

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:



PROGETTAZIONE:

RAGGRUPPAMENTO TEMPORANEO PROGETTISTI



PROGETTISTA:

Ing. Gaetano Usai

DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE

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

FV02 - STAZIONE TELESE KM 26+391,54

Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

APPALTATORE IMPRESA PIZZAROTTI & C. s.p.a. Dott. Ing. Salvo Del Balzo IL DIRETTORE TECNICO Ing. Salvo DEL BALZO 23/06/2020		SCALA: <div style="border: 1px solid black; width: 100px; height: 20px; margin: 5px auto; text-align: center;">-</div>
--	--	---

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

I	F	2	6	1	2	E	Z	Z	C	L	F	V	0	2	0	0	0	0	4	B
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

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

File: IF26.1.2.E.ZZ.CL.FV.02.0.0.004.B.doc

n. Elab.:

INDICE

1.	GENERALITA'	6
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	6
1.2	UNITÀ DI MISURA.....	7
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	8
2.1	ELABORATI DI RIFERIMENTO.....	8
3.	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	9
3.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA (S275 JR).....	9
3.2	ACCIAIO BULLONI E DADI.....	9
3.3	SALDATURE	10
4.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO	11
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO.....	12
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	12
4.3	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CATEGORIA TOPOGRAFICA	14
5.	MODELLAZIONE STRUTTURALE	14
5.1	CODICE DI CALCOLO	14
5.2	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	14
5.3	INFORMAZIONI GENERALI SULL'ELABORAZIONE	15
5.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	15
5.5	TIPO DI ANALISI SVOLTA	15
6.	ANALISI DEI CARICHI	19
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA - CONDIZIONE PERMANENTE STRUTTURALE.....	20
6.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI.....	21
6.3	CARICHI VARIABILI - CONDIZIONE CARICO VARIABILE IN COPERTURA	22
6.4	CONDIZIONE VARIAZIONI TERMICHE	22
6.5	CARICO DELLA NEVE SULLA COPERTURA.....	23

6.6	AZIONE DEL VENTO.....	25
6.7	PRESSIONE AERODINAMICA DOVUTA AL PASSAGGIO DEI TRENI	27
6.7.1	<i>Superfici orizzontali adiacenti il binario.....</i>	27
6.8	AZIONE SISMICA.....	31
6.8.1	<i>Spettri allo SLV</i>	31
6.8.2	<i>Spettri allo SLD.....</i>	35
6.8.3	<i>Spettri allo SLO.....</i>	38
6.8.4	<i>Eccentricità accidentale – Momenti torcenti.....</i>	40
7.	COMBINAZIONI DI CARICO	43
7.1	CRITERI.....	43
7.2	DETTAGLIO DELLE COMBINAZIONI.....	46
8.	RISULTATI DELLE ANALISI.....	48
8.1	FORME MODALI.....	48
8.2	SOLLECITAZIONI AGLI SLU E SLV.....	50
9.	VERIFICHE AGLI SLU E SLV	54
9.1	TABELLA OUTPUT COMPLETA	56
9.2	VERIFICA COLONNA HEA400 PIÙ SOLLECITATA	60
9.3	VERIFICHE DELLA TRAVE HEA400 PIÙ SOLLECITATA.....	61
9.4	VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 400 PIÙ SOLLECITATA	62
9.5	VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 360 PIÙ SOLLECITATA	63
9.6	VERIFICHE DELLA TRAVE IPE 200 PIÙ SOLLECITATA	64
9.7	VERIFICA DELLE DIAGONALI IN COPERTURA	65
10.	VERIFICA DELLE UNIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE.....	68
10.1	VERIFICA DELLA PIASTRA DI BASE DELLE COLONNE HEA400	68
10.1.1	<i>Verifica del Calcestruzzo.....</i>	69
10.1.2	<i>Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio.....</i>	70

10.1.3	Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi	71
10.2	UNIONI DELLE DIAGONALI IN COPERTURA	72
10.3	UNIONE TRAVE IPE400 – COLONNA HEA400.....	74
10.4	UNIONE TRAVE IPE400 – TRAVE HEA400.....	76
11.	VERIFICHE SLD E SLO	78
12.	VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITA'	78

1. GENERALITA'

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

La relazione riguarda le due pensiline identiche, in carpenteria metallica, a servizio del binario pari e del binario dispari della Stazione Telese.

1.1 Descrizione dell'opera

La struttura in carpenteria metallica di ogni pensilina è costituita da un telaio spaziale di 4 campate con luce 10m e sbalzi di estremità da 2.99m, in direzione longitudinale e una campata da 2.55m e sbalzi laterali da 2.77m, in direzione trasversale. Le dimensioni complessive sono quindi 45.98x8.09m. L'altezza dallo spiccato delle colonne, è circa 5.00m.

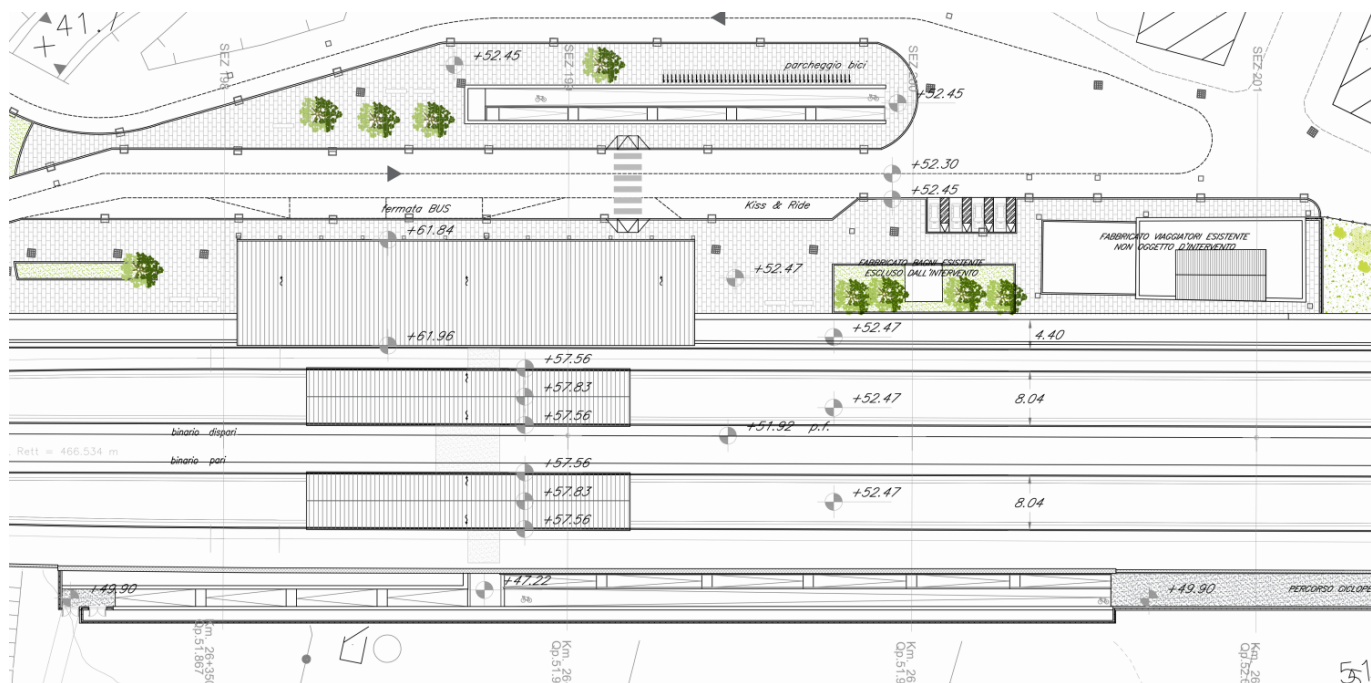


Figura 1 – Inquadramento planimetrico

Le dieci colonne e le travi longitudinali in asse alle stesse sono HEA400. Le travi principali trasversali sono IPE 400 (nel progetto definitivo erano IPE360, ma è stato necessario modificarle per soddisfare le

verifiche allo SLU). Infine, le travi di bordo longitudinali sono IPE360 e le travi trasversali secondarie, semplicemente appoggiate alle travi longitudinali, sono IPE200.

Il piano della copertura, con fasce in pendenza verso i bordi, è irrigidito con controventi a croce interessanti alcuni campi, costituiti da tondi $\Phi 24$ mm (nel progetto definitivo erano previsti profilati accoppiati L100x10, incompatibili dimensionalmente con il pacchetto di copertura).

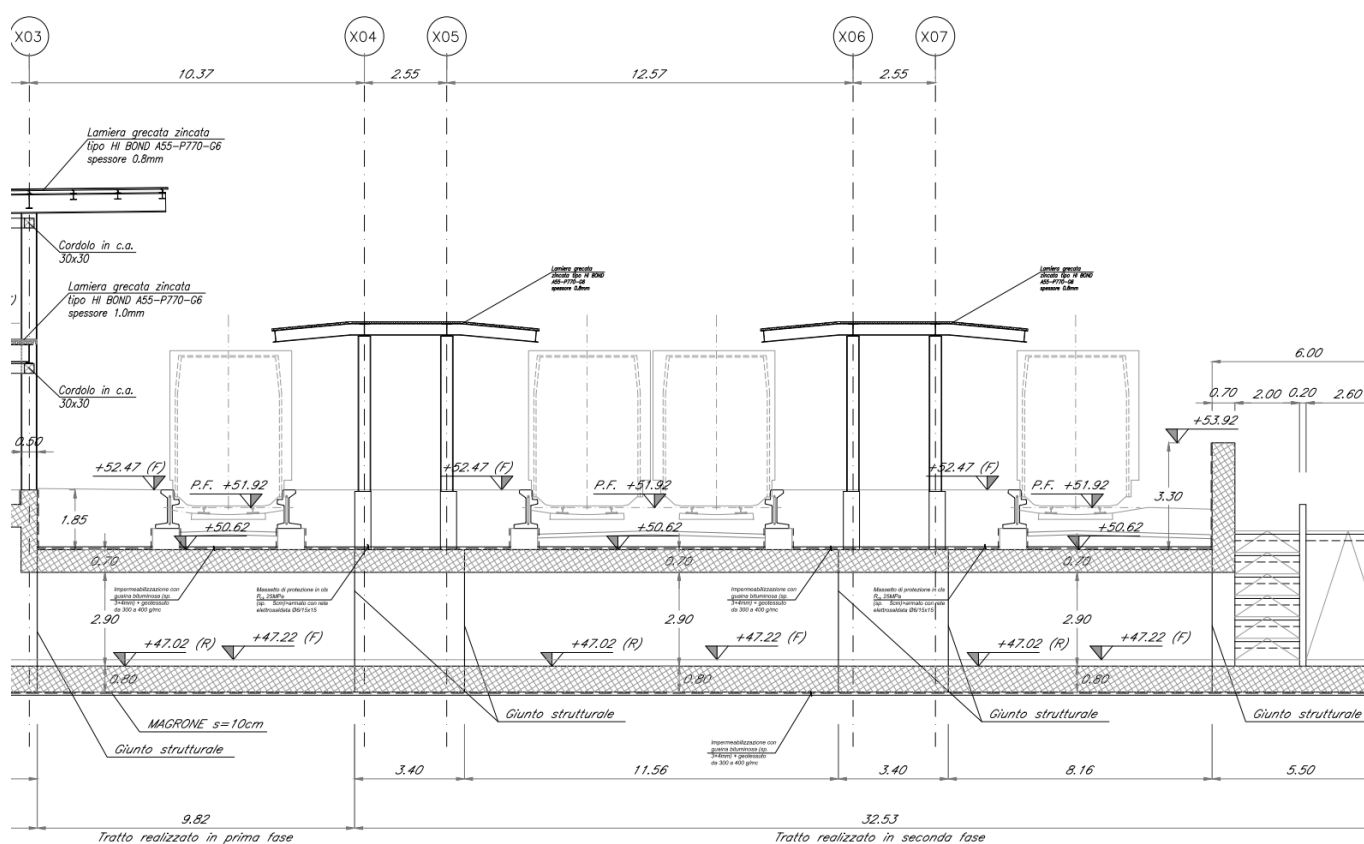


Figura 2 – Sezione trasversale

1.2 Unità di misura

Nel seguito si adotteranno le seguenti unità di misura:

- per le lunghezze \Rightarrow m, mm
- per i carichi \Rightarrow kN, kN/m², kN/m³
- per le azioni di calcolo \Rightarrow kN, kNm
- per le tensioni \Rightarrow 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	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 del 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 DEI 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

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	10 di 79

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 a DM 09/01/1996 e CNR 10011/1997.

 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	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).

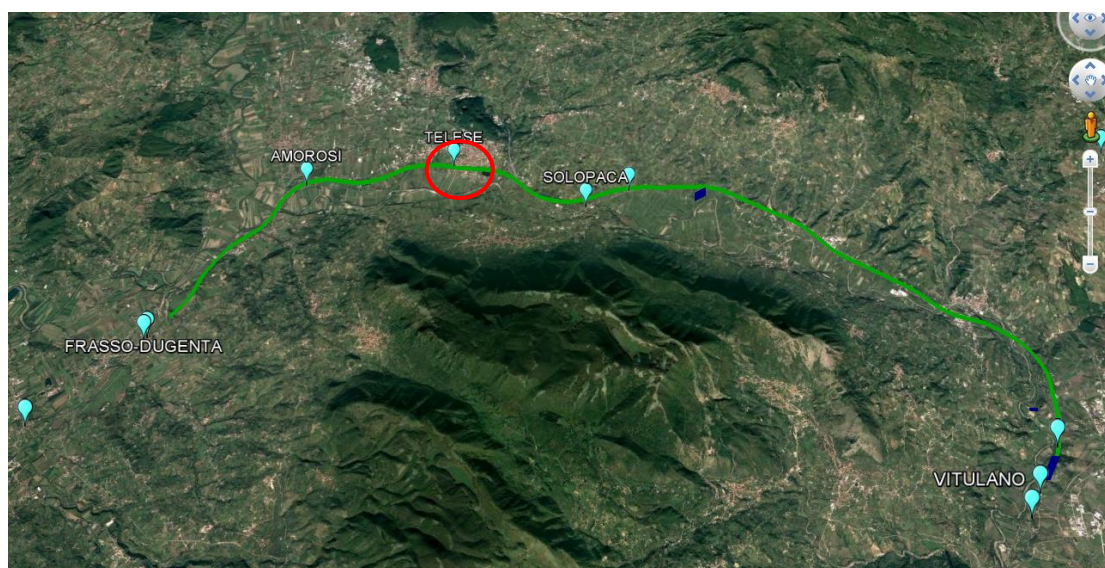


Figura 3 – Configurazione planimetrica tracciato

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

Le coordinate del sito sono:

41°12'42.05"N

14°31'30.47"E

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	12 di 79

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:

Ricerca per comune

REGIONE: Campania

PROVINCIA: Benevento

COMUNE: Telese

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Reticolo di riferimento

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".

Nodi del reticolo intorno al sito



Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

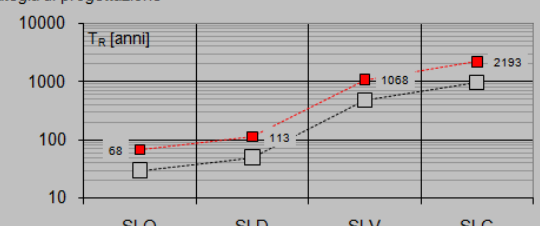
Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

.....□..... Strategia scelta

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_c^* [s]
SLO	68	0.087	2.378	0.317
SLD	113	0.112	2.382	0.332
SLV	1068	0.319	2.344	0.402
SLC	2193	0.416	2.427	0.426

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B

4.3 Categoria di sottosuolo e categoria topografica

Le Categoria di Sottosuolo e le Condizioni Topografiche sono valutate come descritto 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**.

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 aver 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.

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B	FOGLIO 15 di 79

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 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:

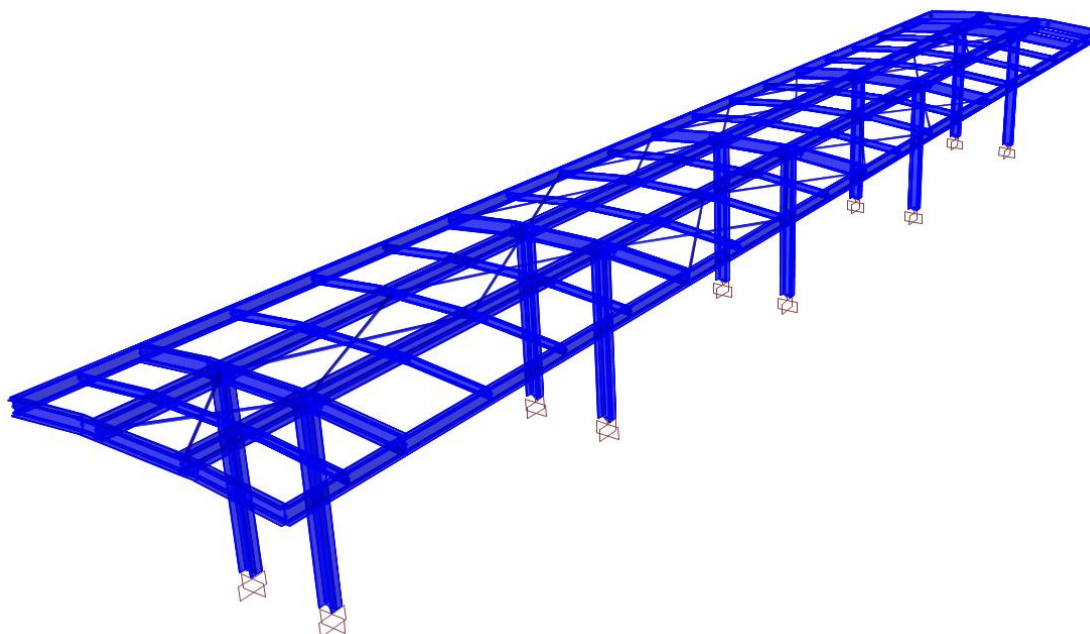


Figura 4 – Vista assonometrica con elementi estrusi

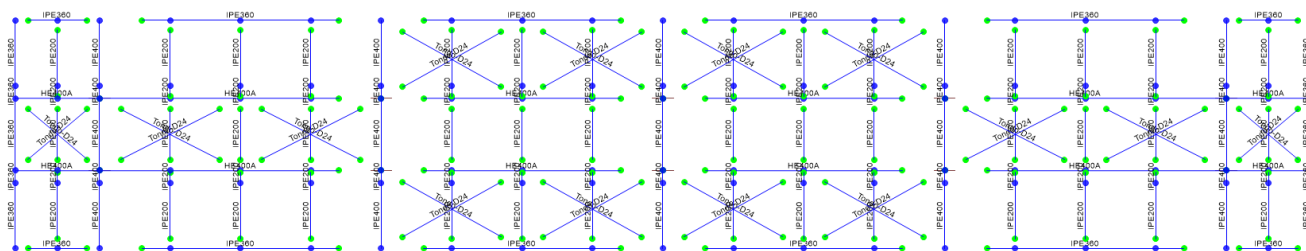


Figura 5 – Pianta della copertura con indicazione delle sezioni e dei vincoli interni

Gli elementi secondari in copertura sono considerati incernierati agli elementi principali mentre le travi principali si considerano passanti sulle colonne:

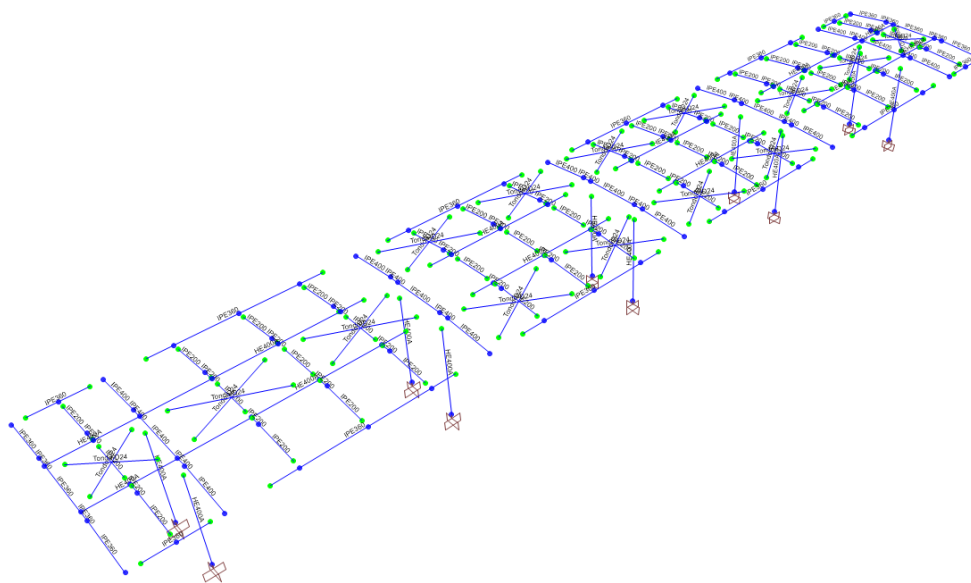


Figura 6 – Vincoli interni

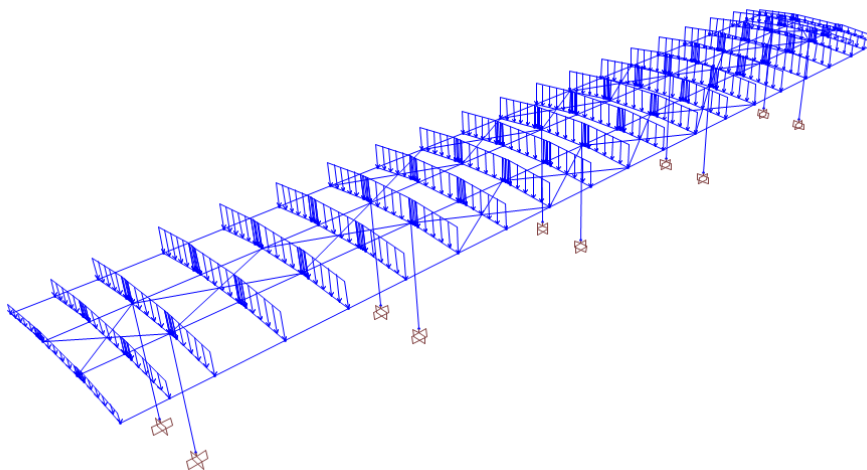


Figura 7 – Carichi in copertura: carichi unitari per unità di superficie utilizzati nella definizione dei “Load cases”

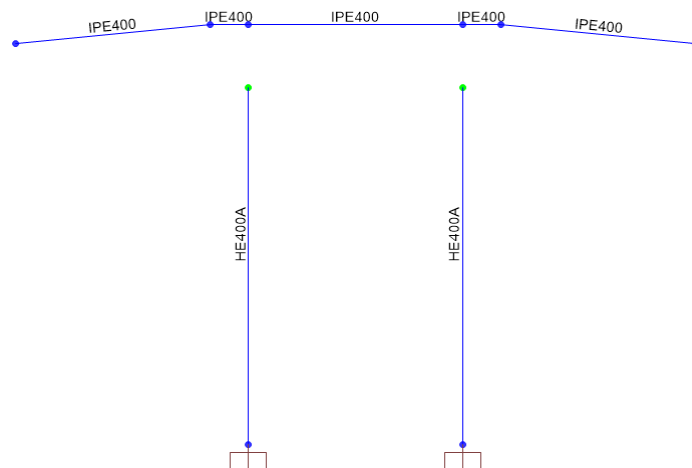


Figura 8 – Telai trasversali – Svincoli nelle colonne

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" (Copertura_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".

TABLE: Load Pattern Definitions

LoadPat	DesignType	SelfWtMult	Notes
Text	Text	Unitless	Text
Pesi propri	DEAD	1	peso proprio degli elementi strutturali
Copertura_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
Ad1	WIND	0	Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni
Ad2	WIND	0	Pressione aerodinamica dovuta al passaggio dei treni
Termica	TEMPERATURE	0	Variazioni termiche
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

TABLE: Case - Static 1 - Load Assignments

Case	LoadType	LoadName	LoadSF
Text	Text	Text	Unitless
Permanenti-strutt	Load pattern	Pesi propri	1.00
Perm-non-strutt	Load pattern	Copertura_Zone-infl	1.50
Copertura-var	Load pattern	Copertura_Zone-infl	0.50
Neve	Load pattern	Copertura_Zone-infl	0.50
Vento	Load pattern	Copertura_Zone-infl	1.35
Termica	Load pattern	Termica	1.00
Ad1	Load pattern	Ad1	1.00
Ad2	Load pattern	Ad2	1.00
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

6.1 Peso proprio della struttura - Condizione permanente strutturale

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/m³, 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B

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 dei carichi permanenti portati dal solaio di copertura della pensilina è stato valutato assumendo il valore di $p=1.5 \text{ KN/m}^2$. Pertanto, le azioni sui singoli elementi della copertura sono pari a:

Elementi	L	g_2
	m	KN/m
IPE 360 - Bordo	0,85	1,28
IPE200 sbalzo	1,50	2,25
IPE 400 sulle colonne di estremità	2,00	3,00
IPE200 intermedie	2,50	3,75
IPE400 sulle colonne intermedie	2,50	3,75

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 paragrafo.

 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B

6.3 Carichi variabili - Condizione carico variabile in copertura

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 360 - Bordo	0,85	0,43
IPE200 sbalzo	1,50	0,75
IPE 400 sulle colonne di estremità	2,00	1,00
IPE200 intermedie	2,50	1,25
IPE400 sulle colonne intermedie	2,50	1,25

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

6.4 Condizione variazioni termiche

E' stata applicata la variazione uniforme di temperatura di $\pm 25^\circ$ alle membrature in acciaio.

Il coefficiente di dilatazione termica è stato assunto pari a $\alpha = 1.2 \cdot 10^{-5}$.

6.5 Carico della neve sulla copertura

Si riporta la valutazione del carico di neve, secondo le NTC-08.

☉	<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, Ogliastra, 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)

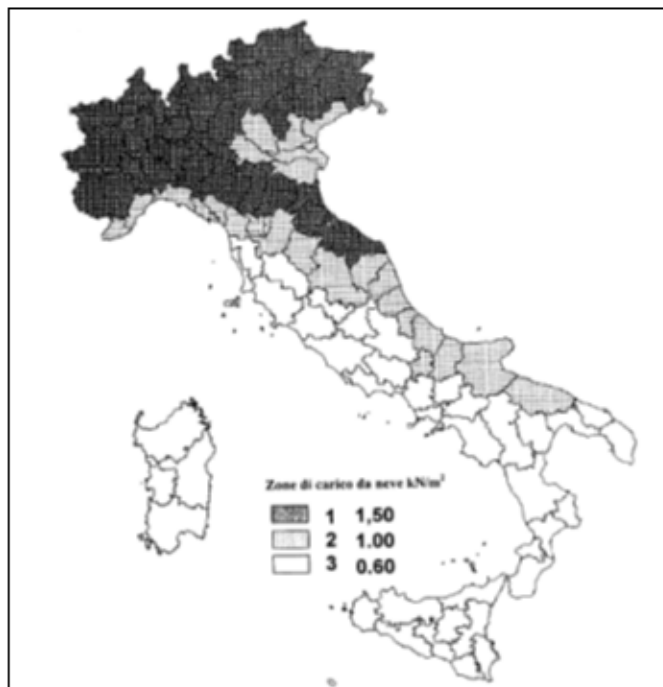
C_t (coefficiente termico)

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

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	24 di 79

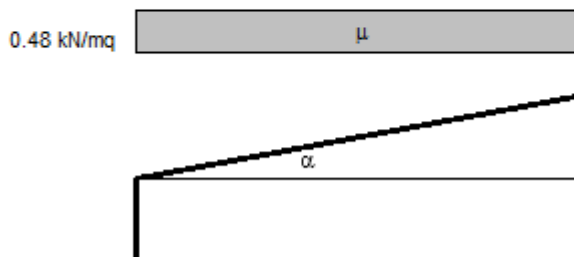
Valore del carico della neve al suolo

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
-------	-----



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		

Elementi	L	g_2
	m	KN/m
IPE 360 - Bordo	0,85	0,43
IPE200 sbalzo	1,50	0,75
IPE 400 di estremità	2,00	1,00
IPE200 intermedie	2,50	1,25
IPE400 intermedie sulle colonne	2,50	1,25

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

6.6 Azione del vento

Si riporta la valutazione dell'azione del vento sulla copertura secondo le NTC-08.

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

Zona	$v_{0,0}$ [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		
$v_0 = v_{0,0}$ per $a_s \leq a_0$ $v_0 = v_{0,0} + k_s (a_s - a_0)$ 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

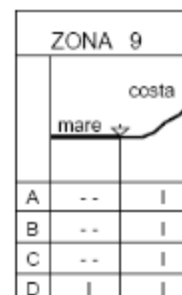
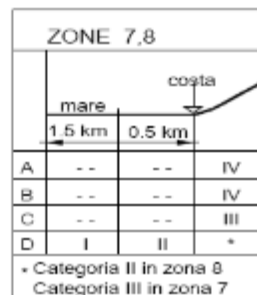
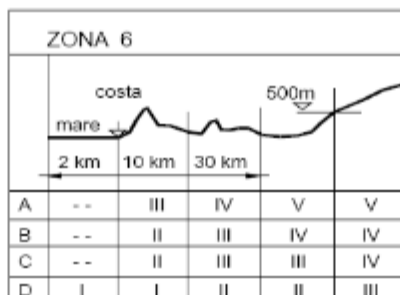
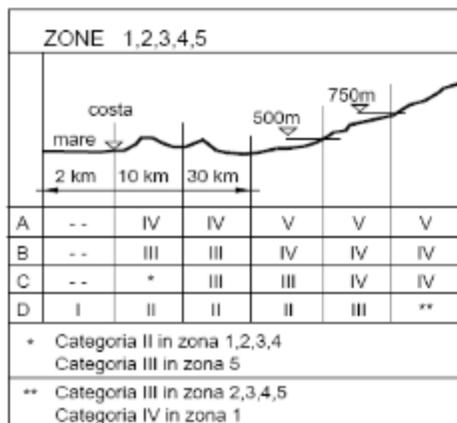
Esso può essere assunto relativamente pari ad 1 nelle costruzioni di tipologia ricorrente, quali gli edifici di forma regolare non eccedenti 80 m di altezza ed i capannoni industriali, oppure può essere determinato mediante analisi specifiche o facendo riferimento a dati di

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



Zona	Classe di rugosità	a_z [m]
3	D	180

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

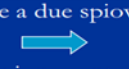

$$C_e(z) = C_e(z_{min}) \quad \text{per } z < z_{min}$$

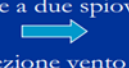

Cat. Esposiz.	k_f	z_0 [m]	z_{min} [m]	c_t
II	0.19	0.05	4	1



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 (non applicato)
 1.35 pressione e depressione del vento sulla copertura

	ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B

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

Elementi	L	g ₂
	m	KN/m
IPE 360 - Bordo	0,85	1,15
IPE200 sbalzo	1,50	2,03
IPE 400 sulle colonne di estremità	2,00	2,70
IPE200 intermedie	2,50	3,38
IPE400 sulle colonne intermedie	2,50	3,38

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

6.7 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.

6.7.1 Superfici orizzontali adiacenti il binario

Secondo il § 5.2.2.7.3 delle NTC-08, i valori caratteristici dell'azione $\pm q_{3k}$, relativi a superfici orizzontali adiacenti il binario, sono forniti nella Fig. 5.2.10 della norma, sotto riportata, e si applicano indipendentemente dalla forma aerodinamica del treno.

Per tutte le posizioni lungo le superfici da progettare, q_{3k} si determina come una funzione della distanza a_g dall'asse del binario più vicino. Le azioni sono sommate, se ci sono binari su entrambi i lati dell'elemento strutturale da calcolare.

Se la distanza h_g supera i 3,80 m l'azione q_{3k} può essere ridotta del fattore k_3 :

$$k_3 = \frac{(7,5 - h_g)}{3,7} \quad \text{per } 3,8 \text{ m} < h_g < 7,5 \text{ m};$$

$$k_3 = 0 \quad \text{per } h_g \geq 7,5 \text{ m},$$

dove h_g rappresenta la distanza dal P.F. alla superficie inferiore della struttura.

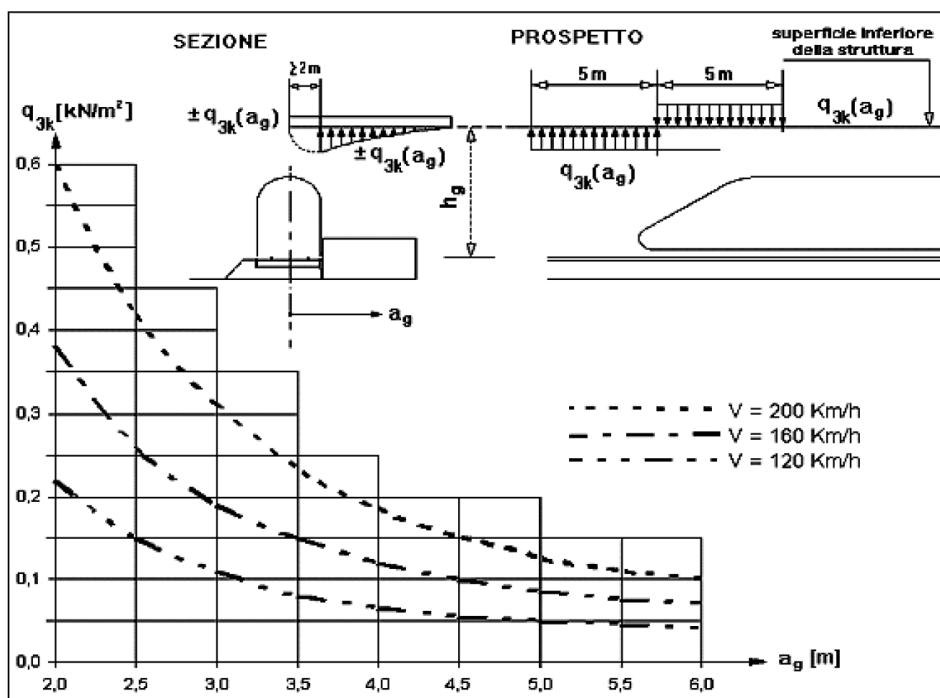


Figura 5.2.10 - Valori caratteristici delle azioni q_{3k} per superfici orizzontali adiacenti al binario

La valutazione dell'effetto sulla pensilina in oggetto, disposta fra due binari, è riportata nelle tabelle seguenti.

Effetti aerodinamici sulla superficie della pensilina, situata fra due binari

Velocità di linea:	180	Km/h				
distanza asse binario - estremo pensilina lato binario	$a_{g,min} =$	1.55	m			
distanza asse binario - primo montante	$a_{g,mont1} =$	4.32	m			
distanza asse binario - mezzeria pensilina	$a_{g,media} =$	5.60	m			
distanza asse binario - secondo montante	$a_{g,mont2} =$	6.87	m			
distanza asse binario - estremo pensilina lato opposto	$a_{g,max} =$	9.64	m			
	$q_{3k,max,grafico} =$	0.50	KN/m ²			
	$q_{3k,mont1,grafico} =$	0.12	KN/m ²			
	$q_{3k,media,grafico} =$	0.07	KN/m ²			
	$q_{3k,mont2,grafico} =$	0.07	KN/m ²			
	$q_{3k,min,grafico} =$	0.07	KN/m ²			
Altezza piano ferro - intradosso bordo pensilina	$h_g =$	5.11				
	$k_3 =$	0.65				
	$q_{3k,max} =$	0.32	KN/m ²	(con due convogli) =>	0.40	KN/m ²
	$q_{3k,mont1} =$	0.08	KN/m ²	(con due convogli) =>	0.12	KN/m ²
	$q_{3k,media} =$	0.05	KN/m ²	(con due convogli) =>	0.09	KN/m ²
	$q_{3k,mont2} =$	0.05	KN/m ²	(con due convogli) =>	0.12	KN/m ²
	$q_{3k,min} =$	0.05	KN/m ²	(con due convogli) =>	0.40	KN/m ²

Azioni di pressione e depressione su 4 campi della copertura, lunghi 2.5x4 = 10m

Travi trasversali poste al passo di 2.5 m	$q_{3k,max}$	$q_{3k,mont1}$	L_{t1}	q, max	$q, montante$
	KN/m ²	KN/m ²	m	KN/m	KN/m
trave trasversale 1	0.40	0.12	1.25	0.50	0.15
trave trasversale 2	0.40	0.12	2.50	1.00	0.30
trave trasversale 3	0.00	0.12	0.00	0.00	0.00
trave trasversale 4	-0.40	0.12	2.50	-1.00	-0.30
trave trasversale 5	-0.40	0.12	1.25	-0.50	-0.15

Il gruppo di azioni è applicato in due distinte condizioni di carico lungo la pensilina, come mostrato negli schemi seguenti.

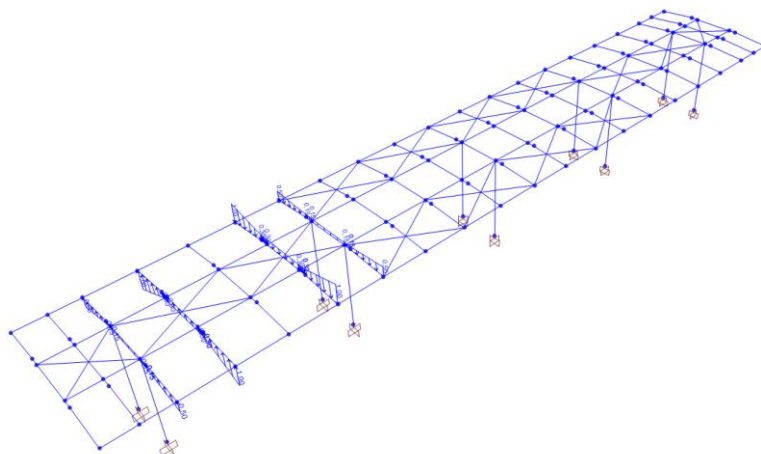


Figura 9 – Condizione di carico relativa agli effetti aerodinamici 1

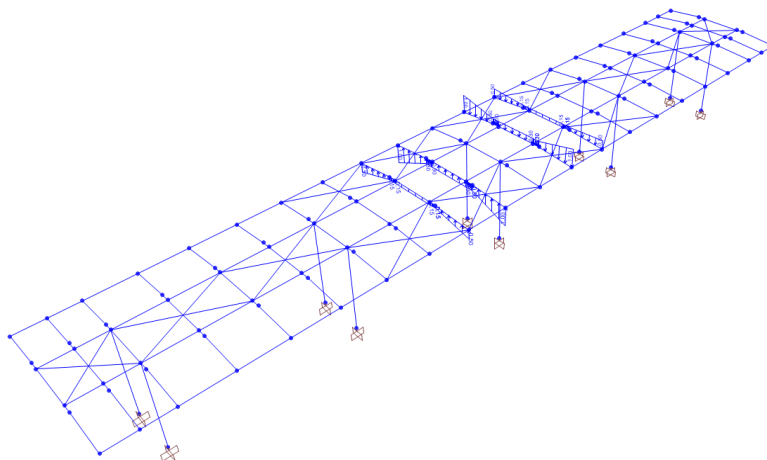


Figura 10 - Condizione di carico relativa agli effetti aerodinamici 2

 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.
	IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	31 di 79

6.8 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.

6.8.1 Spettri allo SLV

In condizioni di progetto è stato assunto, nei confronti delle componenti orizzontali dell'azione sismica, un fattore di struttura $q=2$ secondo le indicazioni della 7.5.II delle NTC2008, con riferimento alla classe di duttilità bassa CD "B" e assumendo la tipologia strutturale di pendolo inverso:

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	$5\alpha_0/\alpha_1$
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	$2\alpha_0/\alpha_1$
e) Strutture intelaiate con controventi concentrici	4	$4\alpha_0/\alpha_1$
f) Strutture intelaiate con tamponature in muratura	2	2

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 fra quelli elencati.

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0,319 g
F_o	2,344
T_C	0,402 s
S_S	1,251
C_C	1,418
S_T	1,000
q	2,000

Parametri dipendenti

S	1,251
η	0,500
T_B	0,190 s
T_C	0,570 s
T_D	2,876 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	0,399
$T_B \leftarrow$	0,190	0,468
$T_C \leftarrow$	0,570	0,468
	0,680	0,392
	0,790	0,338
	0,900	0,297
	1,010	0,264
	1,119	0,238
	1,229	0,217
	1,339	0,199
	1,449	0,184
	1,559	0,171
	1,668	0,160
	1,778	0,150
	1,888	0,141
	1,998	0,134
	2,108	0,127
	2,217	0,120
	2,327	0,115
	2,437	0,110
	2,547	0,105
	2,657	0,100
	2,767	0,096
$T_D \leftarrow$	2,876	0,093
	2,930	0,089
	2,983	0,086
	3,037	0,083
	3,090	0,080
	3,144	0,078
	3,197	0,075
	3,251	0,073
	3,304	0,070
	3,358	0,068
	3,411	0,066
	3,465	0,064
	3,518	0,064
	3,572	0,064
	3,625	0,064
	3,679	0,064
	3,732	0,064
	3,786	0,064
	3,839	0,064
	3,893	0,064
	3,946	0,064
	4,000	0,064

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{nv}	0,243 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	1,788
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)

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

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

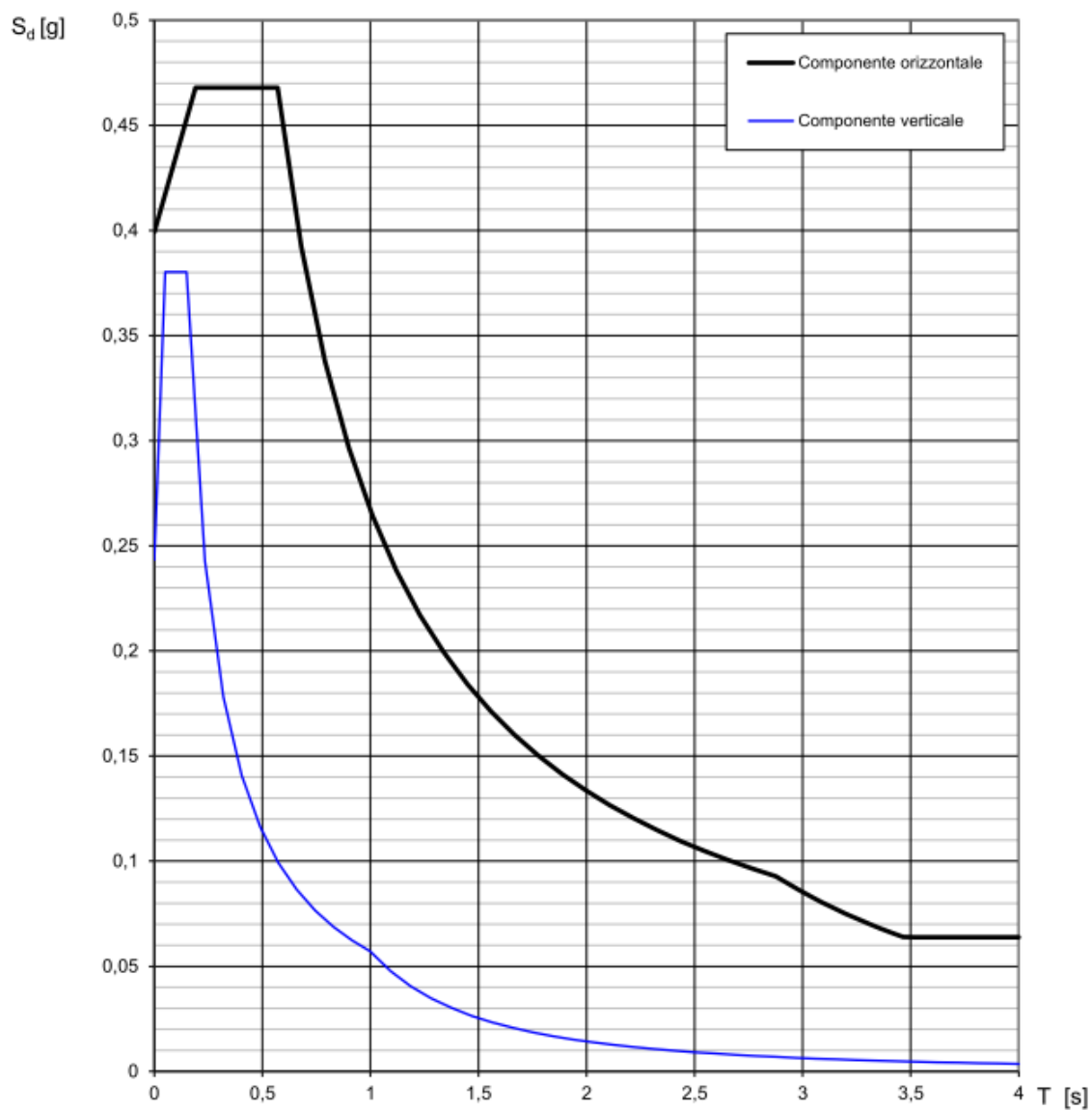
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,243
$T_B \leftarrow$	0,050	0,380
$T_C \leftarrow$	0,150	0,380
	0,235	0,243
	0,320	0,178
	0,405	0,141
	0,490	0,116
	0,575	0,099
	0,660	0,086
	0,745	0,077
	0,830	0,069
	0,915	0,062
$T_D \leftarrow$	1,000	0,057
	1,094	0,048
	1,188	0,040
	1,281	0,035
	1,375	0,030
	1,469	0,026
	1,563	0,023
	1,656	0,021
	1,750	0,019
	1,844	0,017
	1,938	0,015
	2,031	0,014
	2,125	0,013
	2,219	0,012
	2,313	0,011
	2,406	0,010
	2,500	0,009
	2,594	0,008
	2,688	0,008
	2,781	0,007
	2,875	0,007
	2,969	0,006
	3,063	0,006
	3,156	0,006
	3,250	0,005
	3,344	0,005
	3,438	0,005
	3,531	0,005
	3,625	0,004
	3,719	0,004
	3,813	0,004
	3,906	0,004
	4,000	0,004

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



6.8.2 Spettri allo SLD

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_g	0,112 g
F_o	2,382
T_c	0,332 s
S_s	1,500
C_c	1,511
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,167 s
T_C	0,501 s
T_D	2,047 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	0,168
$T_B \leftarrow$	0,167	0,400
$T_C \leftarrow$	0,501	0,400
	0,575	0,348
	0,649	0,309
	0,722	0,277
	0,796	0,252
	0,870	0,230
	0,943	0,212
	1,017	0,197
	1,090	0,184
	1,164	0,172
	1,238	0,162
	1,311	0,153
	1,385	0,145
	1,459	0,137
	1,532	0,131
	1,606	0,125
	1,679	0,119
	1,753	0,114
	1,827	0,110
	1,900	0,105
	1,974	0,102
$T_D \leftarrow$	2,047	0,098
	2,140	0,090
	2,233	0,082
	2,326	0,076
	2,419	0,070
	2,512	0,065
	2,605	0,060
	2,698	0,056
	2,791	0,053
	2,884	0,049
	2,977	0,046
	3,070	0,044
	3,163	0,041
	3,256	0,039
	3,349	0,037
	3,442	0,035
	3,535	0,033
	3,628	0,031
	3,721	0,030
	3,814	0,028
	3,907	0,027
	4,000	0,026

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_{gv}	0,051 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	1,075
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)

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

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

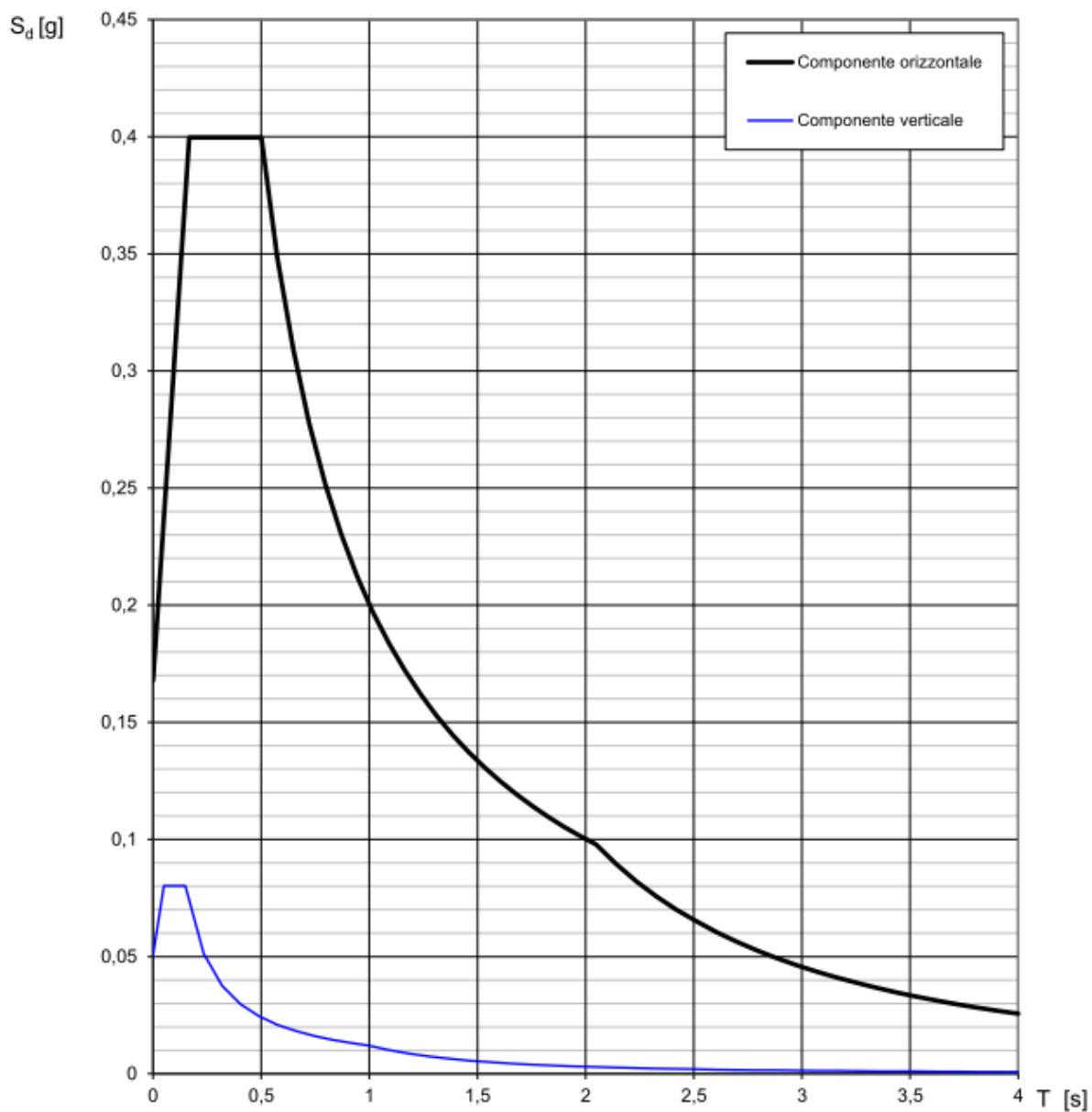
$$T_C \leq T < T_D \quad S_c(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right)$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,051
T_B ←	0,050	0,080
T_C ←	0,150	0,080
	0,235	0,051
	0,320	0,038
	0,405	0,030
	0,490	0,025
	0,575	0,021
	0,660	0,018
	0,745	0,016
	0,830	0,014
	0,915	0,013
T_D ←	1,000	0,012
	1,094	0,010
	1,188	0,009
	1,281	0,007
	1,375	0,006
	1,469	0,006
	1,563	0,005
	1,656	0,004
	1,750	0,004
	1,844	0,004
	1,938	0,003
	2,031	0,003
	2,125	0,003
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	2,406	0,002
	2,500	0,002
	2,594	0,002
	2,688	0,002
	2,781	0,002
	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



6.8.3 Spettri allo SLO

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_g	0,087 g
F_o	2,378
T_c	0,317 s
S_s	1,500
C_c	1,535
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,500
η	1,000
T_B	0,162 s
T_C	0,486 s
T_D	1,947 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

$$T_C = C_c \cdot T_c^2 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

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

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

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

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

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

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

Lo spettro di progetto $S_d(T)$ per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico $S_c(T)$ 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	0,130
T_B ←	0,162	0,309
T_C ←	0,486	0,309
	0,556	0,271
	0,625	0,241
	0,695	0,216
	0,764	0,197
	0,834	0,180
	0,903	0,166
	0,973	0,155
	1,043	0,144
	1,112	0,135
	1,182	0,127
	1,251	0,120
	1,321	0,114
	1,390	0,108
	1,460	0,103
	1,530	0,098
	1,599	0,094
	1,669	0,090
	1,738	0,087
	1,808	0,083
	1,877	0,080
T_D ←	1,947	0,077
	2,045	0,070
	2,142	0,064
	2,240	0,058
	2,338	0,054
	2,436	0,049
	2,534	0,046
	2,631	0,042
	2,729	0,039
	2,827	0,037
	2,925	0,034
	3,022	0,032
	3,120	0,030
	3,218	0,028
	3,316	0,027
	3,413	0,025
	3,511	0,024
	3,609	0,022
	3,707	0,021
	3,804	0,020
	3,902	0,019
	4,000	0,018

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_{qv}	0,034 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	0,945
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)

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

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

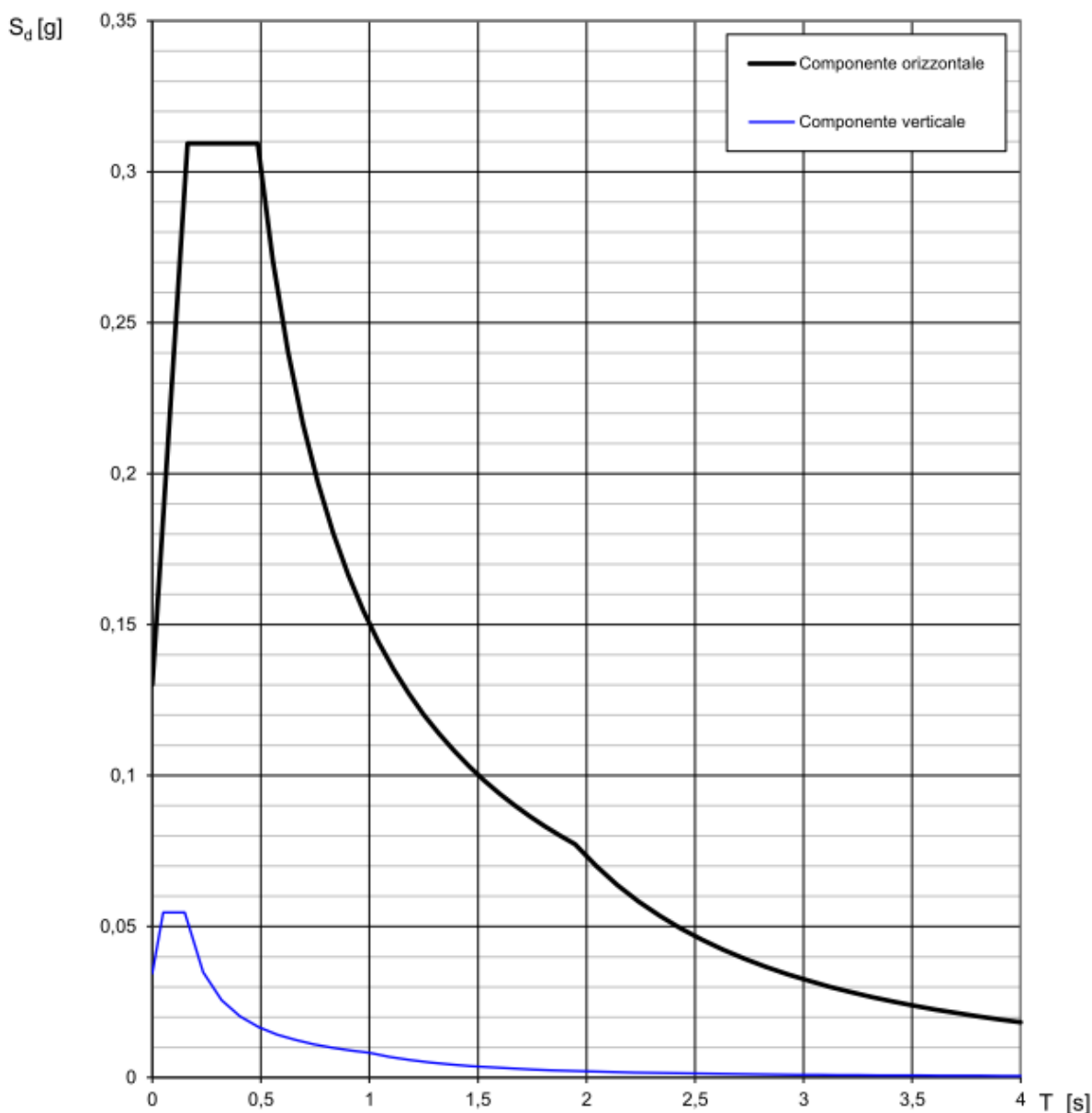
$$T_C \leq T < T_D \quad \left| \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left(\frac{T_C}{T} \right) \right.$$

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0,000	0,034
$T_B \leftarrow$	0,050	0,055
$T_C \leftarrow$	0,150	0,055
	0,235	0,035
	0,320	0,026
	0,405	0,020
	0,490	0,017
	0,575	0,014
	0,660	0,012
	0,745	0,011
	0,830	0,010
	0,915	0,009
$T_D \leftarrow$	1,000	0,008
	1,094	0,007
	1,188	0,006
	1,281	0,005
	1,375	0,004
	1,469	0,004
	1,563	0,003
	1,656	0,003
	1,750	0,003
	1,844	0,002
	1,938	0,002
	2,031	0,002
	2,125	0,002
	2,219	0,002
	2,313	0,002
	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	0,001
	3,906	0,001
	4,000	0,001

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



6.8.4 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 relativi ala struttura in oggetto è riportata nella tabella seguente. In assenza di piano rigido di copertura, i momenti sono stati applicati ripartendoli sui nodi della copertura.

Tabella 1 – Calcolo dei momenti torcenti dovuti all'eccentricità accidentale

Dimensione in X	$L_x =$	46.00	m	$E_y =$	2.30	m
Dimensione in Y	$L_y =$	8.09	m	$E_x =$	0.40	m
Periodo proprio secondo il §7.3.3.2	$T_1 =$	0.28	sec			
Massa della copertura	$M =$	88.72	$\text{KN s}^2/\text{m}$			
Ordinata dello spettro SLV	$S_{d,SLV,q=2}(T_1) =$	0.468	g			
Forza sismica	$F_{SLV} =$	407.32	KN			
Momento torcente dovuto al sisma in X	$M_{z,SLVX} =$	162.93	KNm			
Momento torcente dovuto al sisma in Y	$M_{z,SLVY} =$	936.84	KNm			
Ordinata dello spettro SLD	$S_{SLD}(T_1) =$	0.400	g			
Forza sismica	$F_{SLVD} =$	348.14	KN			
Momento torcente dovuto al sisma in X	$M_{z,SLDX} =$	139.25	KNm			
Momento torcente dovuto al sisma in Y	$M_{z,SLDY} =$	800.72	KNm			
Ordinata dello spettro SLO	$S_{SLO}(T_1) =$	0.309	g			
Forza sismica	$F_{SLO} =$	268.94	KN			
Momento torcente dovuto al sisma in X	$M_{z,SLOX} =$	107.57	KNm			
Momento torcente dovuto al sisma in Y	$M_{z,SLOY} =$	247.42	KNm			

Nelle immagini seguenti sono riportati i momenti torcenti applicati a tutti i nodi della copertura per il sisma SLVX e il sisma SLVY.

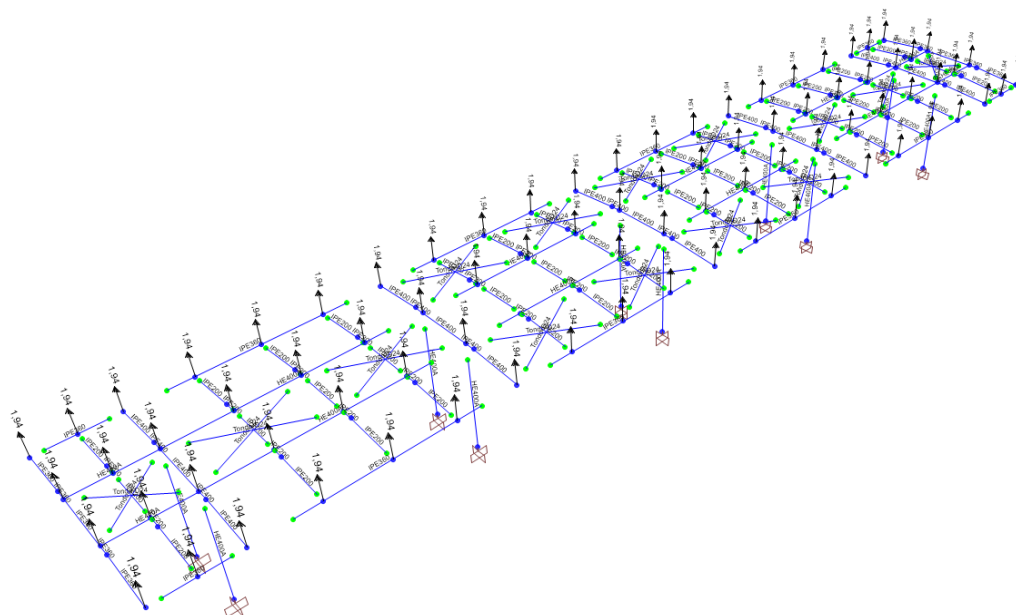


Figura 11 - Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVX

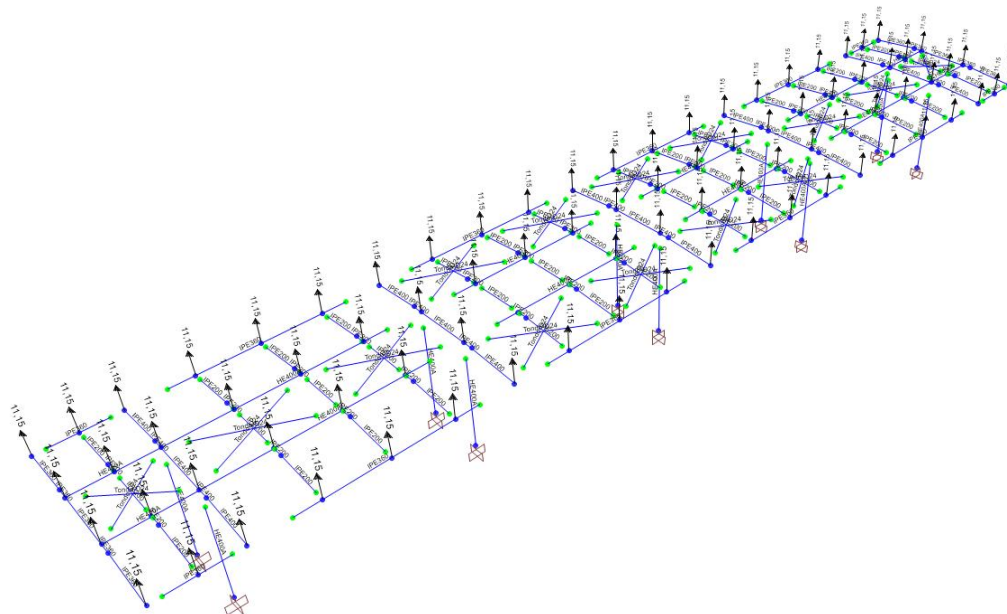


Figura 12 - Momenti torcenti applicati per l'eccentricità accidentale del Sisma SLVY

 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	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.

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	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	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 2 – 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. 1	Variabile	0.0 - 1.50	0,80	0,50	0,00
Effetti Aerodin. 2	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 3 – Combinazioni di carico SLU statici

Comb.	Perm. strutt.	Perm. non strutt.	Carico Variabile Copertura	Neve	Vento	Effetti Aerodin. 1	Effetti Aerodin. 2	ΔT
SLU01	1,30	1,50	1,50	0,75	0,90	1,20	0,00	-0,90
SLU02	1,30	1,50	0,00	1,50	0,90	1,20	0,00	-0,90
SLU03	1,30	1,50	0,00	1,50	0,90	0,00	1,20	-0,90
SLU04	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	1,50	0,00	0,00
SLU05	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	1,50	0,00	-0,90
SLU06	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	0,00	1,50	0,00
SLU07	1,30	1,50	0,00	0,75	1,50	0,00	1,50	-0,90
SLU08	1,30	1,50	0,00	0,00	1,50	1,50	0,00	0,90
SLU09	1,30	1,50	0,00	0,00	0,90	1,20	0,00	1,50
SLU10	1,00	0,00	0,00	0,00	-1,50	1,50	0,00	0,90

Tabella 4 – Combinazioni di carico SLE rari

Comb.	Perm. strutt.	Perm. non strutt.	Carico Variabile	Neve	Vento	Effetti Aerodin. 1	Effetti Aerodin. 2	ΔT
SLE01	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,80	0,00	-0,60
SLE02	1,00	1,00	1,00	0,50	0,60	0,00	0,60	-0,60
SLE03	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	0,80	0,00	-0,60
SLE04	1,00	1,00	0,00	1,00	0,60	0,00	0,80	-0,60
SLE05	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	0,00
SLE06	1,00	1,00	0,00	0,50	1,00	1,00	0,00	-0,60
SLE07	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,00	0,00
SLE08	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,00	0,60
SLE09	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	1,00	0,00	-0,60
SLE10	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	1,00	0,60
SLE11	1,00	1,00	0,00	0,00	-1,00	0,00	1,00	-0,60
SLE12	1,00	1,00	0,00	0,50	0,60	0,80	0,00	-1,00

Tabella 5 – 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 DELLE 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. Data la regolarità della struttura, la massa è eccitata completamente nei primi due modi.

Tabella 6 – 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	0.889	100.0%	0.0%	100.0%	0.0%
MODAL	Mode	2	0.413	0.0%	98.7%	100.0%	98.7%

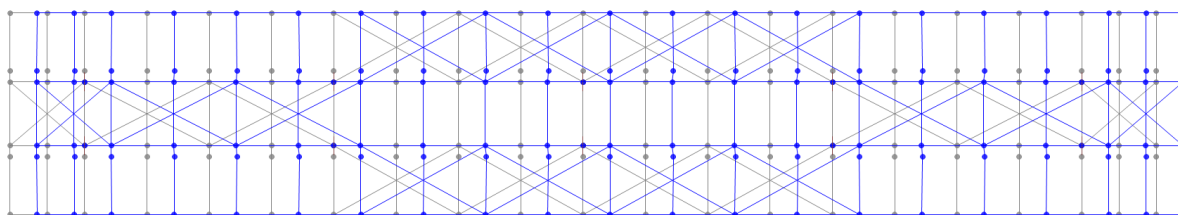
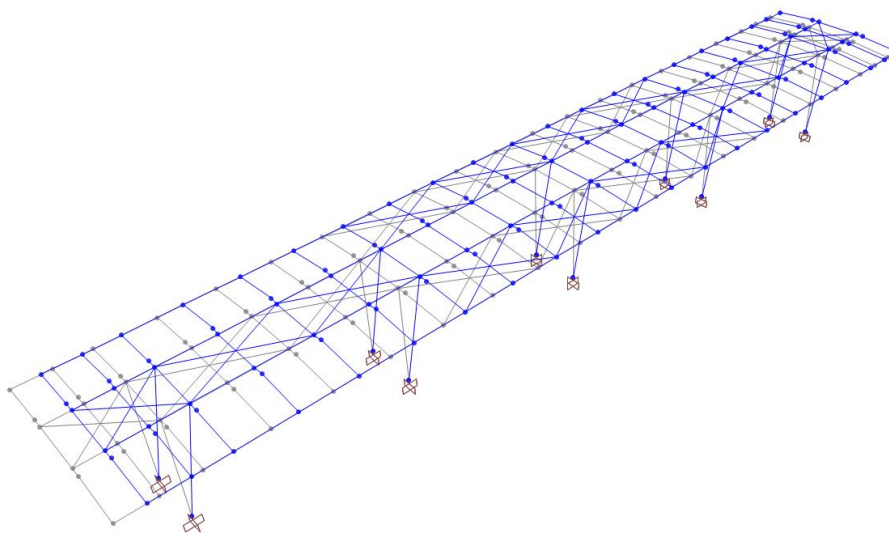


Figura 13 – Prima forma modale

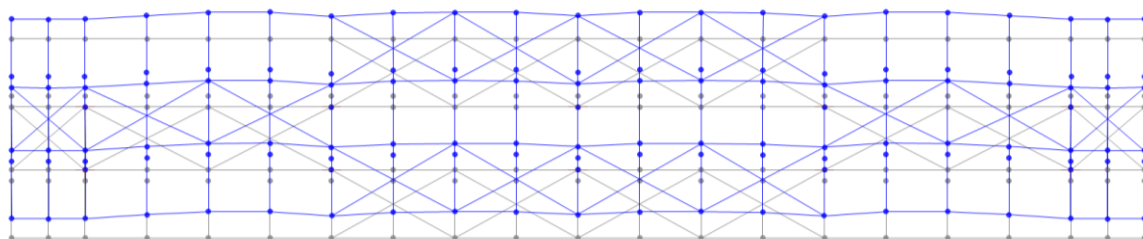
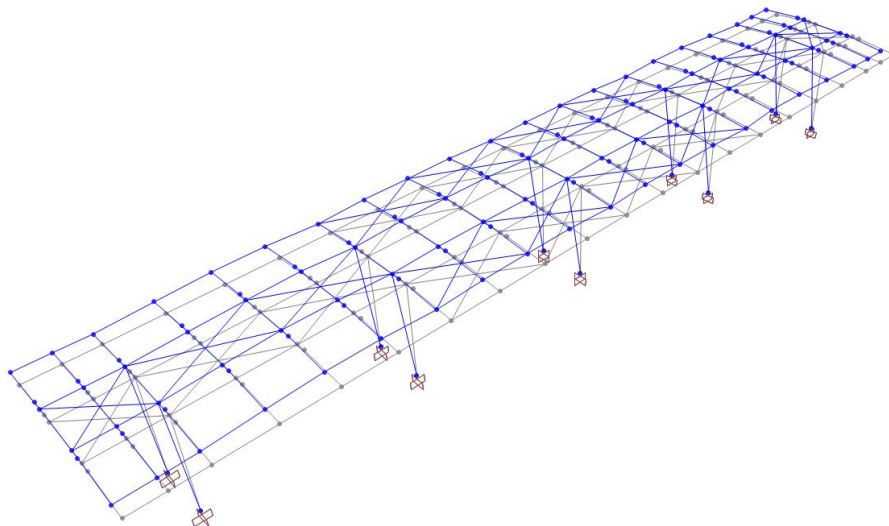


Figura 14 – Seconda Forma modale

8.2 Sollecitazioni agli SLU e SLV

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

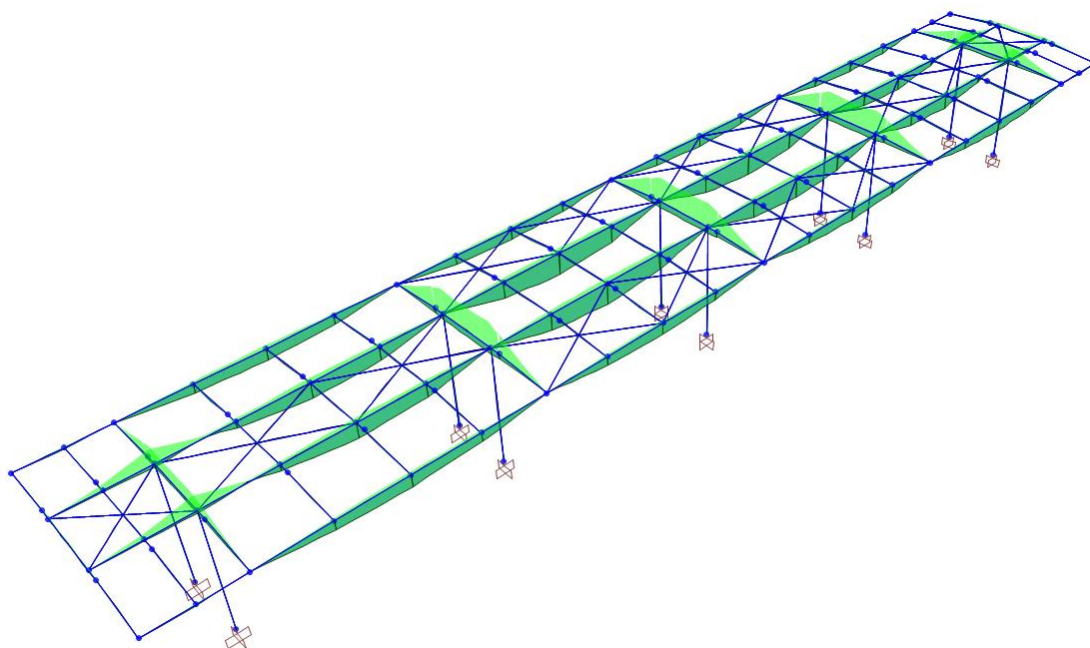


Figura 15 – Momento flettente 3-3 nella combinazione involuppo degli SLU statici

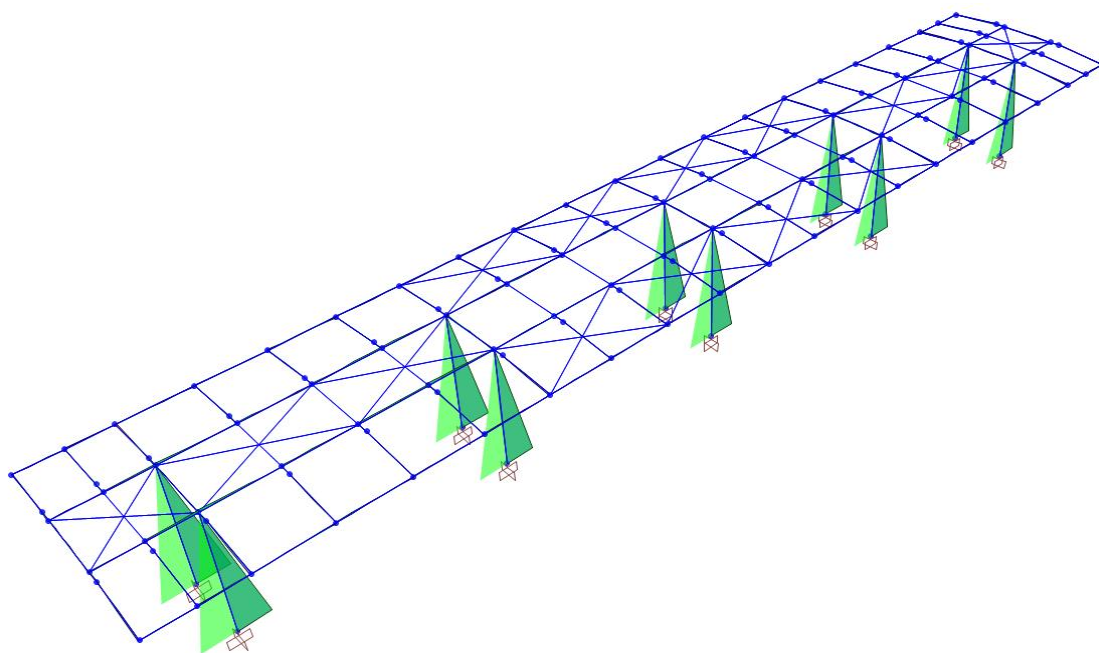


Figura 16 – Involuppo del momento flettente 2-2 nella combinazione SLV1

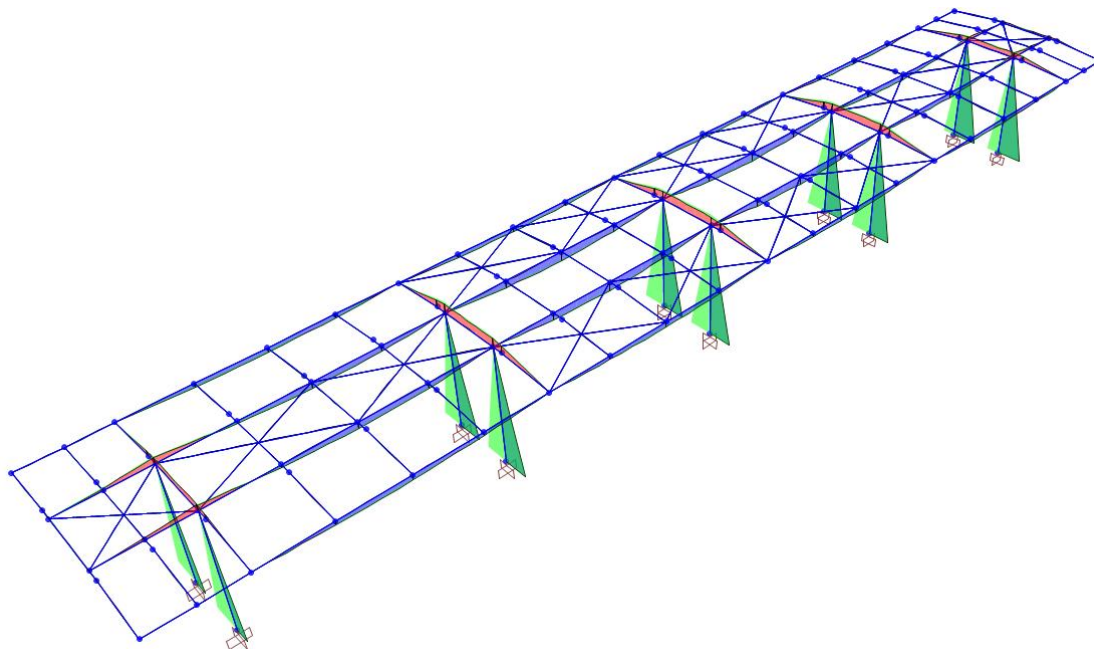


Figura 17 – Inviluppo del momento flettente 3-3 nella combinazione SLV3

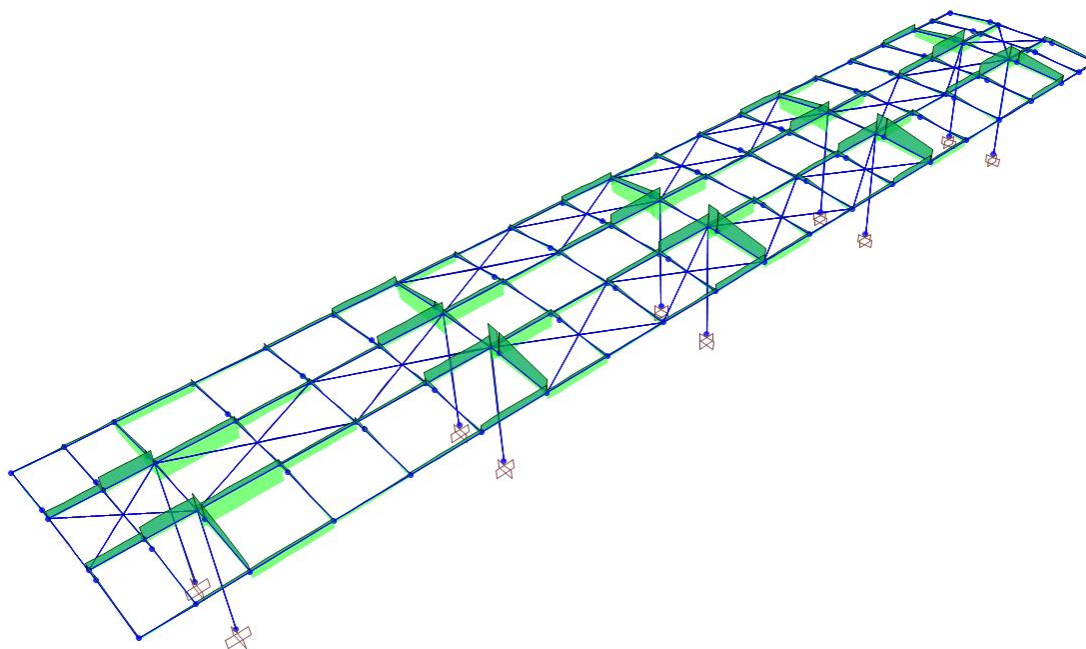


Figura 18 – Tagli 2-2 nella combinazione inviluppo degli SLU statici

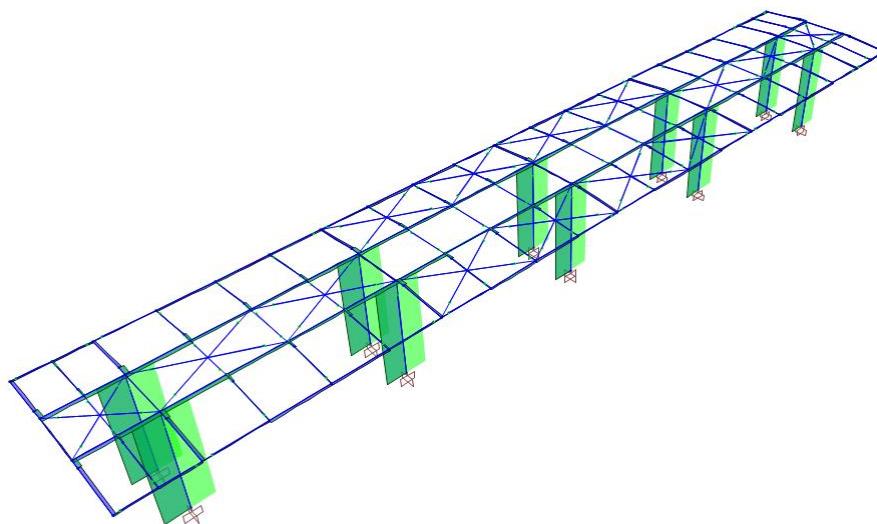


Figura 19 – Involuppo dei tagli 3-3 nella combinazione SLV1

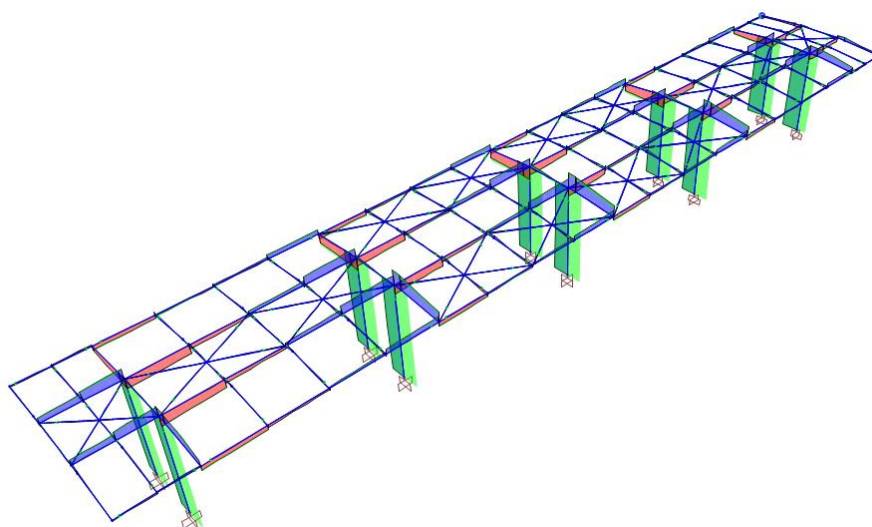


Figura 20 – Involuppo dei tagli 2-2 nella condizione SLV3

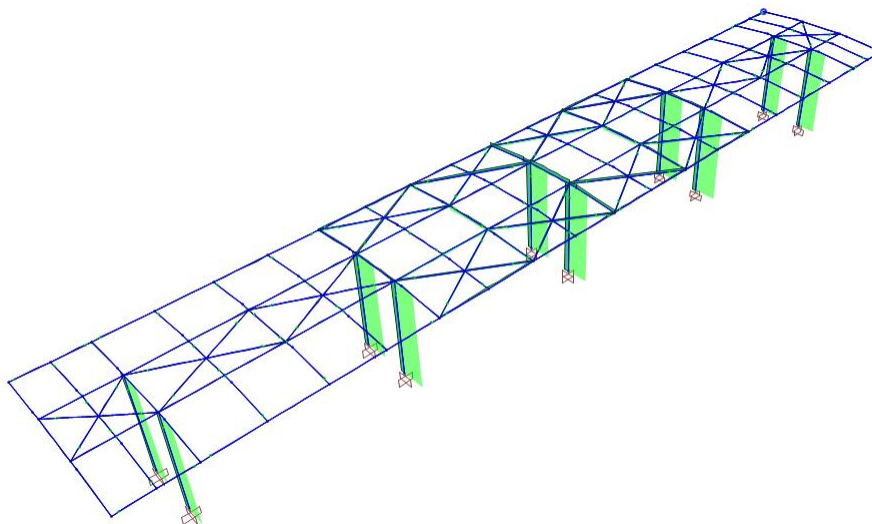


Figura 21 – Sforzi assiali nella combinazione involuppo degli SLU statici

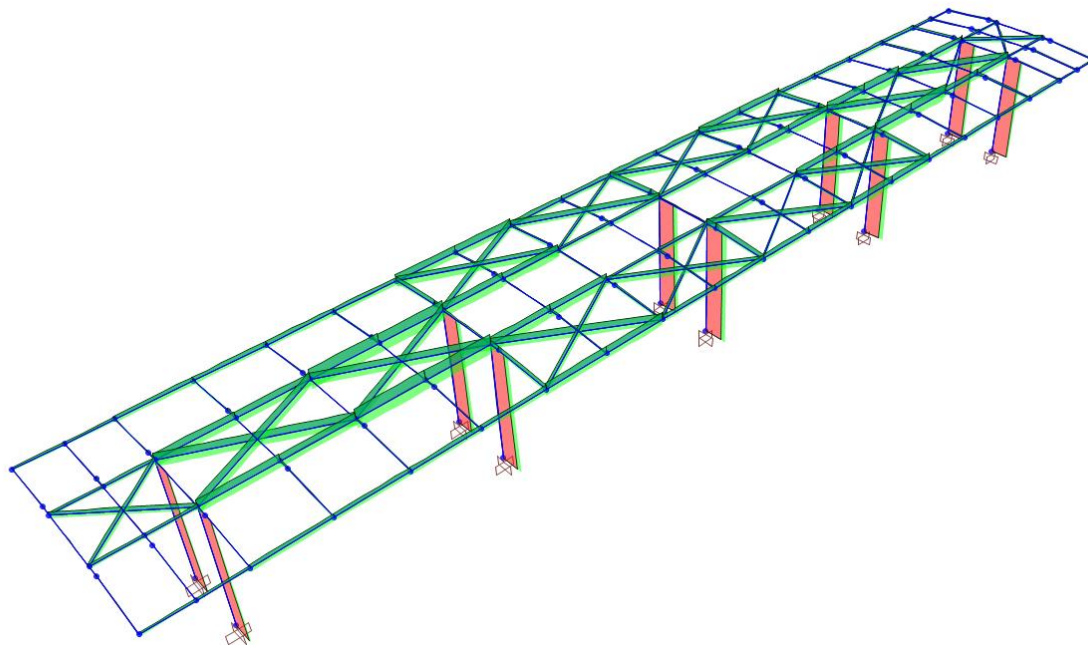


Figura 22 – Sforzi assiali nella combinazione involuppo degli SLV

9. VERIFICHE AGLI SLU e SLV

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.

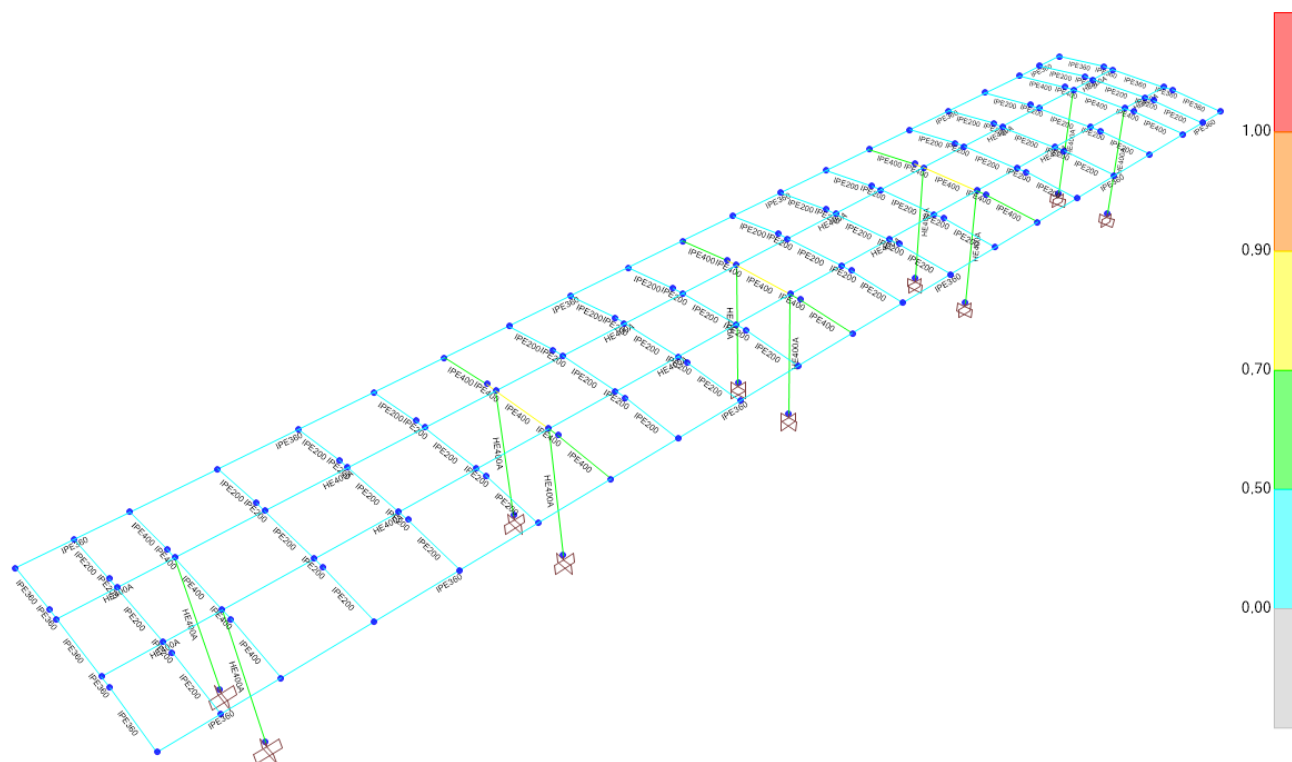


Figura 23 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Struttura completa

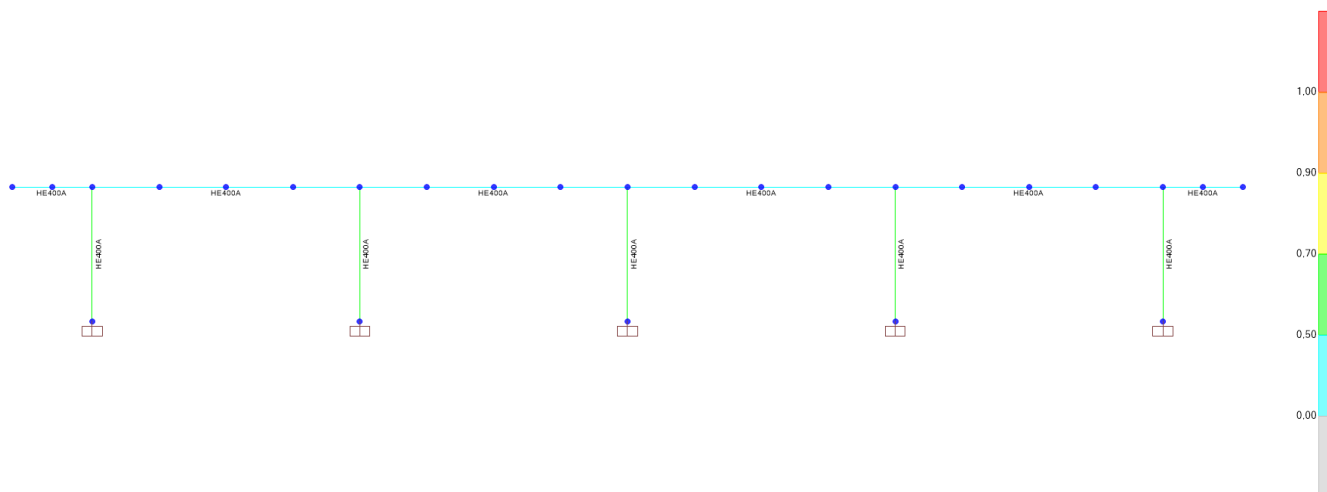


Figura 24 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telai longitudinali

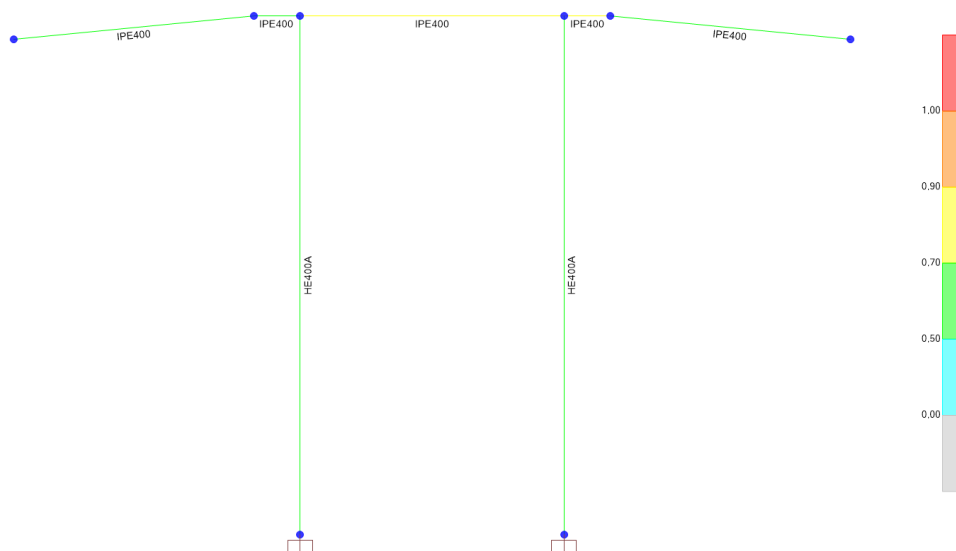


Figura 25 – Rapporti fra sollecitazioni agenti e resistenze – Telaio trasversale

9.1 Tabella output completa

Nella tabella sono evidenziati in giallo gli elementi più sollecitati.

Frame	DesignSect	DesignType	Ratio	RatioType	Combo	Location
Text	Text	Text	Unitless	Text	Text	m
Travi - Profilati HEA400						
BL007	HE400A	Beam	0.17	PMM	SLU07	2.99
BL008	HE400A	Beam	0.19	PMM	SLU05	2.50
BL009	HE400A	Beam	0.28	PMM	SLU04	0.00
BL010	HE400A	Beam	0.28	PMM	SLU06	5.00
BL011	HE400A	Beam	0.19	PMM	SLU07	0.00
BL012	HE400A	Beam	0.17	PMM	SLU05	0.00
BL013	HE400A	Beam	0.17	PMM	SLU07	2.99
BL014	HE400A	Beam	0.19	PMM	SLU05	2.50
BL015	HE400A	Beam	0.28	PMM	SLU04	0.00
BL016	HE400A	Beam	0.28	PMM	SLU06	5.00
BL017	HE400A	Beam	0.19	PMM	SLU07	0.00
BL018	HE400A	Beam	0.17	PMM	SLU05	0.00
Travi - Profilati IPE360						
BL001	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLV4	0.00
BL002	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU04	0.00
BL003	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU05	0.00
BL004	IPE360	Beam	0.45	PMM	SLU07	0.00
BL005	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU06	0.00
BL006	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLV3	0.00
BL019	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLV3	0.00
BL020	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU04	0.00
BL021	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU05	0.00
BL022	IPE360	Beam	0.45	PMM	SLU07	0.00
BL023	IPE360	Beam	0.43	PMM	SLU06	0.00
BL024	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLV4	0.00
BT001	IPE360	Beam	0.29	PMM	SLV4	0.00
BT021	IPE360	Beam	0.29	PMM	SLV3	0.00
BT022	IPE360	Beam	0.15	PMM	SLV3	0.00
BT042	IPE360	Beam	0.15	PMM	SLV4	0.00
BT043	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLU07	0.00
BT063	IPE360	Beam	0.16	PMM	SLU05	0.43
BT064	IPE360	Beam	0.19	PMM	SLV3	0.00
BT084	IPE360	Beam	0.19	PMM	SLV4	0.00
BT085	IPE360	Beam	0.28	PMM	SLV4	1.17
BT105	IPE360	Beam	0.28	PMM	SLV3	1.17
Travi - Profilati IPE400						
BT003	IPE400	Beam	0.36	PMM	SLU07	1.17
BT007	IPE400	Beam	0.57	PMM	SLU05	1.17

BT011	IPE400	Beam	0.56	PMM	SLU05	1.17
BT015	IPE400	Beam	0.56	PMM	SLU06	1.17
BT019	IPE400	Beam	0.36	PMM	SLU05	1.17
BT024	IPE400	Beam	0.40	PMM	SLU07	0.00
BT028	IPE400	Beam	0.62	PMM	SLU05	0.00
BT032	IPE400	Beam	0.61	PMM	SLU05	0.00
BT036	IPE400	Beam	0.61	PMM	SLU07	0.00
BT040	IPE400	Beam	0.40	PMM	SLU05	0.00
BT045	IPE400	Beam	0.48	PMM	SLU04	0.00
BT049	IPE400	Beam	0.75	PMM	SLU05	0.00
BT053	IPE400	Beam	0.74	PMM	SLU05	0.00
BT057	IPE400	Beam	0.75	PMM	SLU07	0.00
BT061	IPE400	Beam	0.48	PMM	SLU06	0.00
BT066	IPE400	Beam	0.50	PMM	SLU07	0.00
BT070	IPE400	Beam	0.76	PMM	SLU05	0.00
BT074	IPE400	Beam	0.75	PMM	SLU05	0.00
BT078	IPE400	Beam	0.76	PMM	SLU06	0.00
BT082	IPE400	Beam	0.50	PMM	SLU05	0.00
BT087	IPE400	Beam	0.35	PMM	SLU07	0.00
BT091	IPE400	Beam	0.55	PMM	SLU05	0.00
BT095	IPE400	Beam	0.54	PMM	SLU05	0.00
BT099	IPE400	Beam	0.54	PMM	SLU06	0.00
BT103	IPE400	Beam	0.35	PMM	SLU05	0.00
Travi - Profilati IPE200						
BT044	IPE200	Beam	0.14	PMM	SLU06	0.00
BT046	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU06	0.00
BT047	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU04	0.00
BT048	IPE200	Beam	0.24	PMM	SLU05	0.00
BT050	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU04	0.00
BT051	IPE200	Beam	0.26	PMM	SLU05	0.00
BT052	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU04	0.00
BT054	IPE200	Beam	0.24	PMM	SLU06	0.00
BT055	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU07	0.00
BT056	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU06	0.00
BT058	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU06	0.00
BT059	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU04	0.00
BT060	IPE200	Beam	0.23	PMM	SLU04	0.00
BT062	IPE200	Beam	0.14	PMM	SLU04	0.00
BT002	IPE200	Beam	0.15	PMM	SLU04	0.00
BT023	IPE200	Beam	0.07	PMM	SLU05	0.00
BT065	IPE200	Beam	0.07	PMM	SLU05	0.45
BT086	IPE200	Beam	0.15	PMM	SLU04	2.33
BT004	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU04	0.00
BT025	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU07	0.00

BT067	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU07	0.00
BT088	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU04	2.33
BT005	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU07	0.00
BT026	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU04	0.00
BT068	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU04	0.45
BT089	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU07	2.33
BT006	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU05	0.00
BT027	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.00
BT069	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.45
BT090	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU05	2.33
BT008	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	0.00
BT029	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU07	0.00
BT071	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU07	0.45
BT092	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	2.33
BT009	IPE200	Beam	0.29	PMM	SLU05	0.00
BT030	IPE200	Beam	0.10	PMM	SLU04	0.00
BT072	IPE200	Beam	0.15	PMM	SLU05	0.00
BT093	IPE200	Beam	0.26	PMM	SLU05	2.33
BT010	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	0.00
BT031	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU04	0.00
BT073	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU04	0.45
BT094	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	2.33
BT012	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU07	0.00
BT033	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU06	0.00
BT075	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU06	0.45
BT096	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU07	2.33
BT013	IPE200	Beam	0.30	PMM	SLU07	0.00
BT034	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU06	0.00
BT076	IPE200	Beam	0.16	PMM	SLU07	0.00
BT097	IPE200	Beam	0.27	PMM	SLU07	2.33
BT014	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	0.00
BT035	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.00
BT077	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.45
BT098	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	2.33
BT016	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	0.00
BT037	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.00
BT079	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.45
BT100	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	2.33
BT017	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	0.00
BT038	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU06	0.00
BT080	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU06	0.00
BT101	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU05	2.33
BT018	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	0.00
BT039	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.00

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	59 di 79

BT081	IPE200	Beam	0.11	PMM	SLU05	0.00
BT102	IPE200	Beam	0.25	PMM	SLU06	2.33
BT020	IPE200	Beam	0.15	PMM	SLU06	0.00
BT041	IPE200	Beam	0.07	PMM	SLU05	0.00
BT083	IPE200	Beam	0.07	PMM	SLU05	0.45
BT104	IPE200	Beam	0.16	PMM	SLU05	0.00
Colonne - Profilati HEA400						
C01	HE400A	Column	0.60	PMM	SLV4	0.00
C06	HE400A	Column	0.60	PMM	SLV3	0.00
C02	HE400A	Column	0.56	PMM	SLV1	0.00
C07	HE400A	Column	0.56	PMM	SLV2	0.00
C03	HE400A	Column	0.57	PMM	SLV1	0.00
C08	HE400A	Column	0.57	PMM	SLV2	0.00
C04	HE400A	Column	0.56	PMM	SLV2	0.00
C09	HE400A	Column	0.56	PMM	SLV1	0.00
C05	HE400A	Column	0.60	PMM	SLV3	0.00
C10	HE400A	Column	0.60	PMM	SLV4	0.00

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	60 di 79

9.2 Verifica colonna HEA400 più sollecitata

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

Units : KN, m, C

Frame : C01	X Mid: 0,000	Combo: SLV4	Design Type: Column
Length: 5,000	Y Mid: 0,000	Shape: HE400A	Frame Type: DCL-MRF
Loc : 0,000	Z Mid: 2,500	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? Yes

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25
q=2,00	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=0,002	Weff,yy=0,002
A=0,016	Iyy=4,507E-04	iyy=0,168	Wel,zz=5,709E-04	Weff,zz=5,709E-04
It=1,930E-06	Izz=8,564E-05	izz=0,073	Wpl,yy=0,003	Av,z=0,012
Iw=2,947E-06	Iyz=0,000	h=0,390	Wpl,zz=8,730E-04	Av,y=0,006
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	-87,673	237,333	40,629	47,467	8,126	0,000

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

D/C Ratio: 0,598 = 0,061 + 0,428 + 0,109 < 1,000 OK

$$= \frac{Ned}{(\chi_z N_{Rk}/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{zy} (M_y, Ed + NED e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_y, Rk/\Gamma_{M1})} + \frac{k_{zz} (M_z, Ed + NED e_{Nz})}{(M_z, Rk/\Gamma_{M1})}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	-87,673	4164,286	4164,286				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	4164,286	4922,640	6621,352	6621,352	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0,210	10318,502	0,651	0,759	0,870	3621,236
MajorB (y-y)	a	0,210	50531,930	0,294	0,553	0,979	4076,226
Minor (z-z)	b	0,340	1960,676	1,493	1,835	0,345	1435,396
MinorB (z-z)	b	0,340	9601,852	0,675	0,808	0,798	3322,008
Torsional TF	b	0,340	6621,352	0,813	0,934	0,717	2984,251

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	237,333	237,333	671,000	671,000	671,000	551,348	
Minor (z-z)	40,629	40,629	228,643	228,643	228,643		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a	0,210	0,753	0,841	0,822	1,880	1244,101
	kyy	kzy	kzz				
Factors	0,601	0,367	0,995	0,612			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	47,467	867,193	0,055	OK	0,000
Minor (y)	8,126	1818,762	0,004	OK	0,000
	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	867,193	1,200	0,401		

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	61 di 79

9.3 Verifiche della trave HEA400 più sollecitata

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

Units : KN, m, C

Frame : BL015	X Mid: 15,000	Combo: SLU04	Design Type: Beam
Length: 10,000	Y Mid: 2,550	Shape: HE400A	Frame Type: DCL-MRF
Loc : 5,000	Z Mid: 5,000	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? Yes

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25
q=2,00	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=0,002	Weff,yy=0,002
A=0,016	Iyy=4,507E-04	iy=0,168	Wel,zz=5,709E-04	Weff,zz=5,709E-04
It=1,930E-06	Izz=8,564E-05	izz=0,073	Wpl,yy=0,003	Av,z=0,012
Iw=2,947E-06	Iyz=0,000	h=0,390	Wpl,zz=8,730E-04	Av,y=0,006
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000		

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
5,000	-5,479	178,014	-0,270	-15,547	0,166	0,000

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

D/C Ratio: 0,275 = 0,001 + 0,273 + 0,001 < 1,000 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{(\chi_z N_{Rk}/\gamma_{M1})} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{(\chi_{LT} M_{y,Rk}/\gamma_{M1})} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{(M_{z,Rk}/\gamma_{M1})}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
Axial	Force	Capacity	Capacity				
	-5,479	4164,286	4164,286				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	4164,286	4922,640	33592,055	33592,055	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0,210	9341,284	0,684	0,785	0,855	3560,666
MajorB (y-y)	a	0,210	9341,284	0,684	0,785	0,855	3560,666
Minor (z-z)	b	0,340	28399,826	0,392	0,610	0,929	3868,977
MinorB (z-z)	b	0,340	28399,826	0,392	0,610	0,929	3868,977
Torsional TF	b	0,340	33592,055	0,361	0,592	0,941	3920,065

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	178,014	178,014	671,000	671,000	671,000	648,252	
Minor (z-z)	-0,270	-0,270	228,643	228,643	228,643		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a	0,210	0,348	0,576	0,966	1,028	5831,338
	kyy	kyz	kzy	kzz			
Factors	0,901	0,565	0,992	0,942			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	15,547	867,193	0,018	OK	0,000
Minor (y)	0,166	1818,762	9,126E-05	OK	0,000
	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	867,193	1,200	0,401		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	55,658	55,658

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	62 di 79

9.4 Verifiche della trave IPE 400 più sollecitata

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

Units : KN, m, C

Frame : BT070	X Mid: 10,000	Combo: SLU05	Design Type: Beam
Length: 0,450	Y Mid: 2,775	Shape: IPE400	Frame Type: DCL-MRF
Loc : 0,000	Z Mid: 5,000	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? Yes	
GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=2,00	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000
Aeff=0,008	eNy=0,000	eNz=0,000	
A=0,008	Iyy=2,313E-04	iy=0,165	Wel, yy=0,001
It=0,000	Izz=1,318E-05	izz=0,039	Wel, zz=1,464E-04
Iw=0,000	Iyz=0,000	h=0,400	Wpl, yy=0,001
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000	Wpl, zz=2,290E-04
			Weff, yy=0,001
			Weff, zz=1,464E-04
			Av, z=0,005
			Av, y=0,004

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med, yy	Med, zz	Ved, z	Ved, y	Ted
0,000	3,009	-212,131	0,000	-94,694	0,000	0,000

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

D/C Ratio: $0,764 = 0,000 + 0,764 + 0,000 < 1,000$ OK
 $= \frac{NEd}{\chi_z N Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_y, Ed + NEd e_{Ny})}{\chi_{LT} M_y, Rk / \Gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_z, Ed + NEd e_{Nz})}{(M_z, Rk / \Gamma_{M1})}$ (EC3_6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc, Rd	Nt, Rd				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	3,009	2213,095	2213,095				
	Npl, Rd	Nu, Rd	Ncr, T	Ncr, TF	An/Ag		
	2213,095	2616,120	5998,747	5998,747	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb, Rd
Major (y-y)	a	0,210	2367389,109	0,031	0,483	1,000	2213,095
MajorB (y-y)	a	0,210	2367389,109	0,031	0,483	1,000	2213,095
Minor (z-z)	b	0,340	3537,888	0,810	0,932	0,718	1588,975
MinorB (z-z)	b	0,340	3537,888	0,810	0,932	0,718	1588,975
Torsional TF	b	0,340	5998,747	0,622	0,765	0,826	1827,273

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mc, Rd	Mv, Rd	Mn, Rd	Mb, Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	-212,131	-212,131	342,310	342,310	342,310	277,611	
Minor (z-z)	0,000	0,000	59,976	59,976	59,976		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	b	0,340	0,650	0,788	0,811	1,085	849,819
	kyy	kzy	kzy	kzz			
Factors	1,000	0,600	1,000	1,000			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc, Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	94,694	646,139	0,147	OK	0,000
Minor (y)	0,000	792,677	0,000	OK	0,000
	Vpl, Rd	Eta	LambdaBarW		
Reduction	646,139	1,200	0,543		

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	94,694	88,962

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	63 di 79

9.5 Verifiche della trave IPE 360 più sollecitata

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

Units : KN, m, C

Frame : BL004	X Mid: 25,000	Combo: SLU07	Design Type: Beam
Length: 10,000	Y Mid: -2,770	Shape: IPE360	Frame Type: DCL-MRF
Loc : 10,000	Z Mid: 4,780	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? Yes

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25	
q=2,00	Omega=1,00	GammaOV=1,10	
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000	D/C Lim=1,000

Aeff=0,007	eNy=0,000	eNz=0,000		
A=0,007	Iyy=1,627E-04	iyy=0,150	Wel,yy=9,039E-04	Weff,yy=9,039E-04
It=0,000	Izz=1,043E-05	izz=0,038	Wel,zz=1,227E-04	Weff,zz=1,227E-04
Iw=0,000	Iyz=0,000	h=0,360	Wpl,yy=0,001	Av,z=0,005
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000	Wpl,zz=1,910E-04	Av,y=0,004

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
10,000	5,657	0,000	0,000	29,592	-0,023	2,282E-04

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

D/C Ratio: 0,448 = 0,000 + 0,442 + 0,006 < 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				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	5,657	1904,048	1904,048				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	1904,048	2250,792	5648,074	5648,074	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0,210	3372,148	0,770	0,856	0,812	1546,852
MajorB (y-y)	a	0,210	3372,148	0,770	0,856	0,812	1546,852
Minor (z-z)	b	0,340	3458,783	0,760	0,884	0,749	1425,399
MinorB (z-z)	b	0,340	3458,783	0,760	0,884	0,749	1425,399
Torsional TF	b	0,340	5648,074	0,595	0,744	0,840	1598,607

MOMENT DESIGN

	Med	Med,span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity
Major (y-y)	0,000	96,911	266,881	266,881	266,881	219,035
Minor (z-z)	0,000	0,300	50,024	50,024	50,024	

	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	b	0,340	0,632	0,773	0,821	1,029	701,761

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

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	29,592	530,871	0,056	OK	0,000
Minor (y)	0,023	694,541	3,361E-05	OK	0,000

	Vpl,Rd	Eta	LambdaBarW
Reduction	530,871	1,200	0,524

CONNECTION SHEAR FORCES FOR BEAMS

	VMajor	VMajor
	Left	Right
Major (V2)	30,346	29,592

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	64 di 79

9.6 Verifiche della trave IPE 200 più sollecitata

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

Units : KN, m, C

Frame : BT013	X Mid: 25,000	Combo: SLU07	Design Type: Brace
Length: 2,330	Y Mid: -1,610	Shape: IPE200	Frame Type: DCL-MRF
Loc : 0,000	Z Mid: 4,890	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? Yes

GammaM0=1,05	GammaM1=1,05	GammaM2=1,25
q=2,00	Omega=1,00	GammaOV=1,10
An/Ag=1,00	RLLF=1,000	PLLF=1,000
		D/C Lim=1,000

Aeff=0,003	eNy=0,000	eNz=0,000		
A=0,003	Iyy=1,943E-05	iyy=0,083	Wel,yy=1,943E-04	Weff,yy=1,943E-04
It=0,000	Izz=1,420E-06	izz=0,022	Wel,zz=2,840E-05	Weff,zz=2,840E-05
Iw=0,000	Iyz=0,000	h=0,200	Wpl,yy=2,210E-04	Av,z=0,002
E=210000000,0	fy=275000,000	fu=430000,000	Wpl,zz=4,460E-05	Av,y=0,001

STRESS CHECK FORCES & MOMENTS

Location	Ned	Med,yy	Med,zz	Ved,z	Ved,y	Ted
0,000	-7,639	0,000	0,000	-17,172	0,000	0,000

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

D/C Ratio: 0,303 = 0,028 + 0,276 + 0,000 < 1,000 OK

$$= \frac{N_{Ed}}{\chi_z N_{Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zy} \frac{(M_{y,Ed} + N_{Ed} e_{Ny})}{\chi_{LT} M_{y,Rk} / \gamma_{M1}} + k_{zz} \frac{(M_{z,Ed} + N_{Ed} e_{Nz})}{M_{z,Rk} / \gamma_{M1}}$$
 (EC3 6.3.3(4)-6.62)

AXIAL FORCE DESIGN

	Ned	Nc,Rd	Nt,Rd				
	Force	Capacity	Capacity				
Axial	-7,639	746,429	746,429				
	Npl,Rd	Nu,Rd	Ncr,T	Ncr,TF	An/Ag		
	746,429	882,360	1241,671	1241,671	1,000		
	Curve	Alpha	Ncr	LambdaBar	Phi	Chi	Nb,Rd
Major (y-y)	a	0,210	7415,288	0,325	0,566	0,972	725,196
MajorB (y-y)	a	0,210	7415,288	0,325	0,566	0,972	725,196
Minor (z-z)	b	0,340	381,168	1,434	1,738	0,368	274,455
MinorB (z-z)	b	0,340	381,168	1,434	1,738	0,368	274,455
Torsional TF	b	0,340	1241,671	0,794	0,917	0,728	543,289

MOMENT DESIGN

	Med	Med, span	Mc,Rd	Mv,Rd	Mn,Rd	Mb,Rd	
	Moment	Moment	Capacity	Capacity	Capacity	Capacity	
Major (y-y)	0,000	11,503	57,881	57,881	57,881	41,592	
Minor (z-z)	0,000	0,000	11,681	11,681	11,681		
	Curve	AlphaLT	LambdaBarLT	PhiLT	ChiLT	C1	Mcr
LTB	a	0,210	0,923	1,002	0,719	1,212	71,326
	kyy	kyz	kzy	kzz			
Factors	0,978	0,623	0,996	1,039			

SHEAR DESIGN

	Ved	Vc,Rd	Stress	Status	Ted
	Force	Capacity	Ratio	Check	Torsion
Major (z)	17,172	211,937	0,081	OK	0,000
Minor (y)	0,000	275,990	0,000	OK	0,000
	Vpl,Rd	Eta	LambdabarW		
Reduction	211,937	1,200	0,409		

BRACE MAXIMUM AXIAL LOADS

	P	P
	Comp	Tens
Axial	-7,639	N/C

 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					
	FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo	COMMESSA IF26	LOTTO 12 E ZZ	CODIFICA CL	DOCUMENTO FV020 0004	REV. B

9.7 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 a quella derivante dall'analisi (si veda la tabella seguente):

$$N_{Ed} = 26 \cdot 2 = 52 \text{ KN}$$

Le diagonali sono costituite da tondi $\Phi 24$, con un'area della sezione al netto della filettatura, pari a:

$$A = 353 \text{ mm}^2.$$

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
DC01	SLV-Env	Max	13.0
DC01	SLV-Env	Min	-13.0
DC02	SLV-Env	Max	13.0
DC02	SLV-Env	Min	-13.0
DC03	SLV-Env	Max	25.9
DC03	SLV-Env	Min	-25.9
DC04	SLV-Env	Max	25.9
DC04	SLV-Env	Min	-25.9
DC05	SLV-Env	Max	24.6
DC05	SLV-Env	Min	-24.6
DC06	SLV-Env	Max	24.6
DC06	SLV-Env	Min	-24.6
DC07	SLV-Env	Max	18.3
DC07	SLV-Env	Min	-23.1
DC08	SLV-Env	Max	23.2
DC08	SLV-Env	Min	-18.5
DC09	SLV-Env	Max	23.1
DC09	SLV-Env	Min	-18.4
DC10	SLV-Env	Max	18.3
DC10	SLV-Env	Min	-23.0
DC11	SLV-Env	Max	14.8
DC11	SLV-Env	Min	-19.8
DC12	SLV-Env	Max	20.0
DC12	SLV-Env	Min	-15.1

DC13	SLV-Env	Max	20.1
DC13	SLV-Env	Min	-15.1
DC14	SLV-Env	Max	14.8
DC14	SLV-Env	Min	-19.8
DC15	SLV-Env	Max	14.5
DC15	SLV-Env	Min	-19.6
DC16	SLV-Env	Max	19.8
DC16	SLV-Env	Min	-14.9
DC17	SLV-Env	Max	19.8
DC17	SLV-Env	Min	-14.9
DC18	SLV-Env	Max	14.5
DC18	SLV-Env	Min	-19.6
DC19	SLV-Env	Max	16.8
DC19	SLV-Env	Min	-21.6
DC20	SLV-Env	Max	21.7
DC20	SLV-Env	Min	-17.0
DC21	SLV-Env	Max	21.7
DC21	SLV-Env	Min	-17.0
DC22	SLV-Env	Max	16.8
DC22	SLV-Env	Min	-21.6
DC23	SLV-Env	Max	24.7
DC23	SLV-Env	Min	-24.7
DC24	SLV-Env	Max	24.7
DC24	SLV-Env	Min	-24.7
DC25	SLV-Env	Max	26.0
DC25	SLV-Env	Min	-26.0
DC26	SLV-Env	Max	26.0
DC26	SLV-Env	Min	-26.0
DC27	SLV-Env	Max	13.0
DC27	SLV-Env	Min	-13.0
DC28	SLV-Env	Max	13.0
DC28	SLV-Env	Min	-13.0

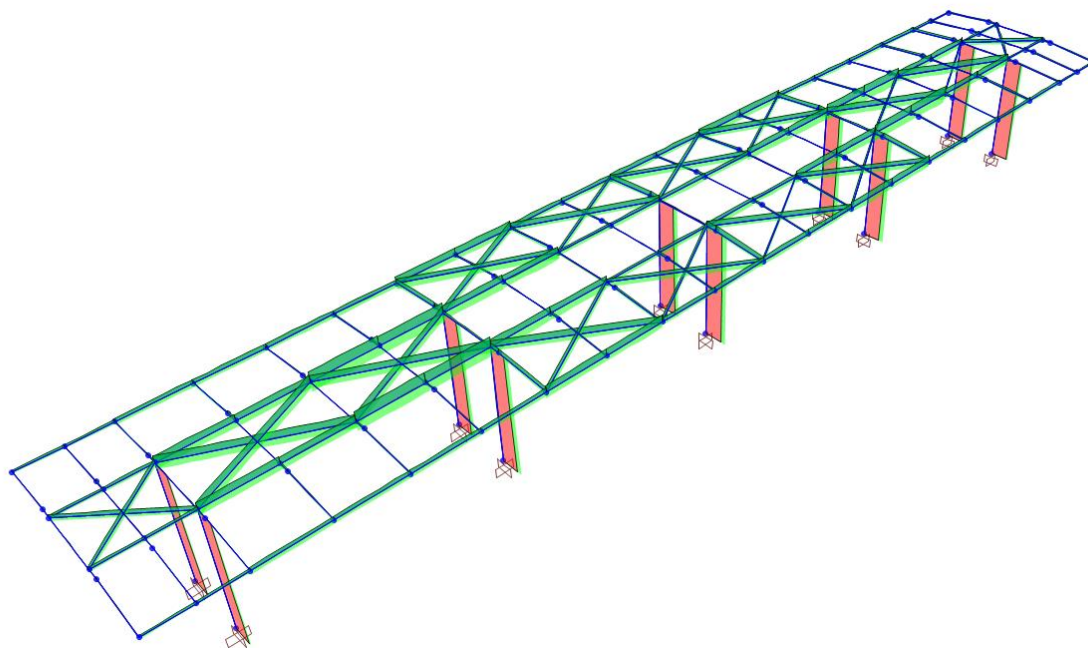


Figura 26 – Sforzi assiali nella combinazione involuppo degli SLV

La resistenza plastica del tondo risulta:

$$N_{pl,Rd} = 353 \cdot 275 / (1.05 \cdot 1000) = 92.45 \text{ kN} > 52 \text{ kN}$$

10. VERIFICA DELLE UNIONI MAGGIORMENTE SOLLECITATE

In questo capitolo si riportano le verifiche delle unioni maggiormente sollecitate:

- Ancoraggio al piede delle colonne **HEA400**
- Nodo Diagonale di copertura – Trave: **Φ24 – HEA 400**
- Nodo Trave – Colonna: **IPE400 - HEA400**
- Nodo Trave principale-Trave secondaria: **IPE400-HEA400**

10.1 Verifica della piastra di base delle colonne HEA400

L'unione tra colonna e fondazione in c.a. è costituita da una piastra in acciaio, di dimensione 750*600mm e di spessore di 40 mm, collegata alla platea di fondazione tramite n°18 tirafondi M30 di classe 8.8, disposti come riportato nell'immagine seguente.

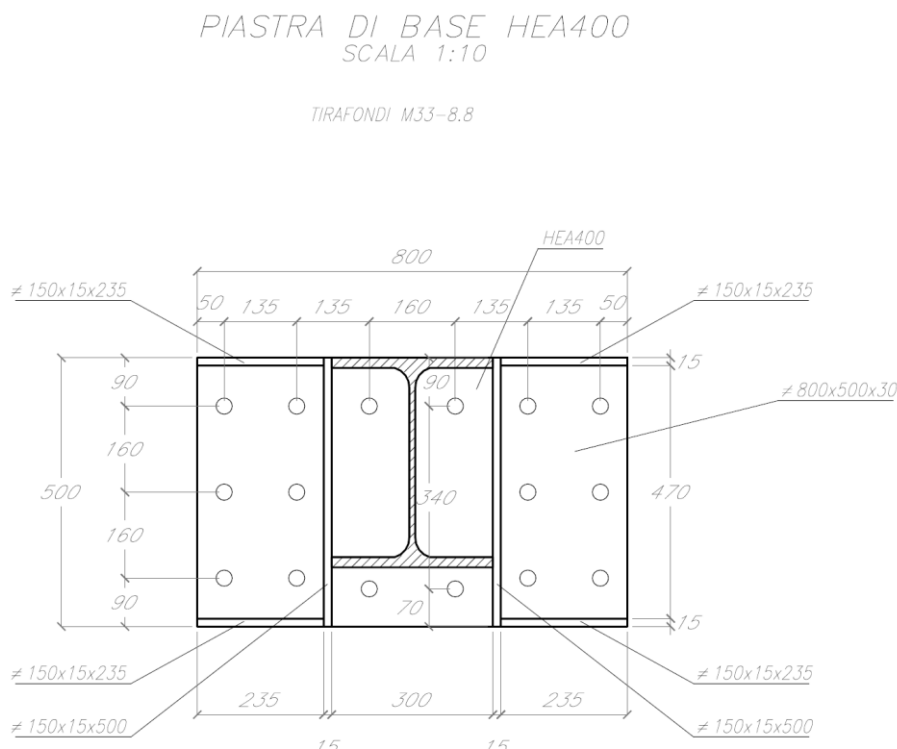
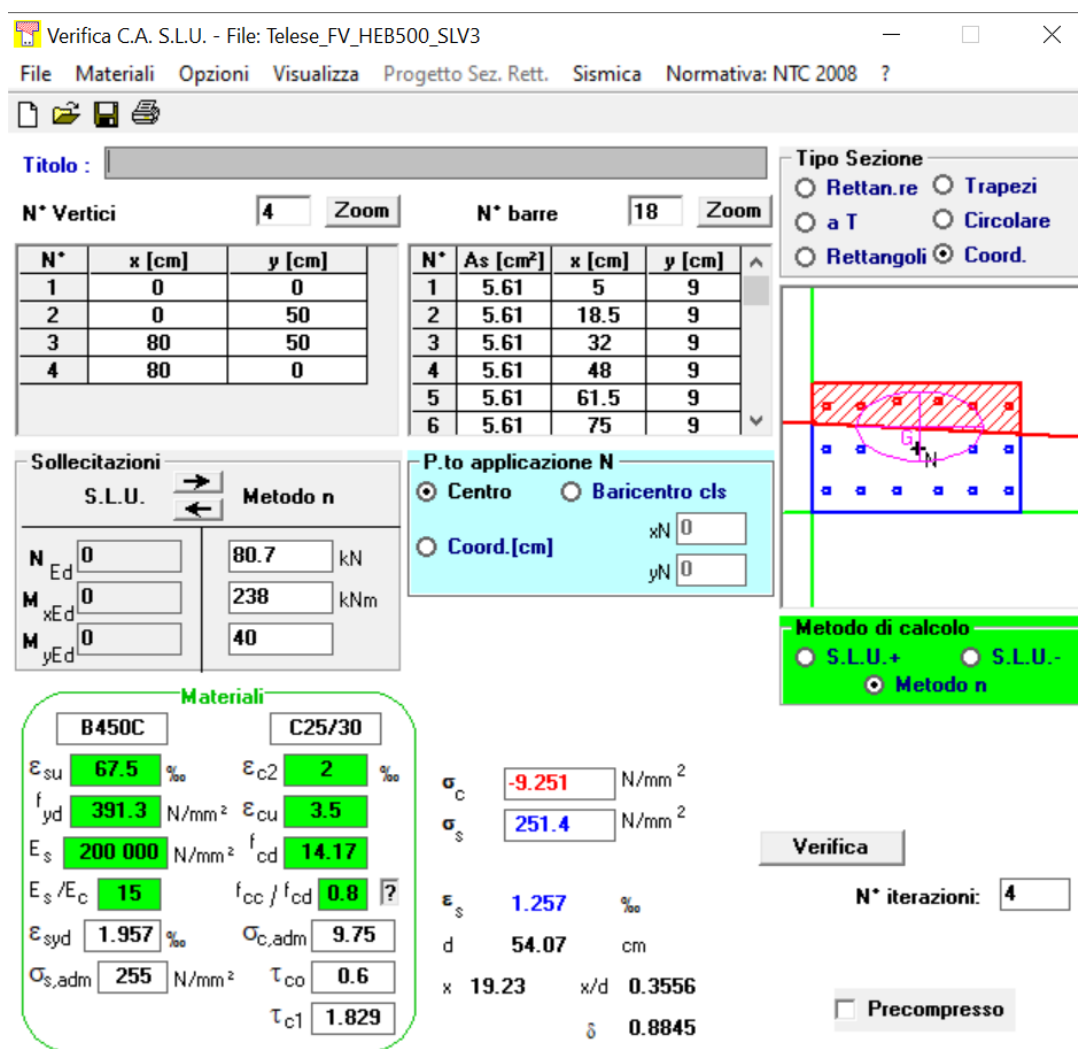


Figura 27 - Dettaglio piastra di base

10.1.1 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.



Titolo : []

N° Vertici **Zoom** **N° barre** **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	9
4	5.61	48	9
5	5.61	61.5	9
6	5.61	75	9

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="80.7"/> kN
M _{xEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="238"/> kNm
M _{yEd}	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="40"/>

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

Materiali
 B450C C25/30
 ϵ_{su} ‰ ϵ_{c2} ‰
 f_{yd} N/mm² ϵ_{cu} ‰
 E_s N/mm² f_{cd} ‰
 E_s/E_c f_{cc}/f_{cd} ?
 ϵ_{syd} ‰ $\sigma_{c,adm}$ ‰
 $\sigma_{s,adm}$ N/mm² τ_{co} ‰
 τ_{c1} ‰

σ_c N/mm²
 σ_s N/mm²
 ϵ_s ‰
d cm
x x/d
 δ

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

Verifica **N° iterazioni:**

Precompresso

La verifica risulta essere soddisfatta in quanto:

$$f_{Ed} / f_{cd} = 9.251 / 14.17 \approx 0.65$$

10.1.2 Verifica dei tirafondi soggetti a trazione e taglio

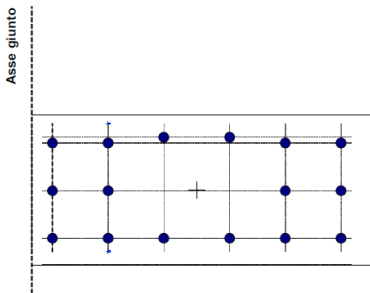
Si riportano a seguire le verifiche condotte secondo quanto previsto dalle NTC-08, § 4.2.8.1.1. Sono state estrapolate le sollecitazioni alla base dei pilastri in funzione della combinazione di carico più gravosa e dell'elemento maggiormente sollecitato.

Verifica Tirafondi Pilastro HEA 500 - Telese Pensiline

Bullone	x	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				
N.	mm	mm	N	N	N			30	8.8	f	1	S275 N/NL/M/ML				
1	50	90	2 657	1 181	2 908	bordo	interno	Verifica a Taglio - Comb		J005 - SLV 4	Traz. 1 - Comb					
2	185	90	2 657	922	2 813	interno	interno	V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)	σ bullone (Mpa)	N bullone (N)				
3	320	90	2 657	662	2 739	interno	interno	47 520	8 128	2 613 600	251	141035.4		0		
4	480	90	2 657	354	2 681	interno	interno	Numero viti		Sez. (mm ²)	Fori Φ (mm)	Testa (mm)	f _{Lb} (MPa)	f _{Lk} (MPa)	fck Cls fond. (Mpa)	
5	615	90	2 657	94	2 659	interno	interno	16	561	31.5	46	800	370	25		
6	750	90	2 657	-165	2 663	bordo	interno	Caratteristiche geometriche								
7	50	250	2 965	1 181	3 192	bordo	interno	x _G (mm)	y _G (mm)	J _x (mm ²)	J _y (mm ²)	J _z (mm ²)				
8	185	250	2 965	922	3 105	interno	interno	400.0	252.5	1 037 950.00	320 700.00	1 358 650.00				
9	615	250	2 965	94	2 967	interno	interno	Verifica a taglio:			F _{v,Rd} (N) =	215 424	>	3 480		
10	750	250	2 965	-165	2 970	interno	interno	Verifiche a rifollamento			k · α	F _{b,Rd} (N)	F _{b,E} (N)			
11	50	410	3 273	1 181	3 480	bordo	interno	Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:			1.984	704 761.9	>	0.0		
12	185	410	3 273	922	3 400	interno	interno	Bull. di bordo in dir. del carico e int. in dir. perp.:			1.984	704 761.9	>	3 479.6		
13	320	430	3 311	662	3 377	interno	interno	Bull. Int. in dir. del carico e in dir. perp.:			2.500	888 000.0	>	3 400.3		
14	480	430	3 311	354	3 330	interno	interno									
15	615	410	3 273	94	3 274	interno	interno	Verifica a trazione del bullone			F _{L,Rd} (N) =	323 136.0	>	141 035		
16	750	410	3 273	-165	3 277	bordo	interno	Verifica piastra a punzonamento			B _{p,Rd} (N) =	669 197	>	141 035		
								Verifica a Taglio - Trazione			Cond. 2	1	>	0.33		

47 520	8 128	Massimi	
3 480			
0	bordo	bordo	
0	interno	bordo	
3 480	bordo	interno	
3 400	interno	interno	

Asse giunto



10.1.3 Calcolo della lunghezza di ancoraggio dei tirafondi

Ai sensi del capitolo 4.1.2.1.1.4 delle NTC-08, essendo:

- $f_{bd} = f_{bk} / \gamma_c$ con $\gamma_c = 1.5$;
- $f_{bk} = 2.25 \eta f_{ctk}$;
- $\eta = 132 - \phi / 100$.

E conoscendo lo sforzo di trazione agente su ogni tirafondo $F_{t,ed} = 141$ kN, si ha che:

$$L_{ancoraggio} = F_{t,ed} / (p f_{bd}) = 56.3 < 70 \text{ cm}$$

La lunghezza di ancoraggio di 70 cm risulta pertanto sufficiente.

PIASTRA DI BASE HEA400
SCALA 1:10

TIRAFONDI M33-8.8

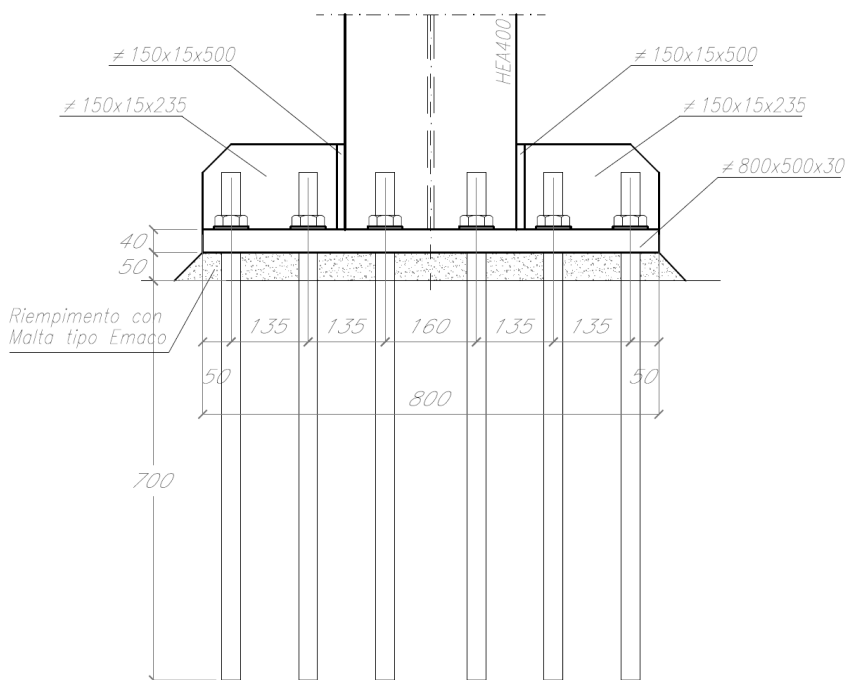


Figura 28 - Dettaglio nodo di base

10.2 Unioni delle diagonali in copertura

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 DIAGONALI
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

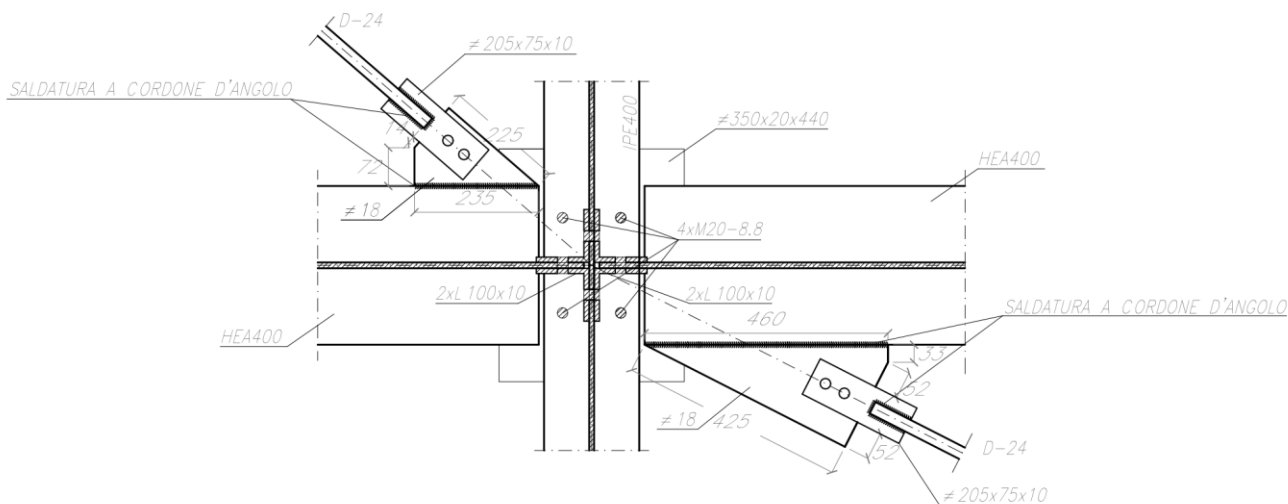


Figura 29 - Unione delle diagonali alle travi

PARTICOLARE DIAGONALI INTERNA
SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

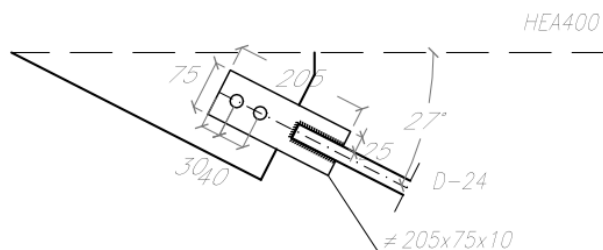


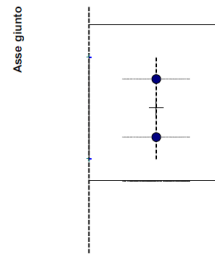
Figura 30 - Particolare unione

FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF26 12 E ZZ CL FV020 0004 B 73 di 79

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. I carico	Bulloni	Classe bulloni	Sezione intera o filettata? (I/II)	Numero sezioni resistenti	Acciaio piatti e profilati			
														d (mm)	8.8	f	2	S275 N/NL/M/M/L			
N	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	N	N			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	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 ²)	J _y (mm ²)	J _p (mm ²)			
														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 _{b,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	t _b :	Tensione tangenziale nella vite
J _x , J _y , J _p :	Momenti d'inerzia assiali e polare	f _{tk} :	Resistenza di progetto a trazione delle viti
α :	Coefficiente maggiorativo della resistenza nella verifica a rifollamento	f _{td} :	Resistenza di progetto a taglio delle viti
		f _{td,prof.} :	Resistenza di progetto dei piatti e dei profilati

10.3 Unione trave IPE400 – colonna HEA400

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 HEA400-IPE400 SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

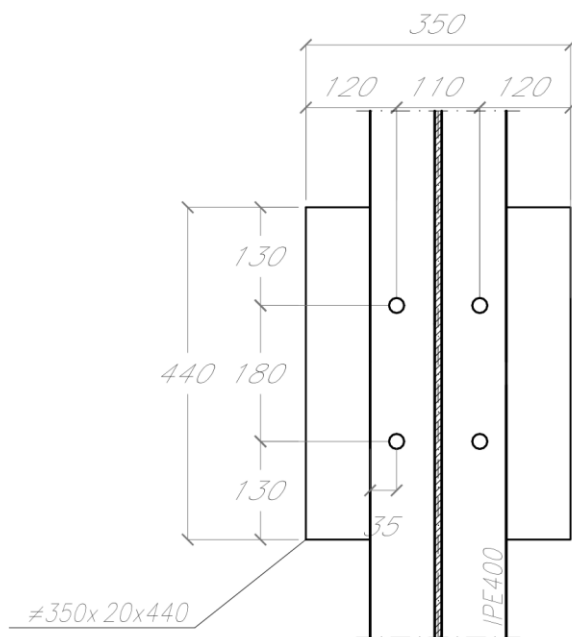


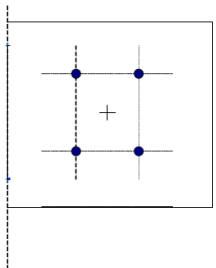
Figura 31 - Unione IPE400-HEA400

Verifica Collegamento nodo pilastro HEA400-IPE400

Bullone	x	y	F _{Lx}	F _{Ly}	F _{b,E}	Dir. II carico	Dir. _I 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			20	8.8	f	1	S275 N/NL/M/M/L			
1	120	130	11 880	2 032	12 053	bordo	bordo	Verifica a Taglio - Comb			SLV 3	Traz. 1 - SLU10	Distanze dai bordi		
2	230	130	11 880	2 032	12 053	bordo	bordo	V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)		N bullone (N)	e1 (mm)	e2 (mm)	
3	120	310	11 880	2 032	12 053	bordo	bordo	47 520	8 128			56989	120	130	
4	230	310	11 880	2 032	12 053	bordo	bordo	Numero viti	Sez. (mm ²)	Fori Φ (mm)	Testa (mm)	f _b (MPa)	Interassi bulloni		
								4	245	21.5	30	800	p1 (mm)	p2 (mm)	
								Caratteristiche geometriche							
								x ₀ (mm)	y ₀ (mm)	J _x (mm ²)	J _y (mm ²)	J _p (mm ²)	f _{ik} (MPa)	Spessore lamiera t (mm)	
								175.0	220.0	12 100.00	32 400.00	44 500.00	370	20	
								Verifica a taglio:			F _{v,Rd} (N) =	94 080	>	12 053	
								Verifiche a rifollamento			k · α	F _{b,Rd} (N)	>	F _{b,E} (N)	
								Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:			2.500	296 000.0	>	12 052.5	
								Verifica a trazione del bullone			F _{t,Rd} (N) =	141 120.0	>	14 247	
								Verifica piastra a punzonamento			B _{p,Rd} (N) =	223 066	>	14 247	
								Verifica a Taglio - Trazione			Cond. 2	1	>	0.16	

47 520	8 128	Massimi	
12 053			
12 053	bordo	bordo	
0	interno	bordo	
0	bordo	interno	
0	interno	interno	

Asse giunto



10.4 Unione trave IPE400 – trave HEA400

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 IPE400-HEA400 SCALA 1:10

BULLONI M20-8.8

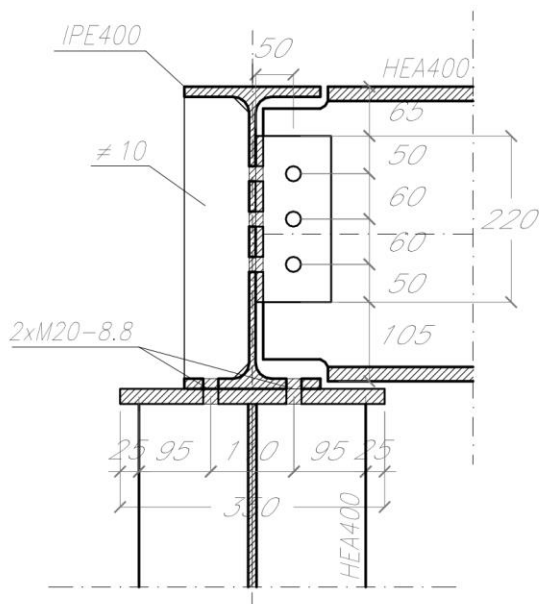
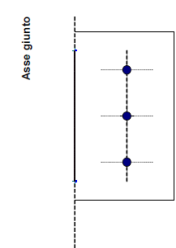


Figura 32 - Unione trave IPE400 - trave HEA400

Verifica bullonatura IPE400-HEA400 -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. il carico	Dir. ⊥ carico	Bulloni d (mm)	Classe bulloni	Sezione intera o filettata? (i/f)	Numero sezioni resistenti	Acciaio piatti e profilati				
																		S275 N/NL/M/L		Interassi bulloni		
N.	mm	mm	mm	mm	mm	N	N	N	N	N	N			20	8.8	f	2	Distanze dai bordi		Interassi bulloni		
														V _x (N)	V _y (N)	M (N mm)	e1 (mm)	e2 (mm)	p1 (mm)	p2 (mm)		
1	55	50	0.0	-60.0	60.0	30 891	-30 891	0	-30 190	22 466	37 632	bordo	bordo									
2	55	110	0.0	0.0	0.0	0	0	0	701	22 466	22 477	interno	bordo									
3	55	170	0.0	60.0	60.0	30 891	30 891	0	31 591	22 466	38 765	bordo	bordo									
Totali												2 102	67 398	Massimi								
												38 765										
												38 765	bordo	bordo								
												22 477	interno	bordo								
												0	bordo	interno								
												0	interno	interno								

Caratteristiche geometriche				
x _G (mm)	y _G (mm)	J _x (mm ²)	J _y (mm ²)	J _p (mm ²)
55.0	110.0	0.00	7 200.00	7 200.00
Verifica a taglio: F _{v,Rd} (N) = 94 080.0 > 19 382.6				
Verifiche a rifollamento				
Bull. di bordo in dir. del carico e in dir. perp.:			K · α	F _{b,Rd} (N)
			1.938	126 201.6
Bull. int. in dir. car. e di bordo in dir. perp.:				F _{b,E} (N)
			1.701	22 476.9



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	t _b :	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. VERIFICHE SLD E SLO

I massimi spostamenti orizzontali della copertura per i due stati limite sono:

- SLD: 46 mm = 0.09h
- SLO: 34 mm = 0.06h

Non essendo presenti tamponature tali valori risultano accettabili.

12. VERIFICHE SLE DI DEFORMABILITA'

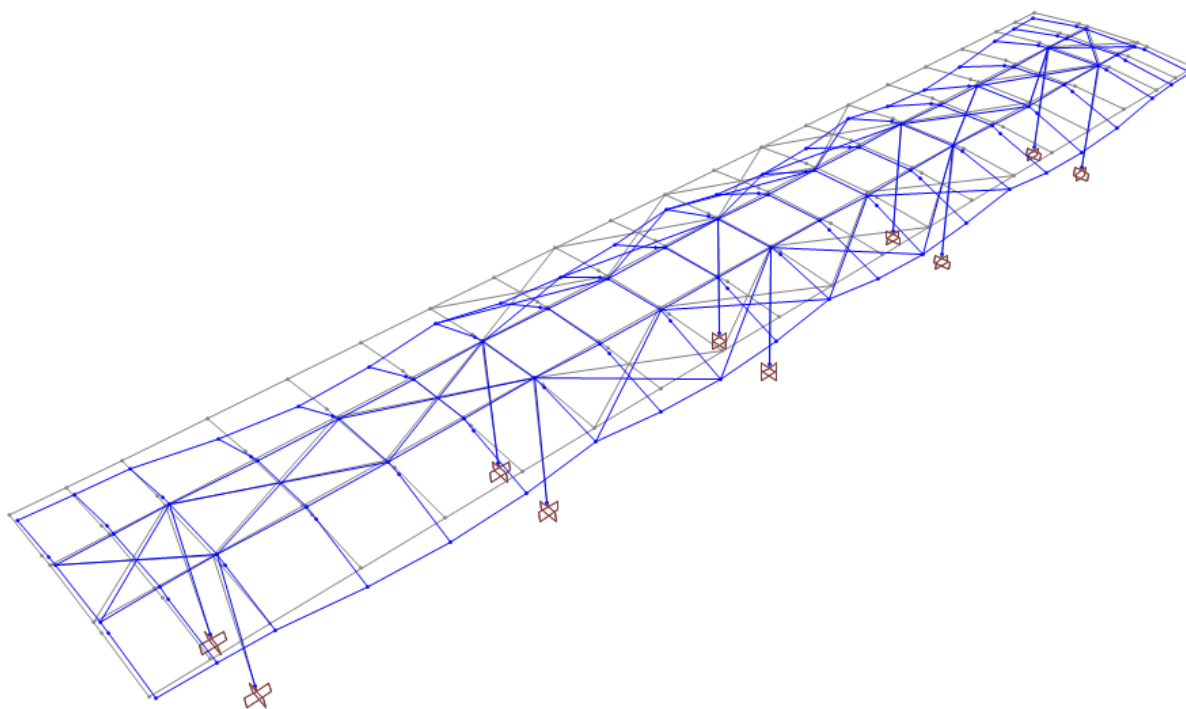


Figura 33 – Deformazioni allo SLE rara

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

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>ITINERARIO NAPOLI-BARI. RADDOPPIO TRATTA CANCELLO - BENEVENTO. II LOTTO FUNZIONALE FRASSO TELESINO - VITULANO. 1° LOTTO FUNZIONALE FRASSO - TELESE PROGETTO ESECUTIVO</p>												
<p>FV02 - Fermata Telese – Pensiline BP/BD - Relazione di calcolo</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>IF26</td> <td>12 E ZZ</td> <td>CL</td> <td>FV020 0004</td> <td>B</td> <td>79 di 79</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	79 di 79
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
IF26	12 E ZZ	CL	FV020 0004	B	79 di 79								

Le inflessioni delle travi trasversali a mensola IPE400, di sbalzo $L = 2.77\text{m}$, nella condizione SLE rara sono:

- Inflessione massima per i carichi variabili (vento ed effetti aerodinamici): $7\text{ mm} = 2L/790 < 2L/250$
- Inflessione totale: $20\text{ mm} = 2L/277 < L/200$

Le inflessioni delle travi di bordo IPE360 di luce 10m, appoggiate alle mensole IPE400, nella condizione SLE rara sono:

- Inflessione per gli accidentali (vento ed effetti aerodinamici): $14 - 6 = 8\text{mm} = L/1250 < L/250$
- Inflessione totale: $39 - 19 = 20\text{mm} = L/500 < L/200$

Le inflessioni delle travi longitudinali HEA400 nella condizione SLE rara sono trascurabili.