea ferroviaria onde di pressione e depressione secondo gli schemi riportati nelle NTC-08.

L'ampiezza delle azioni dipende principalmente dai seguenti fattori:

- (a) dal quadrato della velocità del treno;
- (b) dalla forma aerodinamica del convoglio;
- (c) dalla forma della struttura;
- (d) dalla posizione della struttura e dalla distanza della stessa dal binario.

Le azioni possono essere schematizzate mediante carichi equivalenti agenti nelle zone prossime alla testa e alla coda del treno. Tali carichi equivalenti sono considerati valori caratteristici delle azioni.

In ogni caso, i valori delle azioni aerodinamiche devono essere cumulati con l'azione del vento, secondo le regole riportate nel cap. 5 delle NTC-08.

Nello specifico, si fa riferimento al caso riportato nel § 5.2.2.7.4 delle NTC-08 “**Strutture con superfici multiple a fianco del binario sia verticali che orizzontali o inclinate**”, per il quale si riportano appresso le immagini della norma.

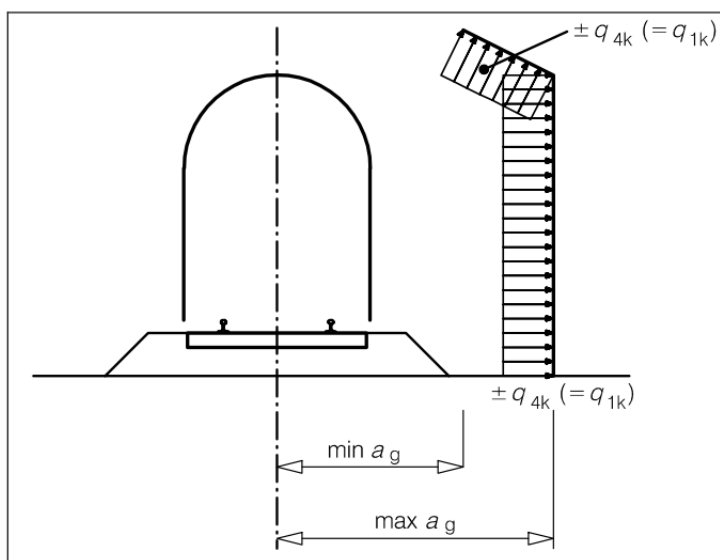


Figura 5.2.11 - Definizione della distanza $max a_g$ e $min a_g$ dal'asse del binario

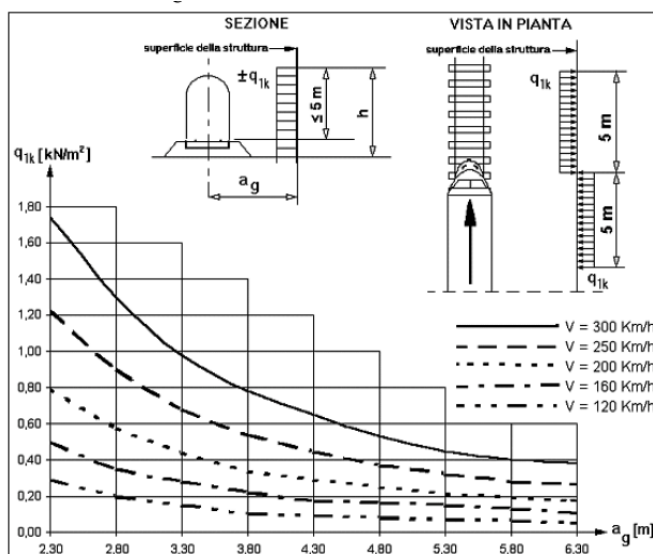


Figura 5.2.8 - Valori caratteristici delle azioni q_{1k} per superfici verticali parallele al binario

Con riferimento alle figure soprastanti, risulta:

Velocità di linea: $v =$ **160** Km/h
 Distanza asse binario - estremo pensilina: $a_{g,min} =$ 1.81 m
 Distanza asse dei binari - parete dell'edificio: $a_{g,max} =$ 6.00 m
 Distanza $a_g = 0.6 a_{g,min} + 0.4 a_{g,max} =$ 3.49 M => $q_{1k} = 0.30$ KN/m²

Cautelativamente si è assunto pari ad 1 il fattore K1 relativo alla forma aerodinamica del treno.

Sulle travi longitudinali della tettoia di due campi consecutivi sono stati applicati i seguenti carichi ripartiti, con segni opposti nei due campi:

Elementi	L	g_2
	m	KN/m
IPE 450 - Bordo	1,00	0,25
HEA200 - 1°	1,55	0,39
HEA200 - 2°	1,55	0,39
IPE 450 - Interna	1,35	0,34
HEA200 - 3°	1,20	0,30
HEA200 - 4°	1,05	0,26
HEA200 - 5° - Bordo	0,40	0,10

L'azione sulle parete è stata applicata alle colonne: $0.25 \cdot 3 = 0.75$ KN/m.

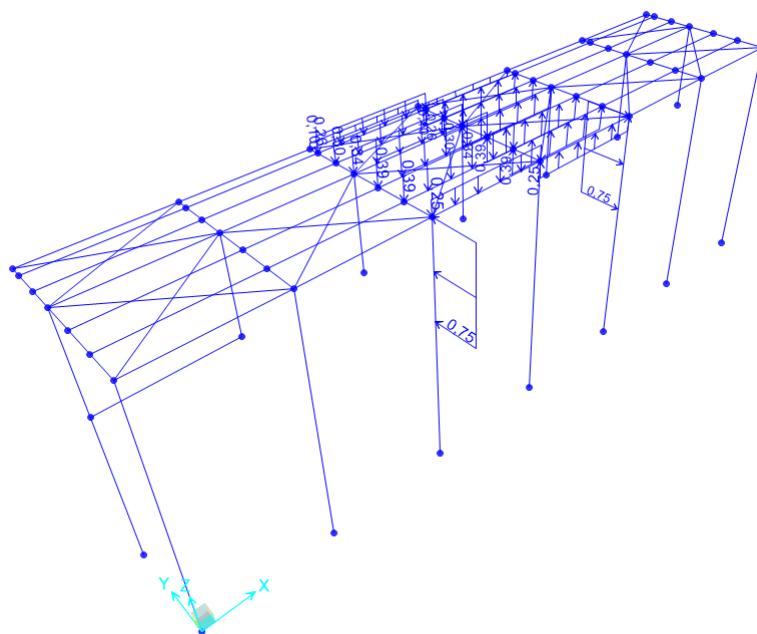


Figura 13 – Carichi dovuti all'azione aerodinamica del passaggio dei treni

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

6.7 Azione sismica

Sulla base di quanto riportato al capitolo 4, si riportano nel seguito gli spettri elastici e di progetto per i vari stati limite considerati nell'analisi dinamica lineare della struttura.

6.7.1 Regolarità della struttura

La struttura non è regolare in pianta essendo il rapporto delle sue dimensioni 30.30x7.60m superiore a 4; inoltre, non è regolare in altezza perché le colonne degli allineamenti esterno e interno sono fondate a quote diverse.

6.7.2 Spettri allo SLV

Secondo le indicazioni del § 7.5.2.2 delle NTC-08, riassunte nella tabella riportata nel seguito, in condizioni di progetto è stato assunto, nei confronti delle componenti orizzontali dell'azione sismica, il fattore di struttura relativo alla classe di duttilità bassa e alla tipologia strutturale "strutture a pendolo inverso" $q_0 = 2$ ed è stato applicato il coefficiente $K_R = 0.8$ per l'irregolarità in altezza della costruzione.

Tabella 7.5.II – Limiti superiori dei valori di q_0 per le diverse tipologie strutturali e le diverse classi di duttilità.

TIPOLOGIA STRUTTURALE	q_0	
	CD "B"	CD "A"
a) Strutture intelaiate	4	$5\alpha_w/\alpha_1$
c) Strutture con controventi eccentrici		
b1) Controventi concentrici a diagonale tesa attiva	4	4
b2) Controventi concentrici a V	2	2,5
d) Strutture a mensola o a pendolo inverso	2	$2\alpha_w/\alpha_1$
e) Strutture intelaiate con controventi concentrici	4	$4\alpha_w/\alpha_1$
f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura	2	2

Pertanto è stato adottato il fattore $q = 0.8 \cdot 2 = 1.6$.

Secondo il § 7.2.1 delle NTC-08, "la componente verticale deve essere considerata solo in presenza di elementi pressoché orizzontali con luce superiore a 20 m, elementi precompressi (con l'esclusione dei solai di luce inferiore a 8 m), elementi a mensola **di luce superiore a 4 m**, strutture di tipo spingente, pilastri in falso, edifici con piani sospesi, ponti, costruzioni con isolamento....".

Il caso in oggetto non rientra pertanto fra quelli elencati.

Si riportano nel seguito i parametri e i grafici degli spettri di progetto per lo SLV.

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_q	0,275 g
F_0	2,350
T_C	0,418 s
S_S	1,312
C_C	1,401
S_T	1,000
q	1,600

Parametri dipendenti

S	1,312
η	0,625
T_B	0,195 s
T_C	0,585 s
T_D	2,699 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_0 \cdot \left(\frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,361
$T_B \leftarrow$	0,195	0,530
$T_C \leftarrow$	0,585	0,530
	0,686	0,452
	0,786	0,394
	0,887	0,349
	0,988	0,314
	1,088	0,285
	1,189	0,261
	1,290	0,240
	1,390	0,223
	1,491	0,208
	1,592	0,195
	1,693	0,183
	1,793	0,173
	1,894	0,164
	1,995	0,155
	2,095	0,148
	2,196	0,141
	2,297	0,135
	2,397	0,129
	2,498	0,124
	2,599	0,119
$T_D \leftarrow$	2,699	0,115
	2,761	0,110
	2,823	0,105
	2,885	0,101
	2,947	0,096
	3,009	0,092
	3,071	0,089
	3,133	0,085
	3,195	0,082
	3,257	0,079
	3,319	0,076
	3,381	0,073
	3,443	0,071
	3,505	0,068
	3,566	0,066
	3,628	0,064
	3,690	0,061
	3,752	0,059
	3,814	0,058
	3,876	0,056
	3,938	0,055
	4,000	0,055

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{nv}	0,195 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,663
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_o \cdot \left(\frac{a_g}{g} \right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

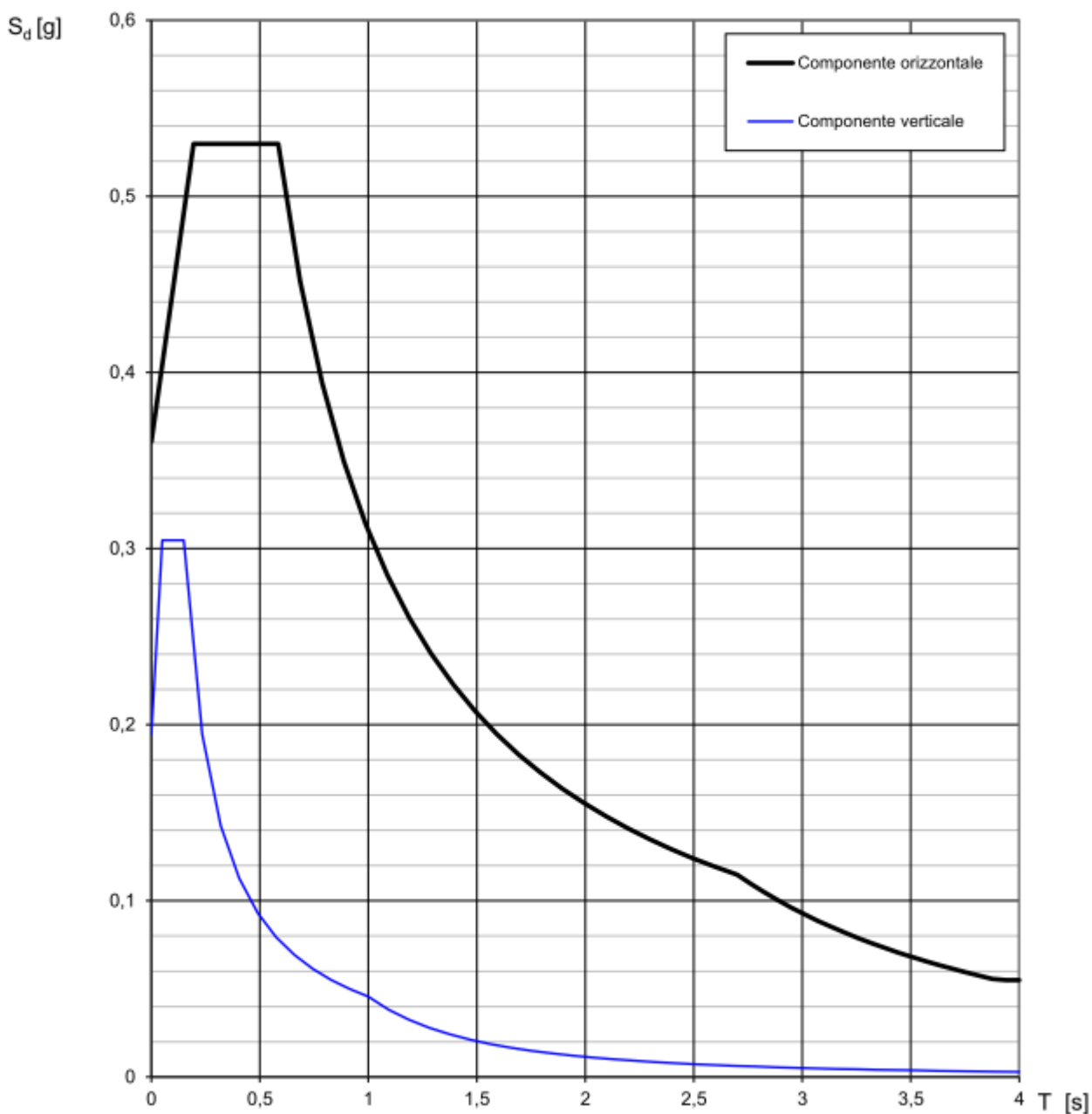
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,195
T_B ←	0,050	0,305
T_C ←	0,150	0,305
	0,235	0,195
	0,320	0,143
	0,405	0,113
	0,490	0,093
	0,575	0,079
	0,660	0,069
	0,745	0,061
	0,830	0,055
	0,915	0,050
T_D ←	1,000	0,046
	1,094	0,038
	1,188	0,032
	1,281	0,028
	1,375	0,024
	1,469	0,021
	1,563	0,019
	1,656	0,017
	1,750	0,015
	1,844	0,013
	1,938	0,012
	2,031	0,011
	2,125	0,010
	2,219	0,009
	2,313	0,009
	2,406	0,008
	2,500	0,007
	2,594	0,007
	2,688	0,006
	2,781	0,006
	2,875	0,006
	2,969	0,005
	3,063	0,005
	3,156	0,005
	3,250	0,004
	3,344	0,004
	3,438	0,004
	3,531	0,004
	3,625	0,003
	3,719	0,003
	3,813	0,003
	3,906	0,003
	4,000	0,003

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLV



6.7.3 Spettri allo SLD

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,099 g
F_o	2,437
T_C	0,340 s
S_S	1,500
C_C	1,499
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,170 s
T_C	0,509 s
T_D	1,997 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,149
T_B ←	0,170	0,363
T_C ←	0,509	0,363
	0,580	0,319
	0,651	0,284
	0,722	0,256
	0,793	0,233
	0,864	0,214
	0,934	0,198
	1,005	0,184
	1,076	0,172
	1,147	0,161
	1,218	0,152
	1,289	0,143
	1,359	0,136
	1,430	0,129
	1,501	0,123
	1,572	0,118
	1,643	0,113
	1,714	0,108
	1,785	0,104
	1,855	0,100
	1,926	0,096
T_D ←	1,997	0,093
	2,092	0,084
	2,188	0,077
	2,283	0,071
	2,379	0,065
	2,474	0,060
	2,569	0,056
	2,665	0,052
	2,760	0,048
	2,855	0,045
	2,951	0,042
	3,046	0,040
	3,142	0,037
	3,237	0,035
	3,332	0,033
	3,428	0,031
	3,523	0,030
	3,618	0,028
	3,714	0,027
	3,809	0,025
	3,905	0,024
	4,000	0,023

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLD

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,042 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	1,037
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

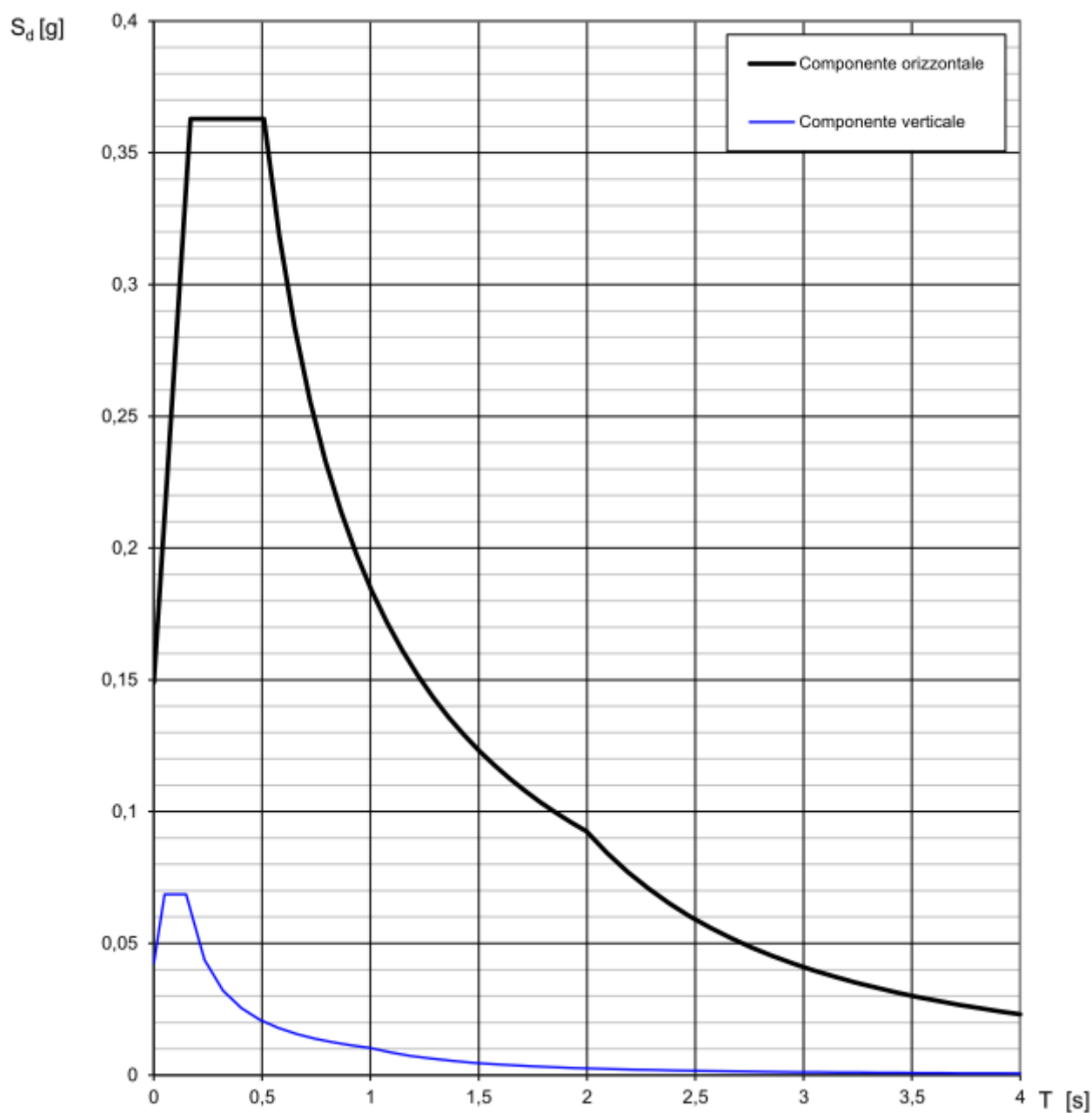
$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,042
$T_B \leftarrow$	0,050	0,069
$T_C \leftarrow$	0,150	0,069
	0,235	0,044
	0,320	0,032
	0,405	0,025
	0,490	0,021
	0,575	0,018
	0,660	0,016
	0,745	0,014
	0,830	0,012
	0,915	0,011
$T_D \leftarrow$	1,000	0,010
	1,094	0,009
	1,188	0,007
	1,281	0,006
	1,375	0,005
	1,469	0,005
	1,563	0,004
	1,656	0,004
	1,750	0,003
	1,844	0,003
	1,938	0,003
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLD



6.7.4 Spettri allo SLO

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,078 g
F_o	2,425
T_C	0,323 s
S_s	1,500
C_C	1,524
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,164 s
T_C	0,493 s
T_D	1,913 s

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5 + \xi)} \geq 0,55; \quad \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)

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

$$T_B \leq T < T_C \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_e(T)$ sostituendo η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,117
T_B ←	0,164	0,284
T_C ←	0,493	0,284
	0,561	0,250
	0,628	0,223
	0,696	0,201
	0,763	0,184
	0,831	0,169
	0,899	0,156
	0,966	0,145
	1,034	0,136
	1,101	0,127
	1,169	0,120
	1,237	0,113
	1,304	0,107
	1,372	0,102
	1,439	0,097
	1,507	0,093
	1,575	0,089
	1,642	0,085
	1,710	0,082
	1,777	0,079
	1,845	0,076
T_D ←	1,913	0,073
	2,012	0,066
	2,111	0,060
	2,211	0,055
	2,310	0,050
	2,410	0,046
	2,509	0,043
	2,608	0,039
	2,708	0,037
	2,807	0,034
	2,907	0,032
	3,006	0,030
	3,105	0,028
	3,205	0,026
	3,304	0,025
	3,404	0,023
	3,503	0,022
	3,602	0,021
	3,702	0,020
	3,801	0,019
	3,901	0,018
	4,000	0,017

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLO

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{qv}	0,029 g
S_S	1,000
S_T	1,000
q	1,500
T_B	0,050 s
T_C	0,150 s
T_D	1,000 s

Parametri dipendenti

F_v	0,915
S	1,000
η	0,667

Espressioni dei parametri dipendenti

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1,35 \cdot F_0 \cdot \left(\frac{a_g}{g}\right)^{0,5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)

$$0 \leq T < T_B \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[\frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_0} \left(1 - \frac{T}{T_B} \right) \right] \right.$$

$$T_B \leq T < T_C \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \right.$$

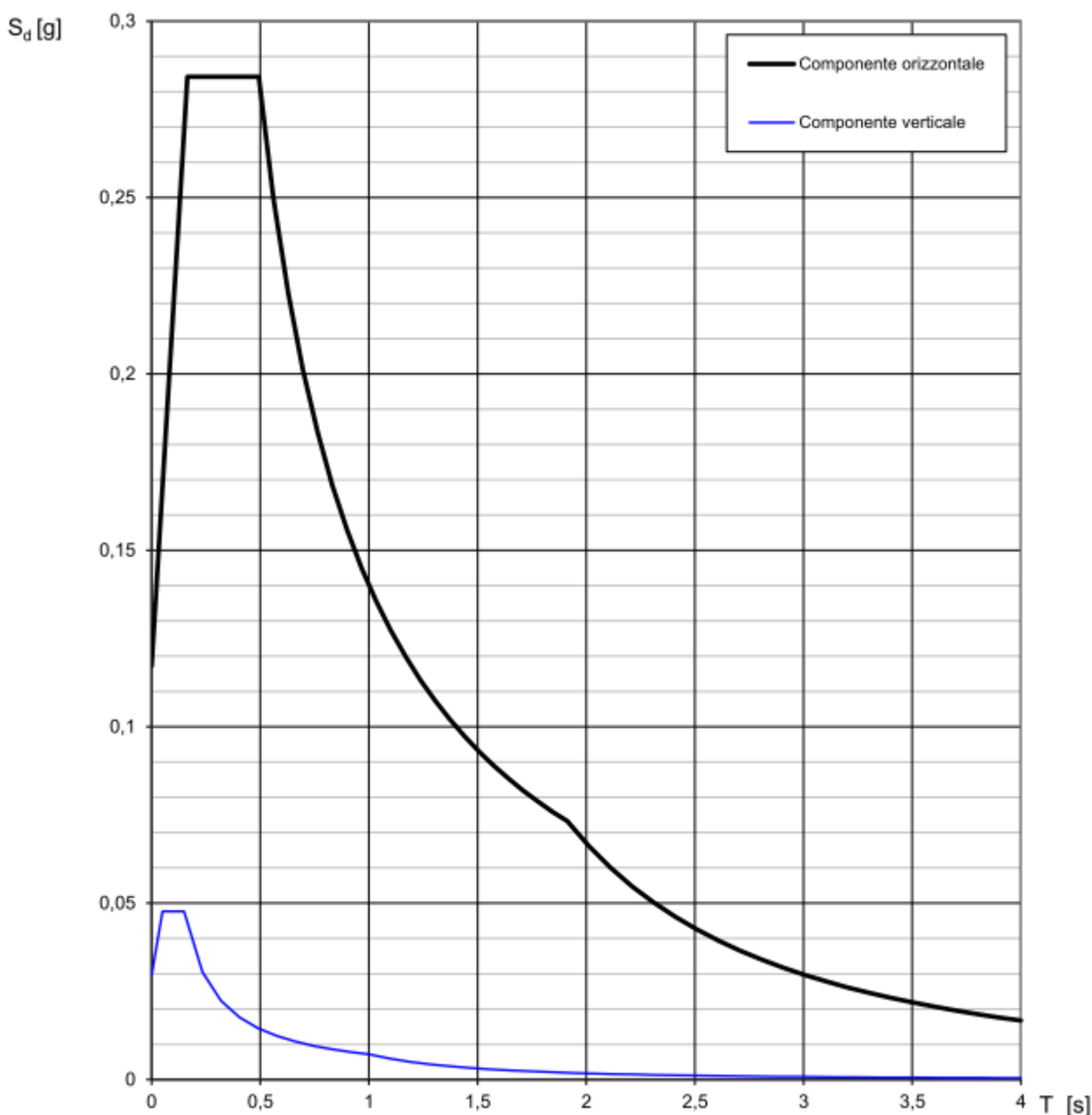
$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,029
$T_B \leftarrow$	0,050	0,048
$T_C \leftarrow$	0,150	0,048
	0,235	0,030
	0,320	0,022
	0,405	0,018
	0,490	0,015
	0,575	0,012
	0,660	0,011
	0,745	0,010
	0,830	0,009
	0,915	0,008
$T_D \leftarrow$	1,000	0,007
	1,094	0,006
	1,188	0,005
	1,281	0,004
	1,375	0,004
	1,469	0,003
	1,563	0,003
	1,656	0,003
	1,750	0,002
	1,844	0,002
	1,938	0,002
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,001
	2,313	0,001
	2,406	0,001
	2,500	0,001
	2,594	0,001
	2,688	0,001
	2,781	0,001
	2,875	0,001
	2,969	0,001
	3,063	0,001
	3,156	0,001
	3,250	0,001
	3,344	0,001
	3,438	0,001
	3,531	0,001
	3,625	0,001
	3,719	0,001
	3,813	0,000
	3,906	0,000
	4,000	0,000

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato limite: SLO



6.7.5 Eccentricità accidentale – Momenti torcenti

Secondo il §7.2.6 delle NTC-08, “per tenere conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita una

eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per i soli edifici e in assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0,05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica. Detta eccentricità è assunta costante, per entità e direzione, su tutti gli orizzontamenti."

Nel § 7.3.3.1 è indicato inoltre: "Per gli edifici, gli effetti della eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, determinata come in § 7.3.3.2, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo, determinata come in § 7.2.6."

La valutazione dei momenti torcenti è riportata nella tabella seguente. In assenza di piano rigido di copertura, i momenti sono stati applicati ripartendoli sui nodi della copertura, come visibile nelle figure successive.

Tabella 2 – Calcolo dei momenti torcenti dovuti all'eccentricità accidentale

Massa totale =	74,65	KNs2/m			
Lx =	30,30	m	Ey =	1,52	m
Ly =	7,50	m	Ex =	0,38	m
T1 =	0,57	sec			
Numero nodi copertura =	49				
$S_{d,SLV}(T1) =$	0,424	g			
F =	310,50	KN			
$M_{z,SLVX} =$	117,99	KNm	=>	$M_{z,1} =$	2,41 KNm
$M_{z,SLVY} =$	471,96	KNm	=>	$M_{z,1} =$	9,63 KNm
$S_{SLD}(T1) =$	0,32	g			
F =	234,34	KN			
$M_{z,SLDX} =$	89,05	KNm	=>	$M_{z,1} =$	1,82 KNm
$M_{z,SLDY} =$	356,20	KNm	=>	$M_{z,1} =$	7,27 KNm
$S_{SLO}(T1) =$	0,25	g			
F =	183,08	KN			
$M_{z,SLOX} =$	69,57	KNm	=>	$M_{z,1} =$	1,42 KNm
$M_{z,SLOY} =$	278,28	KNm	=>	$M_{z,1} =$	5,68 KNm

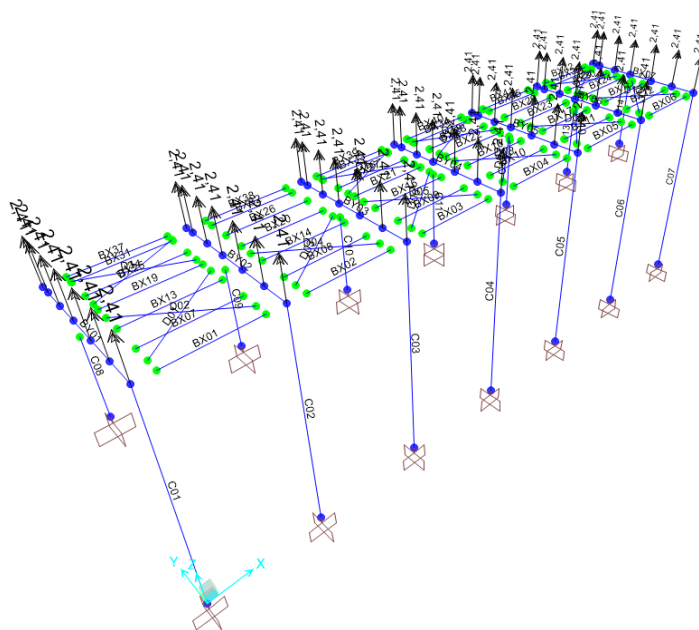


Figura 14 - Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVX

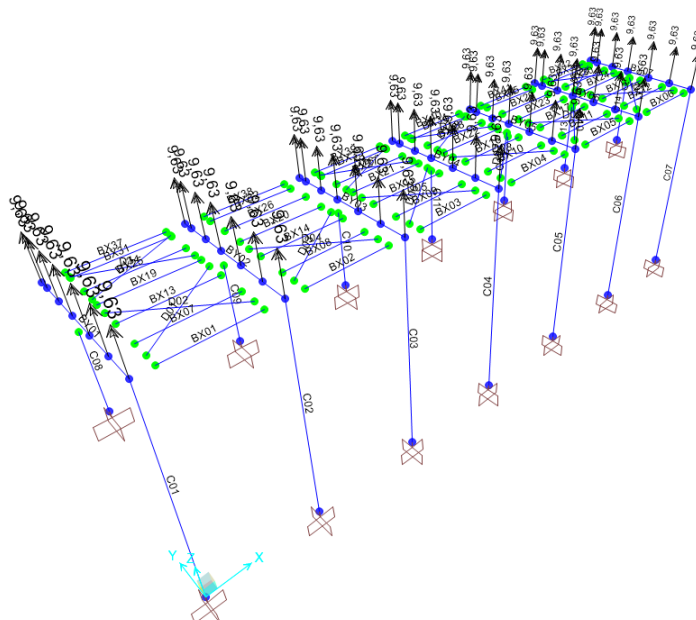


Figura 15- Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVY

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

7. COMBINAZIONI DI CARICO

7.1 Criteri

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di verifica, le azioni elementari descritte al precedente paragrafo, vanno combinate nei vari stati limite di verifica previsti (SLE, SLU statico e SLV, SLD, SLO) in accordo a quanto previsto al punto 2.5.3 delle NTC-08; a tal fine, si riportano, per maggiore chiarezza, le espressioni generali dei criteri di combinazione delle azioni definiti al § 2.5.3 delle NTC-08:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

– Combinazione caratteristica (rara). generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

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

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

– Combinazione quasi permanente. generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine:

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

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

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

dove:

$E = 1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$, con rotazione dei coefficienti moltiplicativi, avendo indicato con E_x , E_y e E_z rispettivamente le componenti orizzontali e verticale dell'azione sismica. La componente verticale è tenuta in conto quando necessario.

I valori dei coefficienti di combinazione sono riportati nella seguente tabella 2.5.I, integrata dalla successiva tabella 5.2.VI, entrambe estratte dalle NTC-08.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 5.2.VI - Coefficienti di combinazione ψ delle azioni.

Azioni		Ψ_0	Ψ_1	Ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

I coefficienti parziali per gli SLU sono riportati nella seguente tabella 2.6.1 delle NTC-08.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

⁽¹⁾Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Nel caso in oggetto, i coefficienti da applicare sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 3 – Coefficienti parziali e di combinazione applicati

Categoria / Azione	Tipo	γ	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Perm. strutt.	Permanente	1.0 - 1.30			
Perm. non strutt.	Permanente	0.0 - 1.50			
Carico variabile copertura (Cat. H)	Variabile	0.0 - 1.50	0.00	0.00	0.00
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	Variabile	0.0 - 1.50	0.50	0.20	0.00
Vento	Variabile	0.0 - 1.50	0.60	0.50	0.00
Effetti Aerodin.	Variabile	0.0 - 1.50	0.80	0.50	0.00
Variazione termiche	Variabile	0.0 - 1.50	0.60	0.50	0.00
Azioni sismiche	Sismico	1.00			

7.2 Dettaglio delle combinazioni

Le combinazioni considerate per i vari stati limite sono le più gravose nel caso in oggetto e sono riportate nelle tabelle seguenti.

Tabella 4 – Combinazioni di carico SLU statici

Comb.	Perm. strutt.	Perm. non strutt.	Carico Variabile Copertura	Neve	Vento Y	Effetti Aerodin.	ΔT
SLU01	1,30	1,50	1,50	0,75	0,90	1,20	0,00
SLU02	1,30	1,50	1,50	1,50	0,90	1,20	-0,90
SLU03	1,30	1,50	0,00	1,50	0,90	1,20	0,00
SLU04	1,30	1,50	0,00	1,50	0,90	1,20	-0,90
SLU05	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	1,50	0,00
SLU06	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	1,50	-0,90
SLU07	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	1,50	0,00
SLU08	1,00	1,50	0,00	0,00	-1,50	1,50	0,90
SLU09	1,30	1,50	0,00	0,00	-1,50	-1,50	-0,90

Tabella 5 – Combinazioni di carico SLE rari

Comb.	Perm. strutt.	Perm. non strutt.	Carico Variabile	Neve	Vento Y	Effetti Aerodin.	ΔT
SLE01	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	0,00
SLE02	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	-0,60
SLE03	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	0,80	0,00
SLE04	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	0,80	-0,60
SLE05	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00
SLE06	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	-0,60
SLE07	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,00
SLE08	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,60
SLE09	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	-0,60

Tabella 6 – Combinazioni di carico sismiche

Comb.	Perm. strutt.	Perm. non strutt.	Sovracc. Cop.	Neve	Vento	Effetti Aerodin.	ΔT	SismaX	SismaY	M. Torc. Sx	M. Torc. Sy
SLV1	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	1,00	0,30
SLV2	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,30	-1,00	-0,30
SLV3	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	0,30	1,00
SLV4	1,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,30	1,00	-0,30	-1,00

N.B.: Gli effetti delle condizioni SismaX e SismaY, derivanti da analisi dinamiche lineari allo spettro di risposta e quindi privi di segno, sono stati considerati combinandoli con entrambi i segni con le altre azioni. I momenti torcenti sono stati considerati come forze statiche.

8. RISULTATI ANALISI

8.1 Forme modali

I periodi propri e le masse partecipanti dei modi propri di vibrazione individuati con l'analisi modale sono riportati nella tabella e nelle immagini seguenti.

Tabella 7 – Forme modali – Periodi e masse partecipanti

TABLE: Modal Participating Mass Ratios							
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	SumUX	SumUY
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0,860	100,0%	0,0%	100,0%	0,0%
MODAL	Mode	2	0,288	0,0%	99,8%	100,0%	99,8%
MODAL	Mode	3	0,270	0,0%	0,0%	100,0%	99,8%

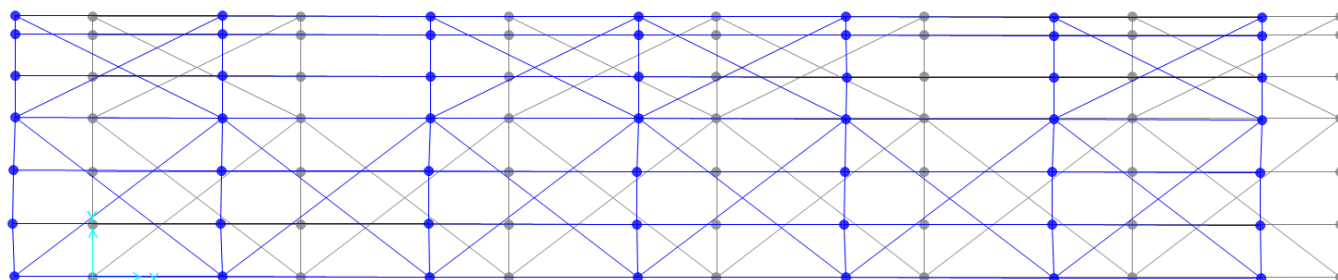
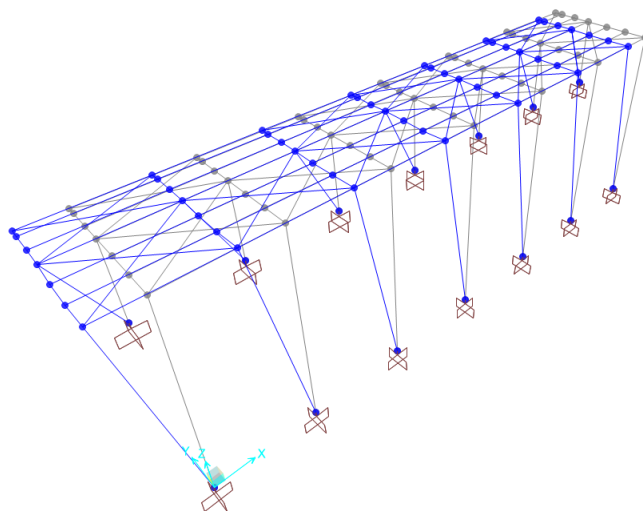


Figura 16 – Prima forma modale

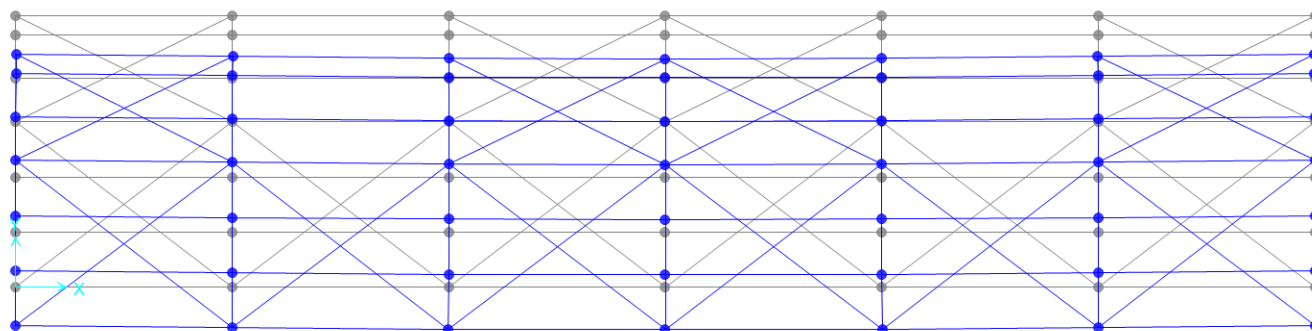
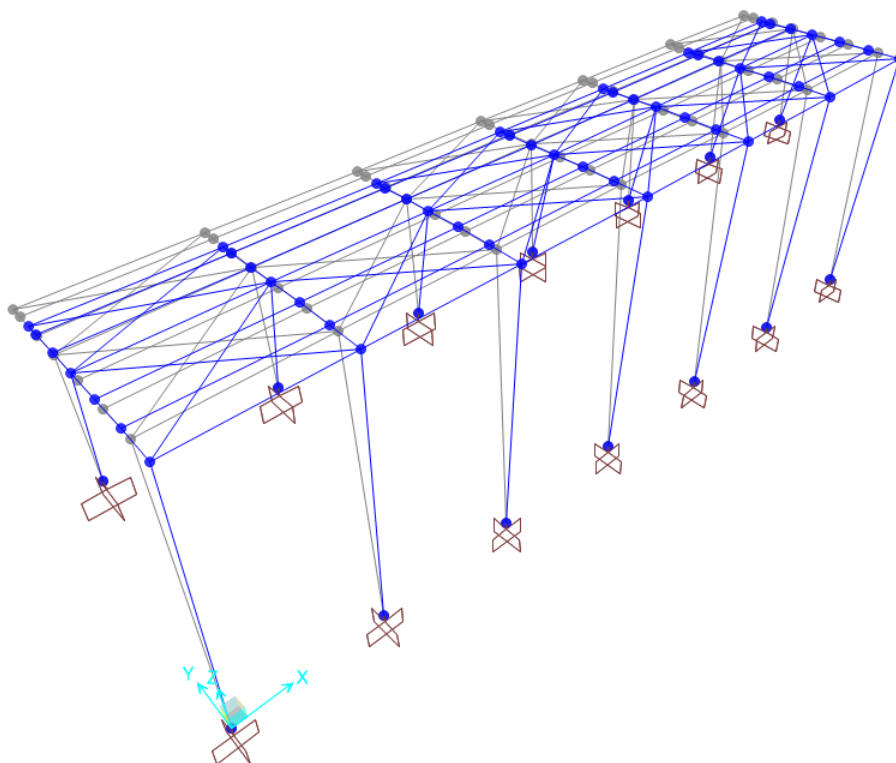


Figura 17 – Seconda Forma modale

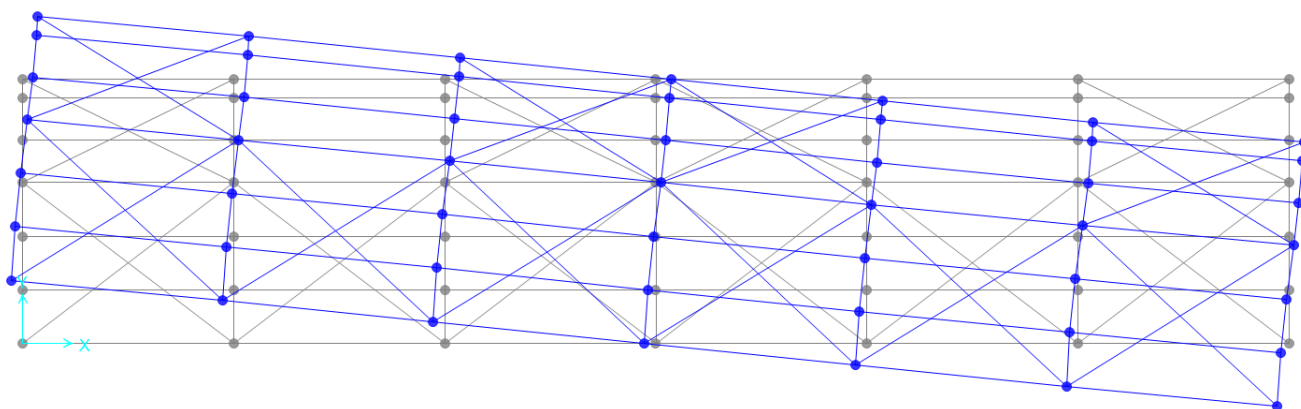
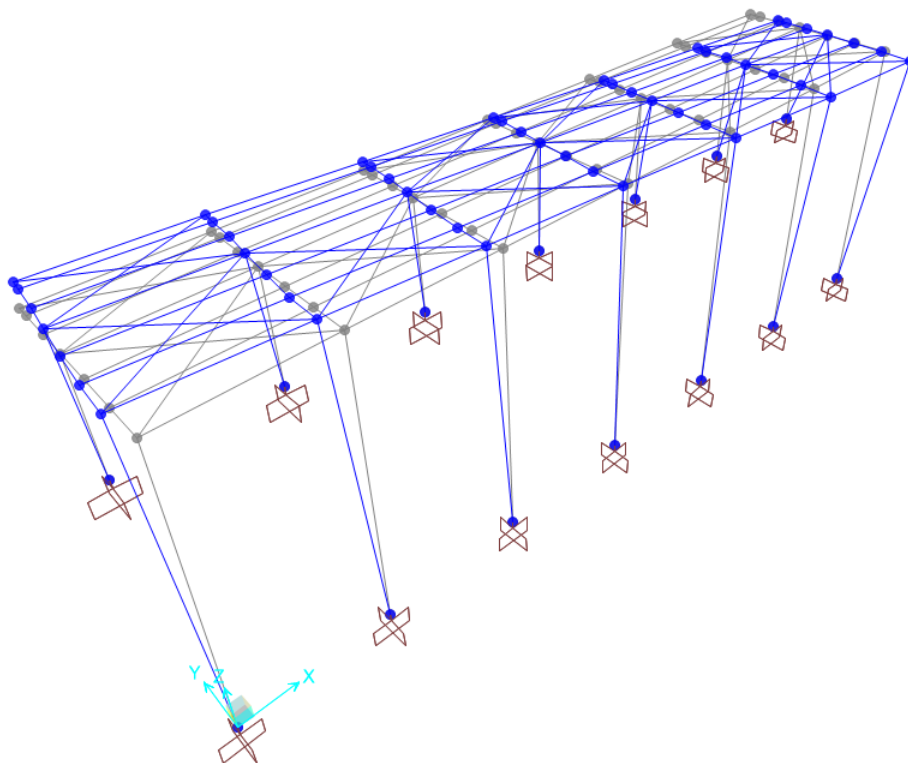


Figura 18 – Terza forma modale

8.2 Sollecitazioni agli SLU

Si riportano alcuni grafici indicativi dello stato di sollecitazione per alcune combinazioni di carico agli SLU.

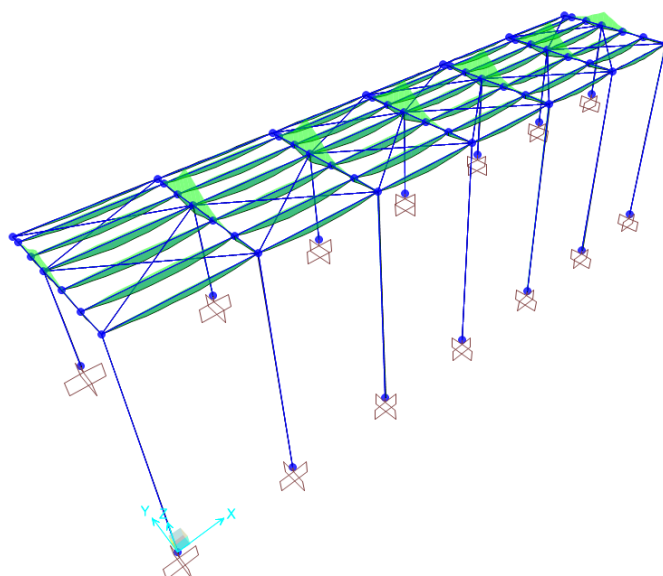


Figura 19 – Momento flettente 3-3 nella combinazione involucro degli SLU statici

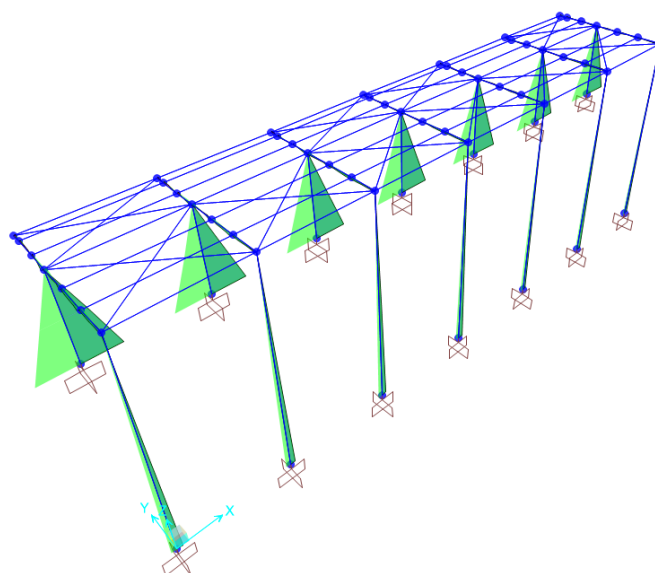


Figura 20 – Involucro del momento flettente 2-2 nella combinazione SLV1

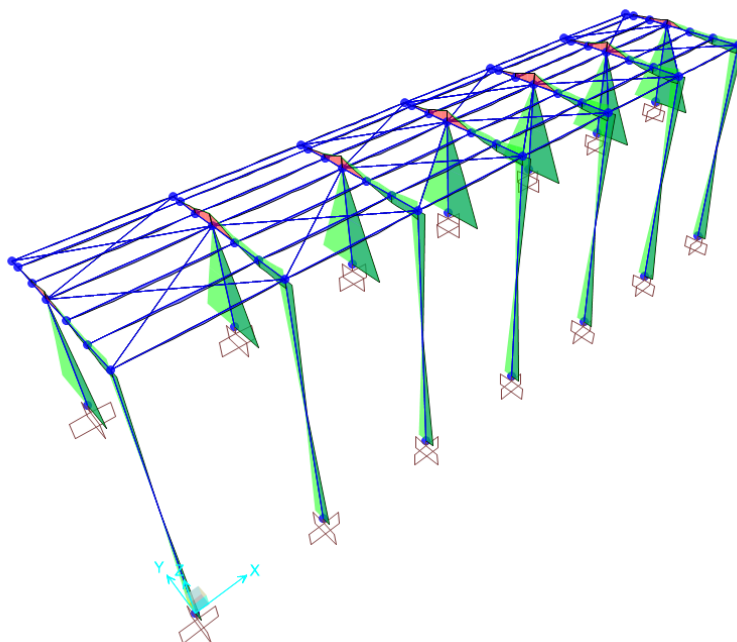


Figura 21 – Inviluppo del momento flettente 3-3 nella combinazione SLV3

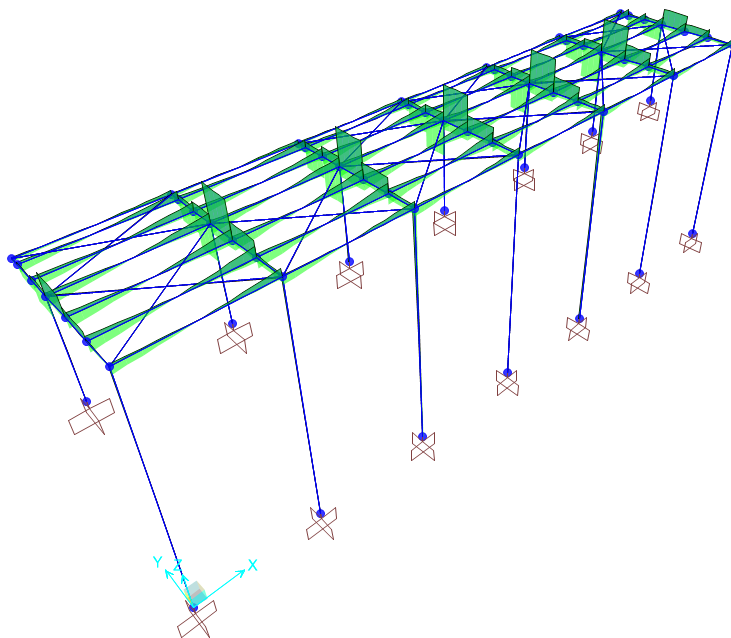


Figura 22 – Tagli nella combinazione inviluppo degli SLU statici

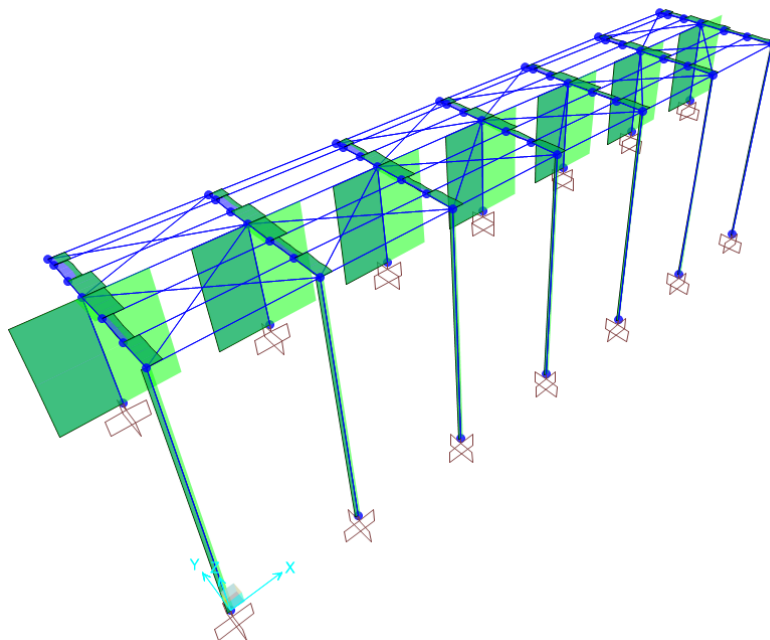


Figura 23 – Involuppo dei tagli 3-3 nella combinazione SLV1

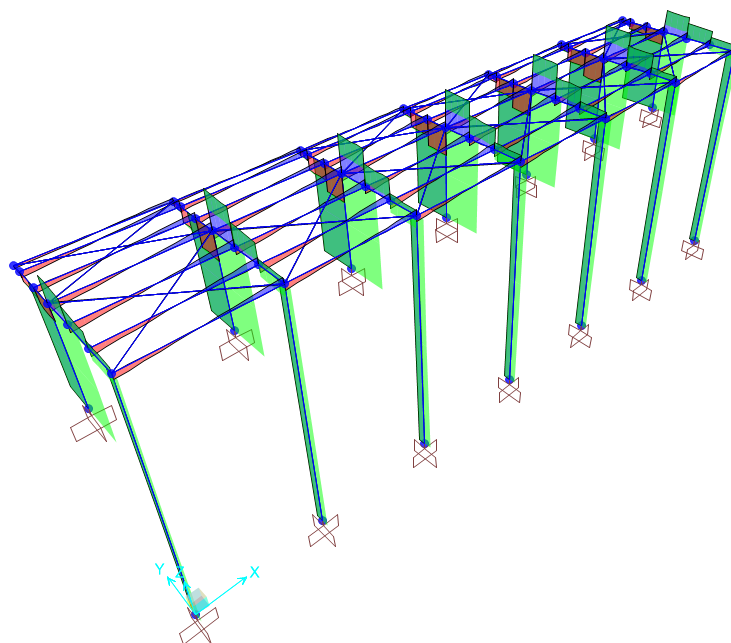


Figura 24 – Involuppo dei tagli 2-2 nella condizione SLV3

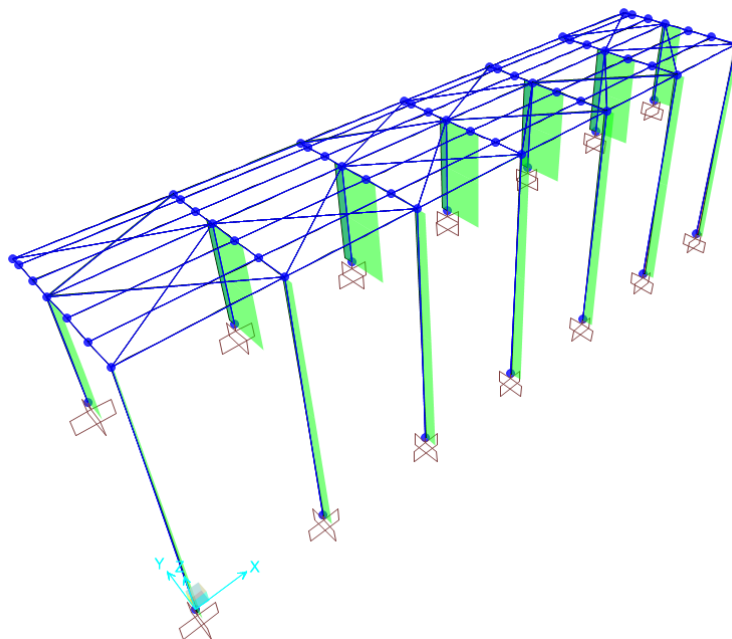


Figura 25 – Sforzi assiali nella combinazione involucro degli SLU statici

9. VERIFICHE DELLE MEMBRATURE METALLICHE

In questo capitolo si riportano i risultati delle verifiche di resistenza e stabilità agli SLU e SLV delle membrature metalliche. Nelle immagini che seguono sono indicati numericamente e cromaticamente i rapporti fra le più gravose sollecitazioni agenti e le resistenze degli elementi strutturali (domanda/capacità). Le diagonali della copertura, come già detto, sono state considerate efficaci solamente a trazione, pertanto le verifiche non sono state eseguite con il post-processore del programma, ma separatamente, raddoppiando le sollecitazione risultanti dall'analisi. Nelle immagini tratte dal post-ptocessore sono state pertanto eliminati tali elementi.

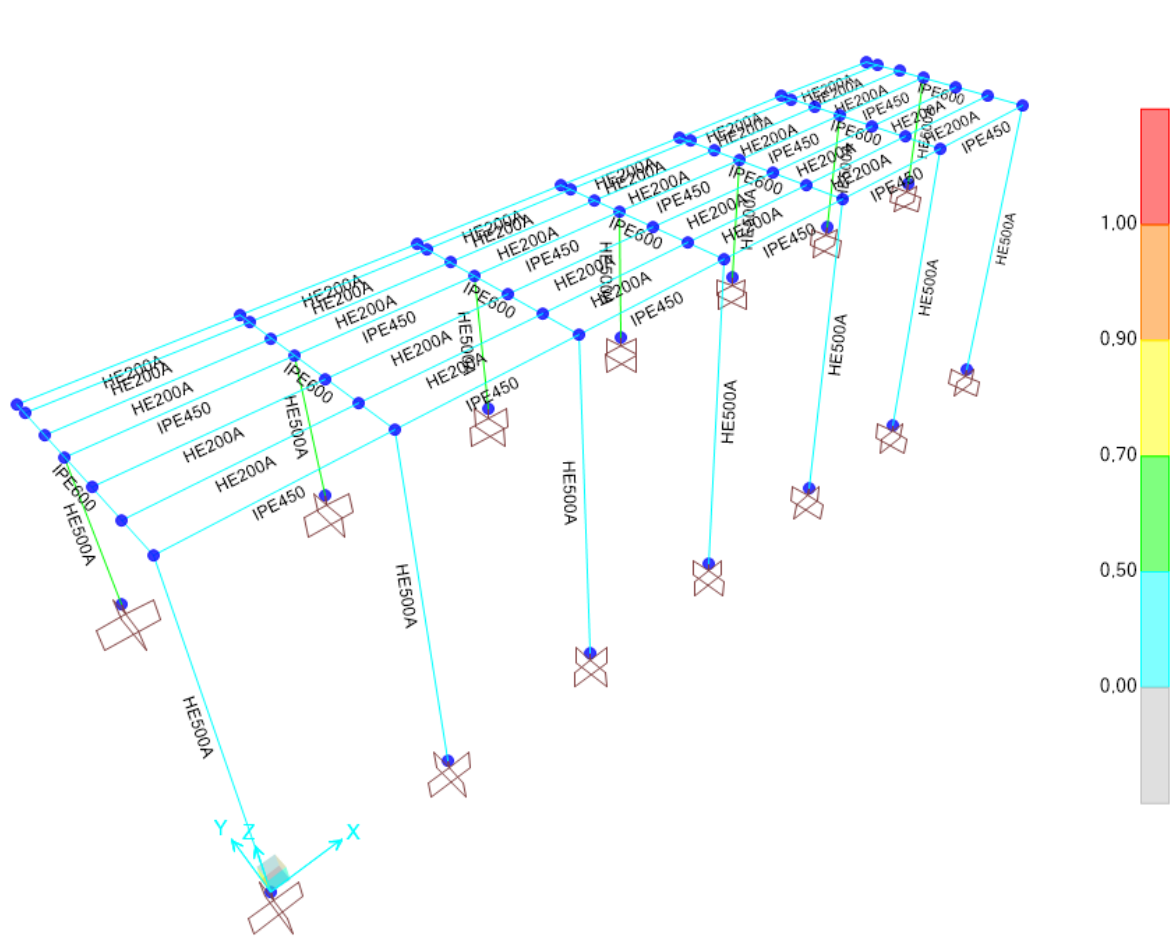


Figura 26 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Struttura completa

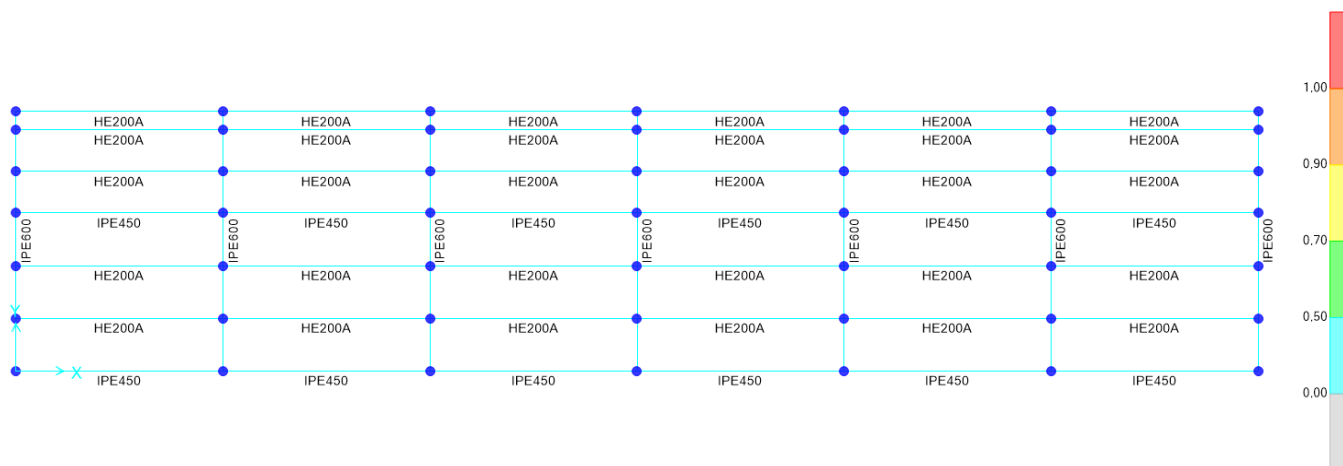


Figura 27 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Travi copertura

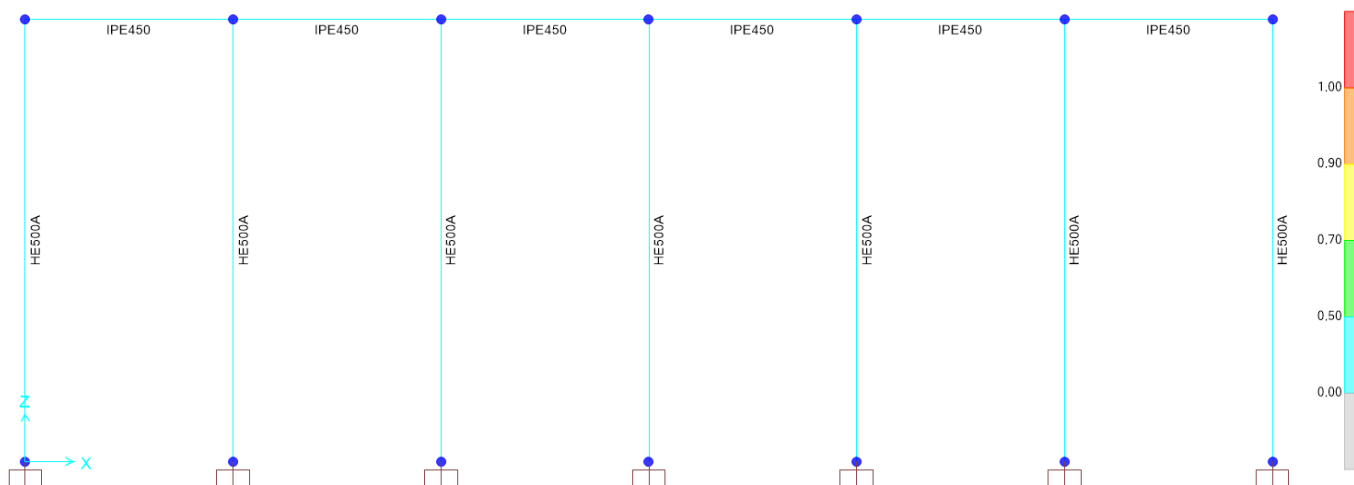


Figura 28 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telaio lato esterno

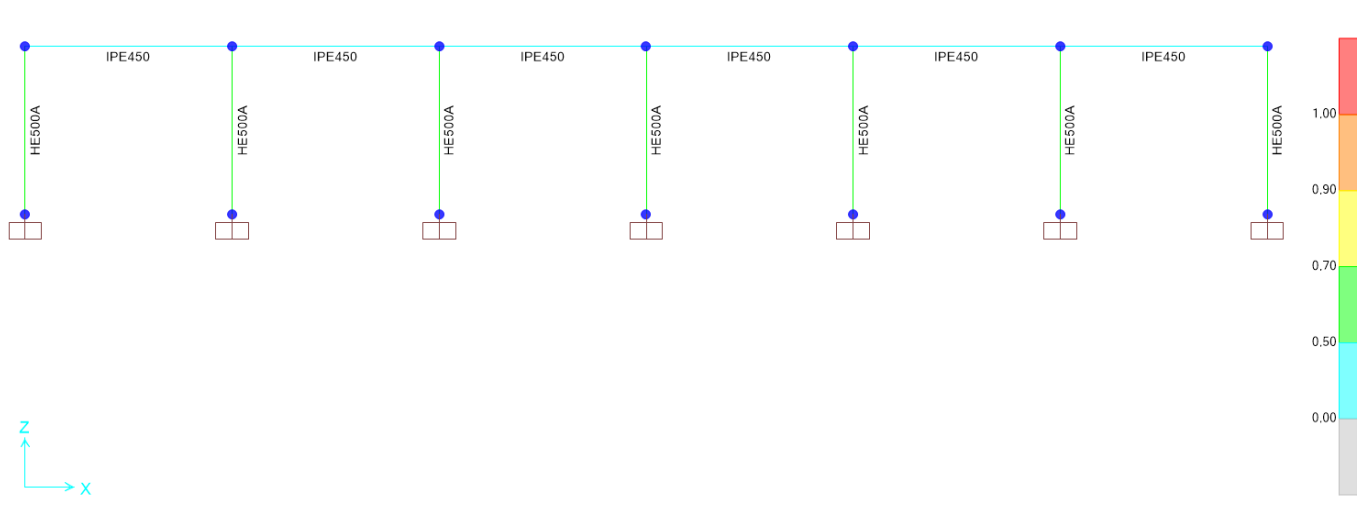


Figura 29 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telaio lato interno

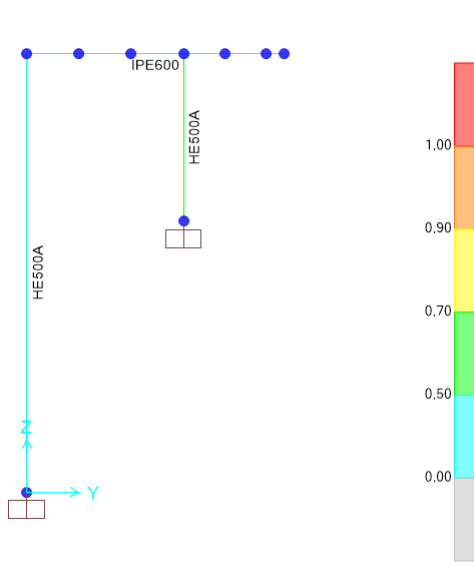


Figura 30 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telaio trasversale

9.1 Tabella completa delle verifiche (rapporti domanda/capacità)

Frame	DesignSect	DesignType	Status	Ratio	RatioType	Combo	Location
Text	Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m
Travi - Profilato HEA200							
BX07	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX08	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX09	HE200A	Beam	No Messages	0,449	PMM	SLU-Env	0,00
BX10	HE200A	Beam	No Messages	0,387	PMM	SLU-Env	0,00
BX11	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX12	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX13	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX14	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX15	HE200A	Beam	No Messages	0,449	PMM	SLU-Env	0,00
BX16	HE200A	Beam	No Messages	0,387	PMM	SLU-Env	0,00
BX17	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX18	HE200A	Beam	No Messages	0,417	PMM	SLU-Env	0,00
BX25	HE200A	Beam	No Messages	0,330	PMM	SLU-Env	0,00
BX26	HE200A	Beam	No Messages	0,330	PMM	SLU-Env	0,00
BX27	HE200A	Beam	No Messages	0,354	PMM	SLU-Env	0,00
BX28	HE200A	Beam	No Messages	0,307	PMM	SLU-Env	0,00
BX29	HE200A	Beam	No Messages	0,330	PMM	SLU-Env	0,00
BX30	HE200A	Beam	No Messages	0,330	PMM	SLU-Env	0,00
BX31	HE200A	Beam	No Messages	0,293	PMM	SLU-Env	0,00
BX32	HE200A	Beam	No Messages	0,293	PMM	SLU-Env	0,00
BX33	HE200A	Beam	No Messages	0,314	PMM	SLU-Env	0,00
BX34	HE200A	Beam	No Messages	0,273	PMM	SLU-Env	0,00
BX35	HE200A	Beam	No Messages	0,293	PMM	SLU-Env	0,00
BX36	HE200A	Beam	No Messages	0,293	PMM	SLU-Env	0,00
BX37	HE200A	Beam	No Messages	0,131	PMM	SLU-Env	0,00
BX38	HE200A	Beam	No Messages	0,132	PMM	SLU-Env	0,00
BX39	HE200A	Beam	No Messages	0,139	PMM	SLU-Env	0,00
BX40	HE200A	Beam	No Messages	0,123	PMM	SLU-Env	0,00
BX41	HE200A	Beam	No Messages	0,132	PMM	SLU-Env	0,00
BX42	HE200A	Beam	No Messages	0,131	PMM	SLU-Env	0,00
Travi - Profilato IPE450							
BX01	IPE450	Beam	No Messages	0,114	PMM	SLU-Env	0,00

BX02	IPE450	Beam	No Messages	0,116	PMM	SLU-Env	0,00
BX03	IPE450	Beam	No Messages	0,123	PMM	SLU-Env	0,00
BX04	IPE450	Beam	No Messages	0,108	PMM	SLU-Env	0,00
BX05	IPE450	Beam	No Messages	0,116	PMM	SLU-Env	0,00
BX06	IPE450	Beam	No Messages	0,114	PMM	SLU-Env	0,00
BX19	IPE450	Beam	No Messages	0,147	PMM	SLU-Env	0,00
BX20	IPE450	Beam	No Messages	0,147	PMM	SLU-Env	0,00
BX21	IPE450	Beam	No Messages	0,157	PMM	SLU-Env	0,00
BX22	IPE450	Beam	No Messages	0,137	PMM	SLU-Env	0,00
BX23	IPE450	Beam	No Messages	0,160	PMM	SLU-Env	0,00
BX24	IPE450	Beam	No Messages	0,160	PMM	SLU-Env	0,00
Travi - Profilato IPE600							
BY01	IPE600	Beam	No Messages	0,124	PMM	SLV4	6,96
BY02	IPE600	Beam	No Messages	0,194	PMM	SLU-Env	0,38
BY03	IPE600	Beam	No Messages	0,201	PMM	SLU-Env	0,38
BY04	IPE600	Beam	No Messages	0,196	PMM	SLU-Env	0,38
BY05	IPE600	Beam	No Messages	0,188	PMM	SLU-Env	0,38
BY06	IPE600	Beam	No Messages	0,194	PMM	SLU-Env	0,38
BY07	IPE600	Beam	No Messages	0,124	PMM	SLV3	6,96
Colonne - Profilato HEA500							
C01	HE500A	Column	No Messages	0,175	PMM	SLV3	0,00
C02	HE500A	Column	No Messages	0,184	PMM	SLV3	0,00
C03	HE500A	Column	No Messages	0,186	PMM	SLV3	0,00
C04	HE500A	Column	No Messages	0,183	PMM	SLV3	0,00
C05	HE500A	Column	No Messages	0,186	PMM	SLV4	0,00
C06	HE500A	Column	No Messages	0,184	PMM	SLV4	0,00
C07	HE500A	Column	No Messages	0,175	PMM	SLV4	0,00
C08	HE500A	Column	No Messages	0,663	PMM	SLV1	0,00
C09	HE500A	Column	No Messages	0,661	PMM	SLV1	0,00
C10	HE500A	Column	No Messages	0,659	PMM	SLV1	0,00
C11	HE500A	Column	No Messages	0,657	PMM	SLV2	0,00
C12	HE500A	Column	No Messages	0,659	PMM	SLV2	0,00
C13	HE500A	Column	No Messages	0,661	PMM	SLV2	0,00
C14	HE500A	Column	No Messages	0,663	PMM	SLV2	0,00

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	62 di 85

9.2 Verifiche della colonna HEA500 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : C08	X Mid: 0,000	Combo: SLV1	Design Type: Column
Length: 4,870	Y Mid: 4,560	Shape: HE500A	Frame Type: InvPend
Loc : 0,000	Z Mid: 10,315	Class: Class 1	Rolled : Yes

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Ignore Seismic Code? Yes	Ignore Special EQ Load? Yes	D/P Plug Welded? No

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=1,60	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000

Aeff=0,020	eNy=0,000	eNz=0,000	Wel, yy=0,004	Weff, yy=0,004
A=0,020	Iyy=8,697E-04	iyy=0,210	Wel, zz=6,913E-04	Weff, zz=6,913E-04
It=3,180E-06	Izz=1,037E-04	izz=0,072	Wpl, yy=0,004	Av, z=0,014
Iw=5,654E-06	Iyz=0,000	h=0,490	Wpl, zz=0,001	Av, y=0,008
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000		

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
0,000	-60,014	-108,867	180,820	13,946	-37,107	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.2.9.1(6))

D/C Ratio: 0,663 = $(0,105)^2 \cdot 0,000 + (0,652) \cdot 1,000 < 1,000$ OK
= $(My, Ed/Mn, y, Rd)^{\text{Alpha}} + (Mz, Ed/Mn, z, Rd)^{\text{Beta}}$ (EC3 6.2.9.1(6))

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc, Rd	Nt, Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-60,014	5185,714	5185,714				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	5185,714	6130,080	15275,023	15275,023	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0,210	76002,971	0,268	0,543	0,985	5107,632
MajorB(y-y)	a	0,210	76002,971	0,268	0,543	0,985	5107,632
Minor (z-z)	b	0,340	9062,330	0,775	0,898	0,740	3835,679
MinorB(z-z)	b	0,340	9062,330	0,775	0,898	0,740	3835,679
Torsional TF	b	0,340	15275,023	0,597	0,746	0,839	4348,422

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	-108,867	-108,867	1034,262	1034,262	1034,262	965,141	
Minor (z-z)	180,820	180,820	277,357	277,357	277,357		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a	0,210	0,471	0,639	0,933	1,880	4904,354
	kyy	kyz	kzy	kzz			
Factors	0,600	0,365	0,997	0,609			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	22,355	1136,802	0,020	OK	0,000
Minor (y)	37,129	2188,321	0,017	OK	0,000
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	1136,802	1,200	0,463		

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	63 di 85

9.3 Verifiche della trave IPE 600 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : BY03	X Mid: 12,000	Combo: SLU-Env	Design Type: Beam
Length: 7,490	Y Mid: 3,745	Shape: IPE600	Frame Type: InvPend
Loc : 7,225	Z Mid: 12,750	Class: Class 1	Rolled : Yes

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Ignore Seismic Code? Yes	Ignore Special EQ Load? Yes	D/P Plug Welded? No

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=1,60	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000

Aeff=0,016	eNy=0,000	eNz=0,000	Wel,yy=0,003	Weff,yy=0,003
A=0,016	Iyy=9,208E-04	iyy=0,243	Wel,zz=3,079E-04	Weff,zz=3,079E-04
It=1,650E-06	Izz=3,387E-05	izz=0,047	Wpl,yy=0,004	Av,z=0,009
Iw=2,858E-06	Iyz=0,000	h=0,600	Wpl,zz=4,860E-04	Av,y=0,008
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000		

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
7,225	0,336	-4,078	-0,024	-16,108	-0,091	0,238

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.61)

D/C Ratio: 0,201 = 0,000 + 0,201 + 0,000 < 1,000 OK
 = NEd / (Chi_y NRk / GammaM1) + kyy (My,Ed + NEd eNy) / (Chi_LT My, Rk / GammaM1) + kyz (Mz,Ed + NEd eNz) / (Mz, Rk / GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.61)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd
Axial	Force 0,336	Capacity 4085,714	Capacity 4085,714

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag
	4085,714	4829,760	44077,391	44077,391	1,000

Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0,210	91781,397	0,216	0,525	0,996
MajorB (y-y)	a	0,210	91781,397	0,216	0,525	0,996
Minor (z-z)	b	0,340	30384,148	0,376	0,600	0,936
MinorB (z-z)	b	0,340	30384,148	0,376	0,600	0,936
Torsional TF	b	0,340	44077,391	0,312	0,568	0,960

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd
Major (y-y)	Moment -4,078	Moment -179,947	Capacity 919,810	Capacity 919,810	Capacity 919,810	Capacity 896,568
Minor (z-z)	-0,024	-0,009	127,286	127,286	127,286	

Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	b	0,340	0,271	0,549	0,975	1,455

Factors	kyy	kzy	kzy	kzz
	1,000	0,600	0,976	1,000

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
Major (z)	Force 16,108	Capacity 1267,146	Ratio 0,013	Check OK	Torsion 0,238
Minor (y)	0,095	1339,122	7,077E-05	OK	0,238

Reduction	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW
	1267,146	1,200	0,586

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

Major (V2)	VMajor Left	VMajor Right
	13,635	15,673

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	64 di 85

9.4 Verifiche della trave IPE 450 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : BX23	X Mid: 27,000	Combo: SLU-Env	Design Type: Beam
Length: 6,000	Y Mid: 4,560	Shape: IPE450	Frame Type: InvPend
Loc : 6,000	Z Mid: 12,750	Class: Class 1	Rolled : Yes

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Ignore Seismic Code? Yes	Ignore Special EQ Load? Yes	D/P Plug Welded? No

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=1,60	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000

Aeff=0,010	eNy=0,000	eNz=0,000		
A=0,010	Iyy=3,374E-04	iyy=0,185	Wel, yy=0,001	Weff, yy=0,001
It=0,000	Izz=1,676E-05	izz=0,041	Wel, zz=1,764E-04	Weff, zz=1,764E-04
Iw=0,000	Iyz=0,000	h=0,450	Wpl, yy=0,002	Av, z=0,006
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000	Wpl, zz=2,760E-04	Av, y=0,005

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
6,000	-0,363	0,000	0,000	-5,806	0,000	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: $0,147 = 0,000 + 0,146 + 0,000 < 1,000$ OK
 $= \frac{NEd}{\chi_z N R_k / \Gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd eNy)}{\chi_{LT} M_y R_k / \Gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd eNz)}{(M_z, R_k / \Gamma_{M1})}$ (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc, Rd	Nt, Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-0,363	2587,619	2587,619				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	2587,619	3058,848	2778,645	2778,645	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0,210	19425,026	0,374	0,588	0,960	2482,837
MajorB (y-y)	a	0,210	19425,026	0,374	0,588	0,960	2482,837
Minor (z-z)	b	0,340	964,918	1,678	2,159	0,284	735,559
MinorB (z-z)	b	0,340	964,918	1,678	2,159	0,284	735,559
Torsional TF	b	0,340	2778,645	0,989	1,123	0,604	1563,226

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	0,000	32,920	445,762	445,762	445,762	224,877	
Minor (z-z)	0,000	0,000	72,286	72,286	72,286		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	b	0,340	1,153	1,326	0,504	1,136	352,290
	kyy	kzy	kzz				
Factors	0,950	0,600	1,000	1,001			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	21,947	768,519	0,029	OK	0,000
Minor (y)	0,000	895,845	0,000	OK	0,000
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	768,519	1,200	0,560		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	21,947	21,947

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	65 di 85

9.5 Verifiche della trave HEA 200 più sollecitata

Eurocode 3-2005 STEEL SECTION CHECK (Summary for Combo and Station)

Units : KN, m, C

Frame : BX15	X Mid: 15,000	Combo: SLU-Env	Design Type: Beam
Length: 6,000	Y Mid: 3,040	Shape: HE200A	Frame Type: InvPend
Loc : 6,000	Z Mid: 12,750	Class: Class 1	Rolled : Yes

Country=CEN Default	Combination=Eq. 6.10	Reliability=Class 2
Interaction=Method 2 (Annex B)	MultiResponse=Envelopes	P-Delta Done? No
Ignore Seismic Code? Yes	Ignore Special EQ Load? Yes	D/P Plug Welded? No

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=1,60	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000

Aeff=0,005	eNy=0,000	eNz=0,000		
A=0,005	Iyy=3,692E-05	iyy=0,083	Wel,yy=3,886E-04	Weff,yy=3,886E-04
It=0,000	Izz=1,336E-05	izz=0,050	Wel,zz=1,336E-04	Weff,zz=1,336E-04
Iw=0,000	Iyz=0,000	h=0,190	Wpl,yy=4,290E-04	Av,z=0,004
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000	Wpl,zz=2,040E-04	Av,y=0,002

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
6,000	-0,034	0,000	0,000	-9,867	0,000	0,000

PMM DEMAND/CAPACITY RATIO (Governing Equation EC3 6.3.3(4)-6.62)

D/C Ratio: 0,449 = 0,000 + 0,449 + 0,000 < 1,000 OK
= Ned/(Chi_z NRk/GammaM1) + kzy (My,Ed+NED eNy) / (Chi_LT My,Rk/GammaM1)
+ kzz (Mz,Ed+NED eNz) / (Mz,Rk/GammaM1) (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd			
Axial	Force	Capacity	Capacity			
	-0,034	1409,048	1409,048			

	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag	
	1409,048	1665,648	2481,544	2481,544	1,000	

	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	b	0,340	2125,584	0,834	0,956	0,703	990,657
MajorB(y-y)	b	0,340	2125,584	0,834	0,956	0,703	990,657
Minor (z-z)	c	0,490	769,171	1,387	1,753	0,354	498,965
MinorB(z-z)	c	0,490	769,171	1,387	1,753	0,354	498,965
Torsional TF	c	0,490	2481,544	0,772	0,938	0,680	957,662

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	0,000	37,610	112,357	112,357	112,357	83,807
Minor (z-z)	0,000	0,000	53,429	53,429	53,429	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	Cl	Mcr
LTB	a	0,210	0,882	0,960	0,746	1,136	151,774

	kyy	kzy	kzz
Factors	0,950	0,600	1,000

Shear Design

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	25,073	272,935	0,092	OK	0,000
Minor (y)	0,000	646,426	0,000	OK	0,000

	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	272,935	1,200	0,327

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	25,073	25,073

9.6 Verifica delle diagonali in copertura

Si riportano nel seguito le verifiche delle diagonali di copertura, considerate agenti solamente a trazione. Dal momento che il post-processore del programma esegue le verifiche nelle condizioni più sfavorevoli e quindi a compressione, tali verifiche sono state effettuate separatamente, sull'elemento più sollecitato, considerando una trazione doppia di quella derivante dall'analisi (si veda tabella successiva):

$$N_{de} = 24.5 \cdot 2 = 49 \text{ KN}$$

Le diagonali sono costituite da profilati a L 100*100, con un'area della sezione lorda pari a:

$$A=19.2 \text{ cm}^2.$$

Come già illustrato in precedenza, per una corretta modellazione della rigidezza della struttura, nel modello l'area della sezione è stata dimezzata applicando il fattore correttivo 0.50.

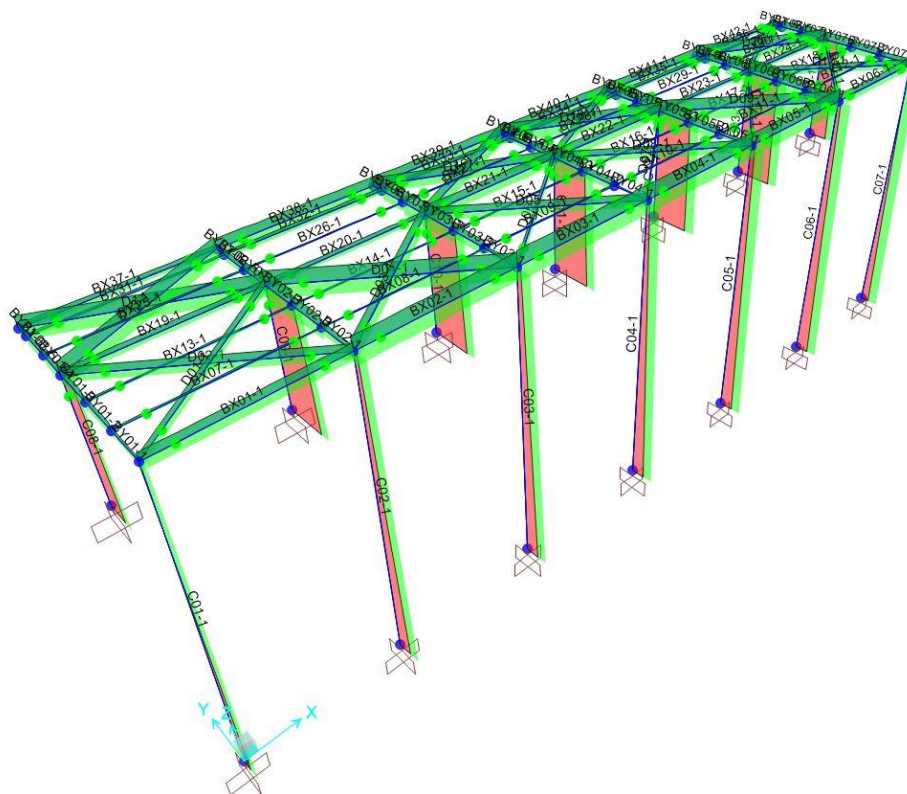


Figura 31 –Inviluppo delle sollecitazioni

Nella tabella seguente sono riportati i valori massimo e minimo dell'involuppo delle forze assiali in ogni diagonale della copertura.

Frame	OutputCase	StepType	P
Text	Text	Text	KN
D01	SLV-Env	Max	10,4
D01	SLV-Env	Min	-10,5
D02	SLV-Env	Max	12,4
D02	SLV-Env	Min	-12,3
D03	SLV-Env	Max	22,1
D03	SLV-Env	Min	-22,2
D04	SLV-Env	Max	24,5
D04	SLV-Env	Min	-24,4
D05	SLV-Env	Max	13,0
D05	SLV-Env	Min	-13,0
D06	SLV-Env	Max	12,3
D06	SLV-Env	Min	-12,3
D07	SLV-Env	Max	13,0
D07	SLV-Env	Min	-13,0
D08	SLV-Env	Max	12,3
D08	SLV-Env	Min	-12,3
D09	SLV-Env	Max	22,1
D09	SLV-Env	Min	-22,2
D10	SLV-Env	Max	24,5
D10	SLV-Env	Min	-24,4
D11	SLV-Env	Max	12,4
D11	SLV-Env	Min	-12,3
D12	SLV-Env	Max	10,4
D12	SLV-Env	Min	-10,5
D13	SLV-Env	Max	21,5
D13	SLV-Env	Min	-21,5
D14	SLV-Env	Max	20,8
D14	SLV-Env	Min	-20,8
D15	SLV-Env	Max	19,2
D15	SLV-Env	Min	-19,2
D16	SLV-Env	Max	15,2
D16	SLV-Env	Min	-15,2
D17	SLV-Env	Max	15,2
D17	SLV-Env	Min	-15,2
D18	SLV-Env	Max	19,2

Frame	OutputCase	StepType	P
Text	Text	Text	KN
D18	SLV-Env	Min	-19,2
D19	SLV-Env	Max	20,8
D19	SLV-Env	Min	-20,8
D20	SLV-Env	Max	21,5
D20	SLV-Env	Min	-21,5

Per la verifica dell'asta tesa si è fatto affidamento a quanto riportato nel capitolo 4.2.4.1.2 della NTC 08.

Trazione

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

$$\frac{N_{Ed}}{N_{t,Rd}} \leq 1 \quad (4.2.6)$$

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

a) la resistenza plastica della sezione lorda, A ,

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_{yk}}{\gamma_{M0}} \quad (4.2.7)$$

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

$$N_{u,Rd} = \frac{0,9 \cdot A_{net} \cdot f_{tk}}{\gamma_{M2}} \quad (4.2.8)$$

80

Per le due tipologie di formulazione, è stata utilizzata, un'area effettiva per profilati a L calcolata secondo quanto riportato al capitolo 6.2.1 della CNR_UNI-10011.

$$A_{eff} = A_1 + \frac{3A_1}{3A_1 + A_2} A_2;$$

A_1 è l'area dell'ala collegata;

A_2 è l'area dell'ala non collegata.

Per la verifica plastica della sezione è stata considerata l'area lorda della sezione che, secondo quanto riportato dalla CNR, risulta essere pari a :

$$A_{eff} = 9,6 + \frac{3 * 9,6}{3 * 9,6 + 9,6} 9,6 = 16,8 \text{ cm}^2;$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	69 di 85

Si ottiene pertanto una resistenza plastica del profilato pari a:

$$N_{pl,Rd} = 1680 \cdot 275 / 1.05 = 440 > 49 \text{ kN}$$

Mentre, per quanto riguarda la valutazione della resistenza a rottura del profilato, è stata considerata un'area A_1 depurata dell'area occupata da un foro di 22 mm, pertanto l'area efficace risulta essere pari a:

$$A_{eff} = 7.6 + 9.6 \cdot \frac{3 \cdot 7.6}{3 \cdot 7.6 + 9.6} = 14.35 \text{ cm}^2;$$

Si ottiene pertanto una resistenza ultima pari a:

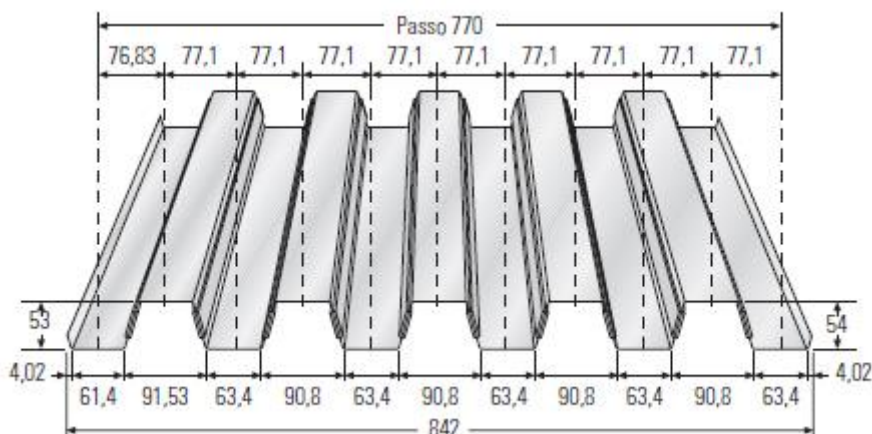
$$N_{pl,Rd} = 0.9 \cdot 1435 \cdot 430 / 1.25 = 444 > 49 \text{ kN}$$

10. VERIFICA LAMIERA GRECATA DI COPERTURA

La lamiera portante è fissata tramite profili in alluminio alla struttura portante in acciaio della pensilina, al di sopra della lamiera verrà posto in opera un *Sistema di rivestimento coibentato in alluminio tipo Riverclack*, costituito da lastre fissate mediante apposite staffe in materiale plastico e viti auto-perforanti in acciaio zincato, con ancoraggio senza foratura degli elementi. Sistema completo di: guaina con supporto in poliesteri sp. 4mm. + 4mm.; freno vapore in polietilene spess. 0.3 mm; strato isolante in tessuto non tessuto; isolamento termico costituito da pannelli semirigidi in lana di roccia, sp. 80 mm, con reazione al fuoco Euroclasse A1.

In fase progettuale si è fatto riferimento alla lamiera tipo HI BOND A55-P770-G6. Sulla base dell'analisi dei carichi agenti e sulla base delle sue caratteristiche statiche dedotte dalla normativa UNI EN1993 1-3, la lamiera grecata scelta si è rivelata soddisfare tutte le verifiche previste dalla normativa sia agli stati limite ultimi che agli stati limite di esercizio.

La geometria della lamiera grecata scelta è riportata di seguito.



- Peso proprio lamiera tipo A55-P770-G6 HI-BOND sp. 0.8mm = 10.0 daN/m²
- Pannello coibentato = 30.0 daN/m²
- Neve = 48.0 daN/m²
- Accidentale coperture accessibili per sola manutenzione cat. H1 = 50.0 daN/m²

Le caratteristiche statiche della lamiera scelta sono le seguenti:

$$I_y = 52.45 \text{ cm}^4/\text{m}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

$$W_e = 19.43 \text{ cm}^3/\text{m}$$

La verifica della lamiera grecata è stata svolta in accordo con le indicazioni della normativa UNI EN1993-1-3 in materia di profilati sottili di acciaio formati a freddo.

Le verifiche saranno condotte nelle ipotesi restrittive che la lamiera grecata sia appoggiata su una sola campata con luce pari a $L = 2.15 \text{ m}$.

Il carico agente sarà (per metro di larghezza) pari a:

$$q_d = 1.3 * 40.0 + 1.5 * 50.0 + 0.75 * 48.0 = 163 \text{ daN/m}$$

Nello schema di semplice appoggio su una luce di $L = 2.15\text{m}$, i valori massimi delle sollecitazioni agenti in termini di momento flettente e taglio saranno:

$$M_{\max} = M_{Sd} = q_d * L^2/8 = 94.2 \text{ daNm}$$

$$T_{\max} = q_d * L/2 = 175.2 \text{ daN}$$

La sezione in esame è di classe 4, infatti il coefficiente di riferimento ε è dato da:

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_{yk}}} = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0.81$$

$$\text{ed essendo } c/t = 55/0.8 = 68.75 > 42 * \varepsilon$$

Trattandosi di sezione di classe 4, le verifiche allo stato limite ultimo saranno condotte con riferimento alla sezione efficace (punto 4.2.4.1.1 del D.M. 14/01/2008).

Per quanto concerne la flangia compressa, si ha:

$\Psi = +1$ è il rapporto tra le tensioni di estremità della sezione

$K_\sigma = 4.0$ è il fattore di imbozzamento

$$\sigma_{cr} = K_\sigma \frac{189800}{(b/t)^2} = 4.0 \frac{189800}{(60/0.8)^2} = 135 \text{ N/mm}^2 \quad \text{è la tensione di instabilità critica}$$

$$\bar{\lambda}_p = \sqrt{\frac{f_y}{\sigma_{cr}}} = \sqrt{\frac{320}{135}} = 2.37 \quad \text{è la snellezza adimensionale critica}$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV010003	B	72 di 85

$$\rho = \frac{\bar{\lambda}_p^{-0.22}}{\bar{\lambda}_p^2} = 0.383$$

è il fattore di riduzione della sezione efficace

$$b_{\text{eff}} = \rho * \bar{b} = 0.383 * 60 = 22.96 \text{ mm}$$

è la larghezza efficace della sezione

➤ *Verifica a flessione*

Il momento resistente assumerà pertanto il seguente valore:

$$M_{\text{Rd}} = W_e * f_y / \gamma_{\text{M0}} = 19430 * 320 / 1.05 = 5.92 \text{ kNm/m}$$

Essendo $M_{\text{Rd}} > M_{\text{Sd}}$

I risultati possono essere estesi a tutte le pensiline della presente Stazione.

➤ *Verifica allo stato limite di esercizio*

Per il calcolo della freccia si considera la trave soggetta al peso dei carichi. Si utilizza a questo scopo il momento di inerzia lordo della lamiera grecata pari a $I = 524500 \text{ mm}^4$. In queste condizioni la freccia massima vale:

$$\delta = \frac{5}{384} \frac{q L^4}{EI} = \frac{5}{384} \frac{1.38 * 2150^4}{210000 * 524500} = 3.48 \text{ mm} \approx L/617 < L/180$$

11. VERIFICA DELLE UNIONI PIU' SOLLECITATE

In questo capitolo si riportano le verifiche di resistenza delle unioni più sollecitate:

- Piastra di base della colonna HEA500
- Nodo Diagonale – Trave: L100x10 – IPE450;
- Nodo Trave – Colonna: IPE600 - HEA500;
- Nodo Trave principale - Trave secondaria: IPE600-IPE450;

11.1 Verifica della piastra di base

L'unione tra colonna e sottostruttura in c.a. è costituita da una piastra in acciaio, di dimensioni 800x500 mm e dello spessore di 40 mm, collegata alla platea di fondazione o alla parete delle scale tramite n°16 tirafondi M30 di classe 8.8, disposti come riportato nell'immagine seguente.

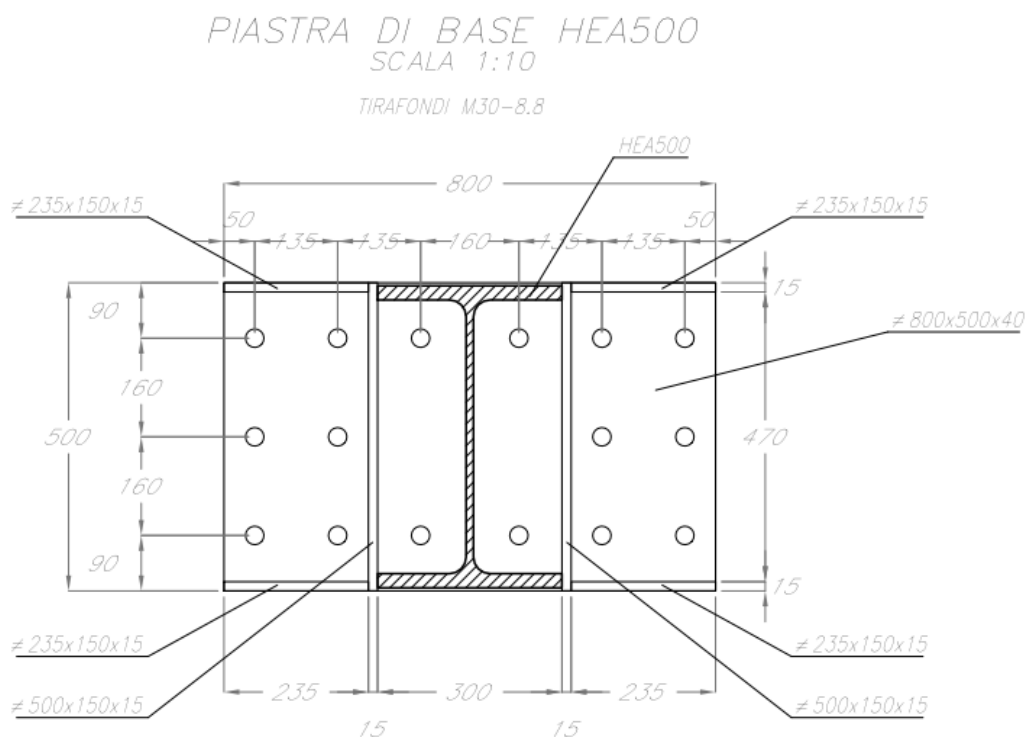
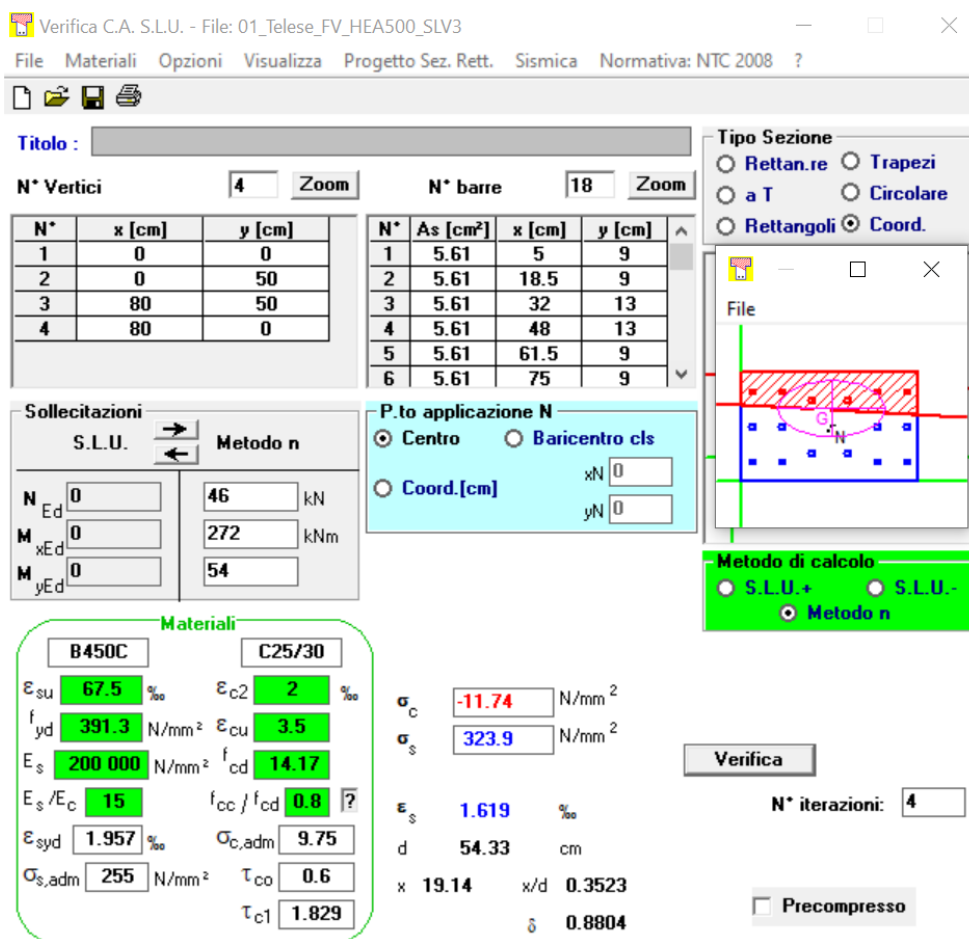


Figura 32 - Dettaglio della piastra di base delle colonne

11.1.1 Verifica del Calcestruzzo

Per la verifica a schiacciamento del CLS è stata utilizzata la combinazione di carico agli SLV più sfavorevole.

Utilizzando il software Vcaslu e riportando la geometria della piastra di base, è stata ottenuta la tensione di compressione agente sul calcestruzzo.



Verifica C.A. S.L.U. - File: 01_Telese_FV_HEA500_SLV3

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo: _____

N° Vertici: 4 Zoom N° barre: 18 Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	0	0
2	0	50
3	80	50
4	80	0

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
1	5.61	5	9
2	5.61	18.5	9
3	5.61	32	13
4	5.61	48	13
5	5.61	61.5	9
6	5.61	75	9

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N_{Ed}: 0 46 kN
M_{xEd}: 0 272 kNm
M_{yEd}: 0 54

P.to applicazione N: Centro Baricentro cls Coord.[cm] xN 0 yN 0

Materiali: B450C C25/30

ε_{su}: 67.5 ‰ ε_{c2}: 2 ‰
f_{yd}: 391.3 N/mm² ε_{cu}: 3.5 ‰
E_s: 200 000 N/mm² f_{cd}: 14.17 N/mm²
E_s/E_c: 15 f_{cc}/f_{cd}: 0.8
ε_{syd}: 1.957 ‰ σ_{c,adm}: 9.75 N/mm²
σ_{s,adm}: 255 N/mm² τ_{co}: 0.6
τ_{c1}: 1.829

σ_c: -11.74 N/mm²
σ_s: 323.9 N/mm²
ε_s: 1.619 ‰
d: 54.33 cm
x: 19.14 x/d: 0.3523
δ: 0.8804

Metodo di calcolo: S.L.U.+ S.L.U.- Metodo n

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto:

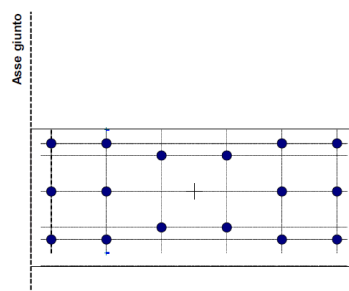
$$f_{ed} / f_{cd} = 11.74 / 14.17 \approx 0.83$$

11.1.2 Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalla NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni alla base delle colonne in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

Verifica Tirafondi Pilastro HEA 500 - Amorosi Pensilina

Bullone	x	y	F _{Lx}	F _{Ly}	F _{b,E}	Dir. il carico	Dir. ⊥ carico	Bulloni d (mm)	Classe bulloni	Sezione intera o filettata? (i/f)	Numero sezioni resistenti	Acciaio piatti e profilati			
N.	mm	mm	N	N	N			30	8.8	f	1	S275 N/NL/M/ML			
1	50	90	699	3 489	3 558	bordo	interno	Verifica a Taglio - Comb		J11 - SLV 3	Traz. 1 - Comb	J11-SLV3	Distanze dai bordi		
2	185	90	699	3 489	3 558	bordo	interno	V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)	σ bullone (Mpa)	N bullone (N)	e1 (mm)	e2 (mm)	
3	320	130	699	3 489	3 558	bordo	interno	11 176	55 816		324	181764	50	50	
4	480	130	699	3 489	3 558	bordo	interno	Numero viti	Sez. (mm ²)	Fori φ (mm)	Testa (mm)	f _{tb} (MPa)	Interassi bulloni		
5	615	90	699	3 489	3 558	bordo	interno	16	561	31.5	46	800	p1 (mm)	p2 (mm)	
6	750	90	699	3 489	3 558	bordo	interno	Caratteristiche geometriche						135	160
7	50	410	699	3 489	3 558	bordo	interno	x _G (mm)	y _G (mm)	J _x (mm ²)	J _y (mm ²)	J _p (mm ²)	f _{tk} (MPa)	Spessore lamiera t (mm)	
8	185	410	699	3 489	3 558	bordo	interno	400.0	250.0	1 037 950.00	262 400.00	1 300 350.00	370	40	
9	320	370	699	3 489	3 558	bordo	interno	Verifica a taglio:			F _{v,Rd} (N) =	215 424	>	3 558	
10	480	370	699	3 489	3 558	bordo	interno	Verifiche a rifollamento			k · α	F _{b,Rd} (N)	>	F _{b,E} (N)	
11	615	410	699	3 489	3 558	bordo	interno	Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:			1.323	469 841.3	>	0.0	
12	750	410	699	3 489	3 558	bordo	interno	Bull. di bordo in dir. del carico e int. in dir. perp.:			1.323	469 841.3	>	3 557.7	
13	50	250	699	3 489	3 558	interno	interno	Bull. Int. in dir. del carico e in dir. perp.:			2.500	888 000.0	>	3 557.7	
14	750	250	699	3 489	3 558	interno	interno	Verifica a trazione del bullone			F _{t,Rd} (N) =	323 136.0	>	181 764	
15	185	250	699	3 489	3 558	interno	interno	Verifica piastra a punzonamento			B _{p,Rd} (N) =	669 197	>	181 764	
16	615	250	699	3 489	3 558	interno	interno	Verifica a Taglio - Trazione			Cond. 2	1	>	0.42	



11 176	55 816	Massimi	
3 558			
0	bordo	bordo	
0	interno	bordo	
3 558	bordo	interno	
3 558	interno	interno	

11.1.3 Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi

Ai sensi del capitolo 4.1.2.1.1.4 del D.M. 14-01-2008, essendo:

$$f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c \text{ con } \gamma_c = 1.5;$$

$$f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk};$$

$$\eta = 132 - \phi / 100.$$

e conoscendo, inoltre, lo sforzo di trazione agente su ogni tirafondo $F_{t,ed} = 181 \text{ KN}$, si ha che:

$$L_{\text{ancoraggio}} = F_{t,ed} / (p f_{bd}) = 70 < 75 \text{ cm}$$

La lunghezza di ancoraggio ipotizzata risulta essere sufficiente.

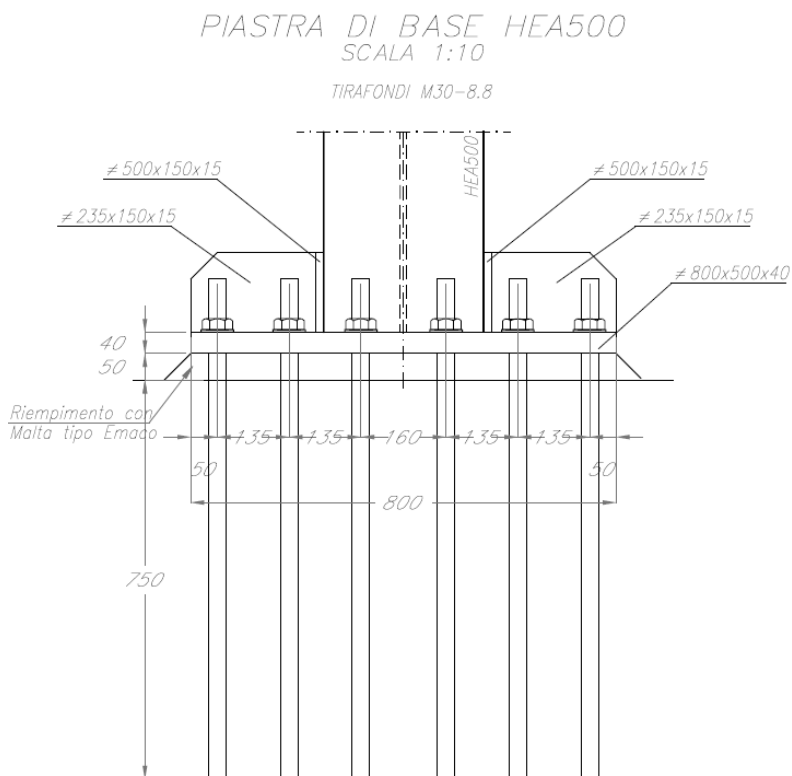


Figura 33 - Nodo di base - Dettaglio dell'ancoraggio

11.2 Unione Diagonali - Travi

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

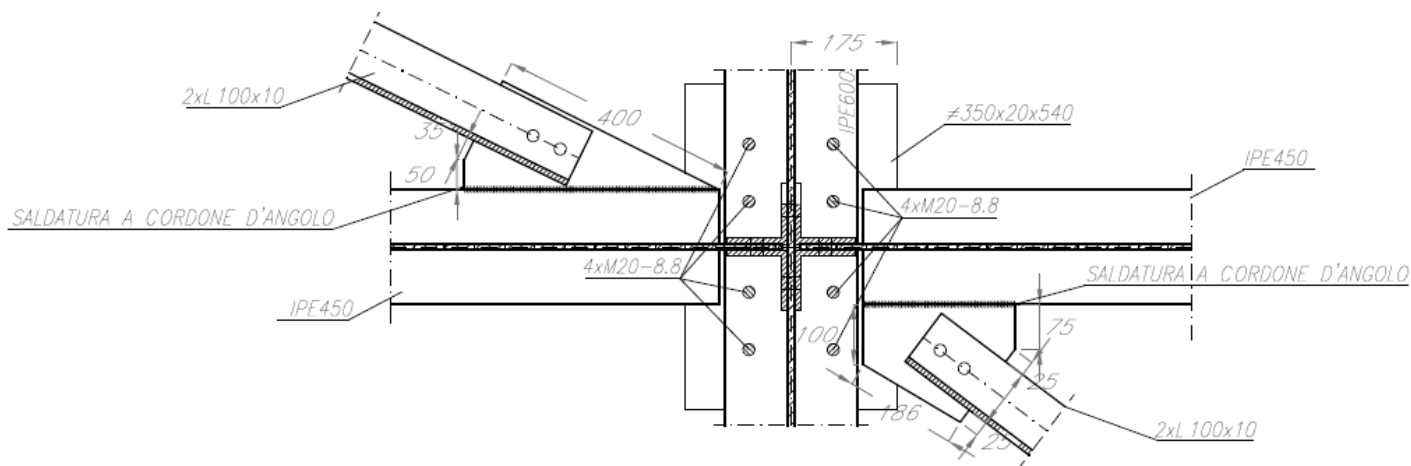
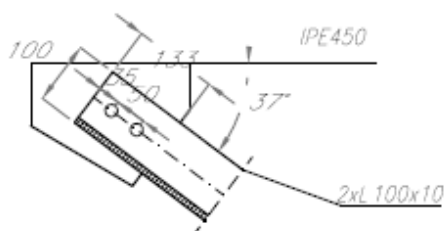


Figura 34 - Unione Diagonali - Travi

PARTICOLARE DIAGONALI INTERNA
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8



PARTICOLARE DIAGONALI ESTERNA
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

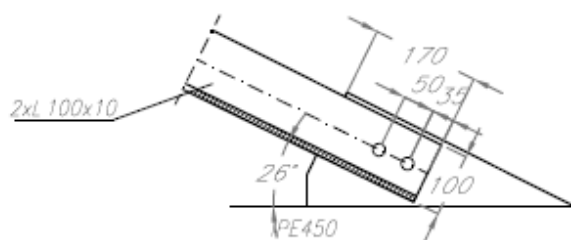


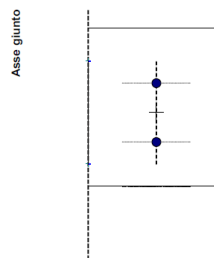
Figura 35 - Particolare unione

FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF26 12 E ZZ CL FV010003 B 79 di 85

Verifica bullonatura - Diagonali Telese Pensilina

Bullone	x	y	d _x	d _y	d	F _M	F _{M,x}	F _{M,y}	F _{Lx}	F _{Ly}	F _{B,E}	Dir. II carico	Dir. ⊥ carico	Bulloni d (mm)	Classe bulloni	Sezione intera o filettata? (I/f)	Numero sezioni resistenti	Acciaio piatti e profilati			
														20	8.8	f	2	S275 N/NL/M/M/L			
1	37.5	30	0.0	-20.0	20.0	0	0	0	0	14 489	14 489	bordo	bordo	Carichi		Distanze dai bordi		Interassi bulloni			
2	37.5	70	0.0	20.0	20.0	0	0	0	0	14 489	14 489	bordo	bordo	V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)	e1 (mm)	e2 (mm)	p1 (mm)	p2 (mm)	
														28 977			37.5	37.5	30	0	
														Numero viti	Sez. (mm ²)	Fori Φ (mm)	f _{tb} (MPa)	f _{tk} (MPa)	Spessor e lamiera t (mm)		
														2	245	21.5	800	370	18		
														Caratteristiche geometriche							
														x _G (mm)	y _G (mm)	J _x (mm ⁴)	J _y (mm ⁴)	J _p (mm ⁴)			
														37.5	50.0	0.00	800.00	800.00			
														Verifica a taglio:		F _{v,Rd} (N) =	94 080.0	>	7 244.3		
														Verifiche a rifollamento		k · α	F _{v,Rd} (N)	>	F _{b,E} (N)		
														Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:		1.453	154 883.7	>	14 488.5		
														Totali		0	28 977	Massimi			
														14 489							
														14 489	bordo	bordo					
														0	interno	bordo					
														0	bordo	interno					
														0	interno	interno					



Simboli			
x, y :	Coordinate degli assi dei bulloni	V _x , V _y :	Tagli nelle direzioni degli assi
e ₁ :	Distanza delle viti dal bordo nella direzione della forza	M :	Momento rispetto al baricentro della bullonatura
e ₂ :	Distanza delle viti al bordo nella direzione ortogonale alla forza	F _M , F _{M,x} , F _{M,y} :	Forza su ogni vite dovuta al momento e sue proiezioni sugli assi di riferimento
t :	Spessore nella verifica a rifollamento	F _{Lx} , F _{Ly} :	Componenti della forza totale su ogni vite dovuta al momento ed ai tagli
d, d _x , d _y :	Distanza delle viti dal baricentro e sue proiezioni sugli assi di riferimento	F _t :	Forza totale su ogni vite
x _G , y _G :	Baricentro della bullonatura	τ _D :	Tensione tangenziale nella vite
J _x , J _y , J _p :	Momenti d'inerzia assiali e polare	f _{d,N} :	Resistenza di progetto a trazione delle viti
α :	Coefficiente maggiorativo della resistenza nella verifica a rifollamento	f _{d,V} :	Resistenza di progetto a taglio delle viti
		f _{d,prof.} :	Resistenza di progetto dei piatti e dei profilati

11.3 Unione IPE600 – HEA500

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

PARTICOLARE PIASTRA ANCORAGGIO HEA500–IPE600 SCALA 1:10

BULLONI M20–8.8

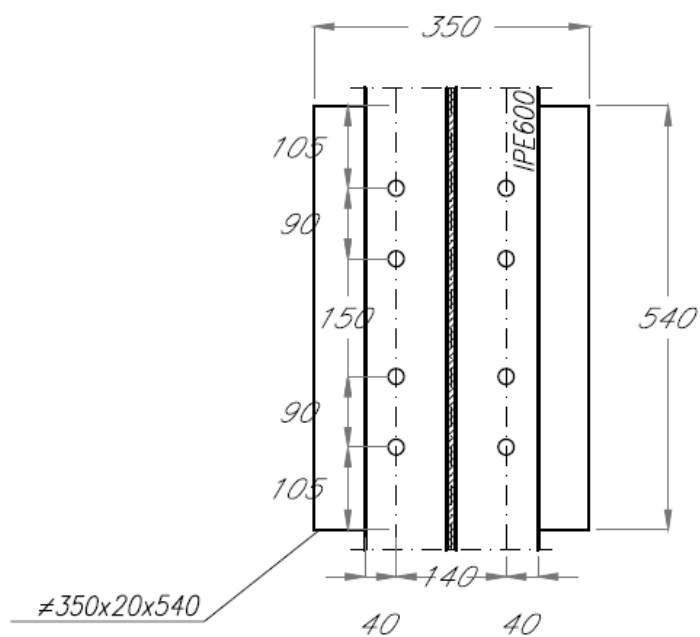
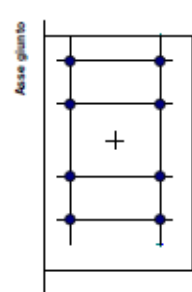


Figura 36 - Unione HEA500 – IPE600

Verifica Unione Pilastro HEA 500 - IPE600- Amorosi Pensilina

Bullone	x	y	F _{tx}	F _{ty}	F _{b,II}	Dir. II carloo	Dir. I carloo	Bulloni d (mm)	Classe bulloni	Sezione intera o mezzata? (lf)	Numero sezioni resistenti	Acciaio piatti e profilati			
N.	mm	mm	N	N	N							S275 N/NL/M/L			
1	40	105	2.794	4.625	6.403	bordo	bordo	Verifica a Taglio - Comb			J11 - 8LV 3	Traz.	Distanze dai bordi		
2	180	105	2.794	4.625	6.403	bordo	bordo	V _y (N)	V _y (N)	M (N mm)	σ bullone (Mpa)	N bullone (N)	e1 (mm)	e2 (mm)	
3	40	195	2.794	4.625	6.403	Interno	bordo	22.352	37.000			0	50	50	
4	180	195	2.794	4.625	6.403	Interno	bordo	Numero viti	8ez. (mm ²)	Fori Ø (mm)	Tecta (mm)	f _{ts} (MPa)	Interassi bulloni		
5	40	345	2.794	4.625	6.403	Interno	bordo	8	245	21,5	30	800	p1 (mm)	p2 (mm)	
6	180	345	2.794	4.625	6.403	Interno	bordo	Caratteristiche geometriche				135	160		
7	40	435	2.794	4.625	6.403	bordo	bordo	x ₀ (mm)	y ₀ (mm)	J _x (mm ²)	J _y (mm ²)	J _p (mm ²)	f _{ts} (MPa)	Spessore lamiera t (mm)	
8	180	435	2.794	4.625	6.403	bordo	bordo	110,0	270,0	39.200,00	131.400,00	170.600,00	370	20	
								Verifica a taglio:		F _{0,9t} (N) =		84.080	>	6.403	
								Verifiche a rifollamento		k - α		F _{0,9t} (N)	F _{0,9t} (N)	F _{0,9t} (N)	
								Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:		1,938		228.467,4	>	6.403,4	
								Bull. int. in dir. car. e di bordo in dir. perp.:		2,500		288.000,0	>	6.403,4	
								Verifica a trazione del bullone		F _{0,9t} (N) =		141.120,0	>	0	
								Verifica placca a punzonamento		B _{0,9t} (N) =		228.088	>	0	
								Verifica a Taglio - Trazione		Cond. 2		1	>	0,08	

22.352	37.000	Maximi	
6.403			
6.403	bordo	bordo	
6.403	Interno	bordo	
0	bordo	Interno	
0	Interno	Interno	



11.4 Unione IPE600 – IPE450

Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni sui nodi in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

PARTICOLARE UNIONE IPE600–IPE450 SCALA 1:10

BULLONI M20–8.8

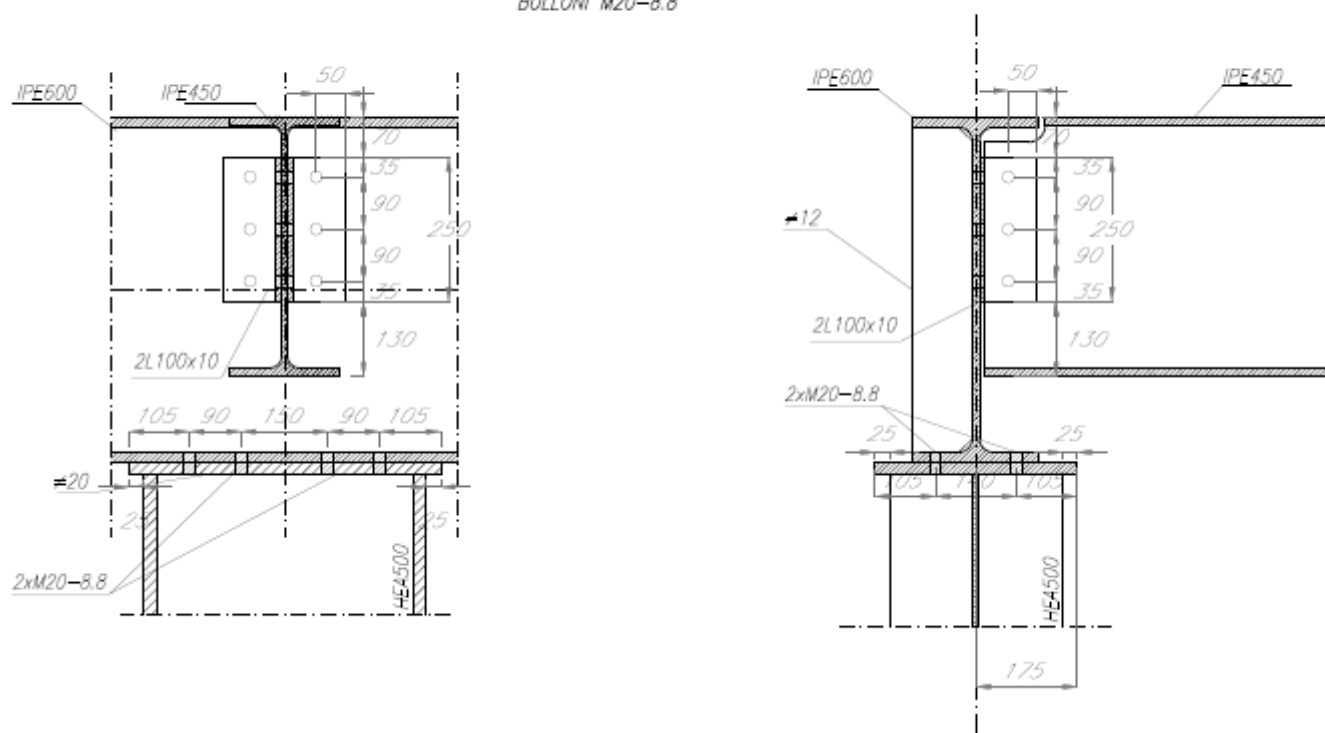
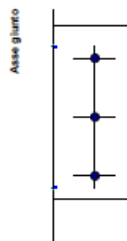


Figura 37 - Unione IPE400-HEA400

Verifica bullonatura IPE450-IPE600 - Amorosi Pensilina

Bullone	x	y	d _x	d _y	d	F _M	F _{M,x}	F _{M,y}	F _{Lx}	F _{Ly}	F _{h,t}	Dir. il carico	Dir. L. carico	Bulloni d (mm)	Classe bulloni	Sezione Intera o filettata? (I/F)	Numero sezioni resistenti	Acciati piatti e profilati				
														20	8.8	r	2	S275 N/NL/M/M/L				
1	50	35	0,0	-90,0	90,0	6.369	-6.369	0	-6.217	7.643	8.862	bordo	bordo	Carichi - D10 - 3LV2								
2	50	125	0,0	0,0	0,0	0	0	0	152	7.643	7.844	Interno	bordo	Distanze dai bordi								
3	50	215	0,0	90,0	90,0	6.369	6.369	0	6.521	7.643	10.048	bordo	bordo	Interassi bulloni								
														V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)	e1 (mm)	e2 (mm)	p1 (mm)	p2 (mm)		
														455	22.928	1.146.400	50	50	90	90		
														Numero viti	Sec. (mm ²)	Fori Ø (mm)	f _{Lb} (MPa)	f _h (MPa)	Spessore lamiera			
														3	245	21,5	800	370	9,4			
														Caratteristiche geometriche								
														x _G (mm)	y _G (mm)	J _x (mm ⁴)	J _y (mm ⁴)	J _p (mm ⁴)				
														50,0	125,0	0,00	16.200,00	16.200,00				
														Verifiche a taglio:			F _{t,red} (N)	>	6.023,1			
														Verifiche a rifilamento			k · α	F _{L,red} (N)	F _{Lh} (N)			
														Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:			1,938	107.846,0	>	10.048,3		
														Bull. int. in dir. car. e di bordo in dir. perp.:			2,500	138.120,0	>	7.844,2		
														Totali		455	22.928	Massimi				
														10.048								
														10.048	bordo	bordo						
														7.844	Interno	bordo						
														0	bordo	Interno						
														0	Interno	Interno						



Simboli	
X, y :	Coordinate degli assi dei bulloni
θ ₁ :	Distanza delle viti dal bordo nella direzione della forza
θ ₂ :	Distanza delle viti al bordo nella direzione ortogonale alla forza
t :	Spessore nella verifica a rifilamento
d, d _x , d _y :	Distanza delle viti dal baricentro e sue proiezioni sugli assi di riferimento
X _G , Y _G :	Baricentro della bullonatura
J _x , J _y , J _p :	Momenti d'inerzia assiali e polare
α :	Coefficiente maggiorativo della resistenza nella verifica a rifilamento
V _x , V _y :	Tagli nelle direzioni degli assi
M :	Momento rispetto al baricentro della bullonatura
F _M , F _{M,x} , F _{M,y} :	Forza su ogni vite dovuta al momento e sue proiezioni sugli assi di riferimento
F _{Lx} , F _{Ly} :	Componenti della forza totale su ogni vite dovuta al momento ed ai tagli
F _t :	Forza totale su ogni vite
t _b :	Tensione tangenziale nella vite
f _{L,N} :	Resistenza di progetto a trazione delle viti
f _{t,N} :	Resistenza di progetto a taglio delle viti
f _{t,red} :	Resistenza di progetto dei piatti e dei profilati

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B	FOGLIO 84 di 85

12. VERIFICHE ALLO SLD E ALLO SLO

I massimi spostamenti orizzontali di piano per i due stati limite di esercizio in condizioni sismiche, considerando cautelativamente l'altezza dalla banchina e non quella esterna, sono:

- SLD – Banchina - pensilina (h = 4.90m): 41 mm = 0.008h
- SLO – Banchina - pensilina (h = 4.90m): 32 mm = 0.003h

Tali spostamenti sono accettabili, non essendo presenti tamponature o tramezzature.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV01 Fermata Amorosi – Pensilina - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV010003	REV. B

13. VERIFICHE DI DEFORMABILITA' SLE

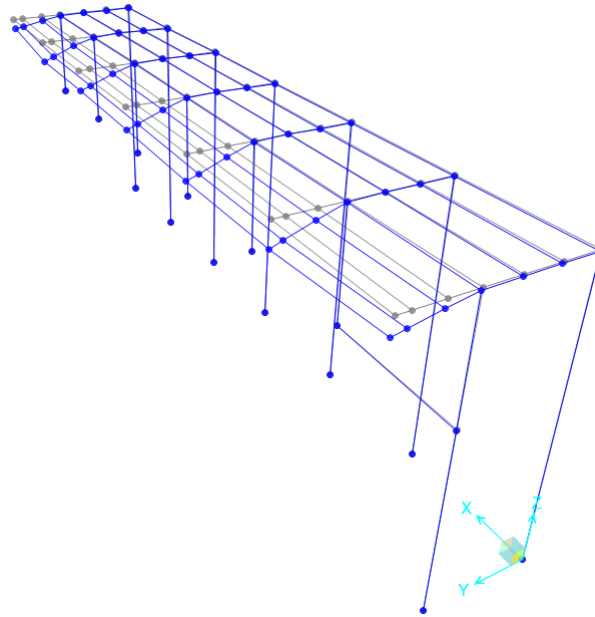


Figura 38 – Deformazioni allo SLE rara

Non c'è la necessità di prevedere monte per le travi della copertura, in quanto le verifiche secondo il § 4.2.4.2.2 delle NTC-08 forniscono i risultati riportati appresso.

Le inflessioni delle travi trasversali a mensola IPE600, di sbalzo $L = 3.05$, nella condizione SLE rara sono:

- Inflessione massima per i carichi variabili (vento e effetti aerodinamici): $2 \text{ mm} = 2L/3050 < 2L/250$
- Inflessione totale: $4 \text{ mm} = 2L/1525 < L/200$

Le inflessioni delle travi longitudinali IPE450 nella condizione SLE rara sono trascurabili.