

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

LOTTO 9: Opere Civili e Impianti Tecnologici di Piazzale per il completamento del raddoppio della linea Ponte SP – Bergamo e per lo spostamento provvisorio della linea Treviglio - Bergamo

VI03 - PONTE su Via S. Bernardino

Trave porta barriere: Relazione di calcolo

SCALA:

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

N B 1 R 0 9 D 0 9 C L V I 0 3 0 9 0 0 2 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato	Data
A	Emissione Esecutiva	G.Grimaldi	Feb, 2021	F. Bonifacio	Feb. 2021	M. Berlingeri	Feb. 2021	 U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti Dott. Ing. Angelo Vittozzi Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma N° A20785 ITALFERR S.p.A.	

File: NB1R09D09CLVI0309002A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	4
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI	5
3	DESCRIZIONE DELLA TRAVE PORTA BARRIERA.....	6
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	8
	4.1.1 Acciaio da carpenteria metallica	8
	4.1.2 Bulloni	8
	4.1.3 Saldature	9
5	MODELLAZIONE STRUTTURALE	10
5.1	MIDAS CIVIL	10
5.2	DESCRIZIONE DEL MODELLO	10
6	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	14
6.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI G1	14
6.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI (NON STRUTTURALI) G2	15
6.3	SOVRACCARICO VARIABILE	16
6.4	VENTO SULLE BARRIERE	17
6.5	VARIAZIONI TERMICHE	17
6.6	AZIONE SISMICA	18
	6.6.1 Vita nominale	18
	6.6.2 Classe d'uso	19
	6.6.3 Periodo di riferimento	19
	6.6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica	20
	6.6.5 Caratterizzazione sismica del terreno	21
	6.6.5.1 Categorie di Sottosuolo	21
	6.6.5.2 Condizioni topografiche	21
	6.6.5.3 Amplificazione Stratigrafica e Topografica	22

6.6.6	Parametri sismici di calcolo.....	23
6.6.7	Applicazione del sisma nel modello.....	28
6.7	AZIONI ECCEZIONALI: URTI DA TRAFFICO VEICOLARE.....	29
7	COMBINAZIONI DI CARICO	31
8	RISULTATI DELLE ANALISI	34
9	VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILATI	36
9.1	TRAVE PRINCIPALE (HEB 700)	37
9.2	TRAVERSO PIENO (HEB 700)	41
9.3	CONTROVENTI ORIZZONTALI (1L 140X15).....	43
9.4	CONTROVENTI VERTICALI (1L 60X6)	45
10	VERIFICHE DI DEFORMABILITA'	47
11	AZIONI AGLI APPOGGI.....	48
11.1	SCARICHI AGLI APPOGGI	48
11.2	SPOSTAMENTI LONGITUDINALI APPOGGI MOBILI E GIUNTI	52

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda il calcolo e la verifica della trave porta barriere ubicata in corrispondenza del lato Nord del PONTE ferroviario su Via S. Bernardino (VI03) in progetto.

Il VI03 ricade nel LOTTO 9 del progetto di raddoppio ferroviario S. Pietro – Bergamo – Montello ed è ubicato al km 1+050 circa in corrispondenza dell'interferenza stradale di Via S. Bernardino. Il PONTE in progetto verrà realizzato in sostituzione del PONTE ferroviario esistente



Figura 1-1: Stralcio vista aerea di Bergamo da Google Earth con individuazione del PONTE ferroviario esistente

L'attraversamento è obliquo, con angolo di obliquità $\alpha = 60.07^\circ$ rispetto l'orizzontale.

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 5 di 53

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa e istruzioni

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

- *Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 17 Gennaio 2018 – Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»;*
- *Circolare del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti del 21 Gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. – Istruzioni per l’applicazione dell’«Aggiornamento delle “Norme tecniche per le costruzioni”» di cui al Decreto Ministeriale 17 Gennaio 2018;*
- *D.g.r. 30 Novembre 2011 - n. IX/2616 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia;*
- *D.d.u.o. 21 Novembre 2003 - n. 19904 – Bollettino ufficiale della Regione Lombardia;*
- *RFI DTC SI PS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 - Ponti e Strutture (20 Dicembre 2019);*
- *RFI DTC SI CS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 3 - Corpo Stradale (20 Dicembre 2019);*
- *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 modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 Maggio 2019.*

3 DESCRIZIONE DELLA TRAVE PORTA BARRIERE

La trave porta barriere ha lo scopo di portare le barriere antirumore.

La trave è realizzata con due travi principali HEB700 ad interasse 1.4 m e con traversi HEB 700 ad interasse di 3 m intervallati da controventi verticali ad interasse 3 m, realizzati con corrente superiore ed inferiore 1L 60x6. La struttura è completata da controventi reticolari orizzontali superiori ed inferiori realizzati con 1L 140x15 con schema a K.

Il piano di calpestio, di larghezza pari a 1.80 circa, è realizzato con un grigliato elettrozincato.

La barriera antirumore BA 06 D ha un'altezza pari a 4 m sul p.f..

La pianta e la sezione trasversale della trave porta barriere sono riportate nelle figure seguenti.

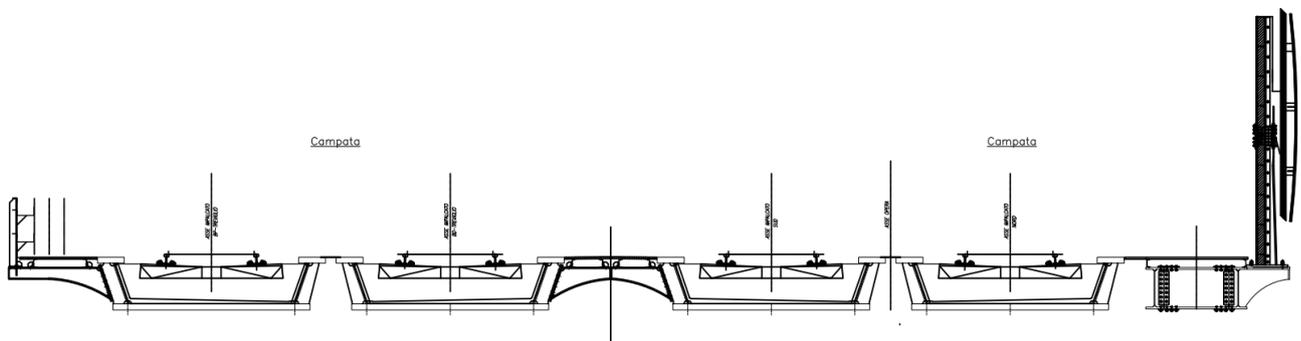
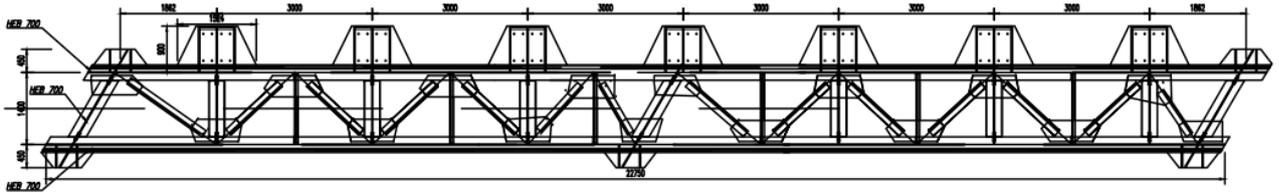


Figura 3-1: Sezione trasversale dell'impalcato

PIANTA SUPERIORE
SCALA 1:50



PIANTA INFERIORE
SCALA 1:50

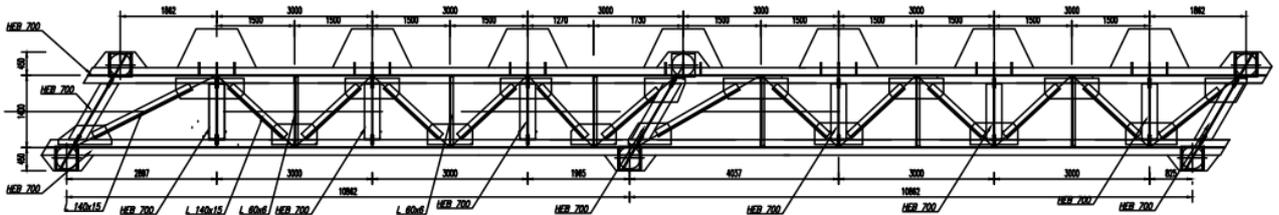
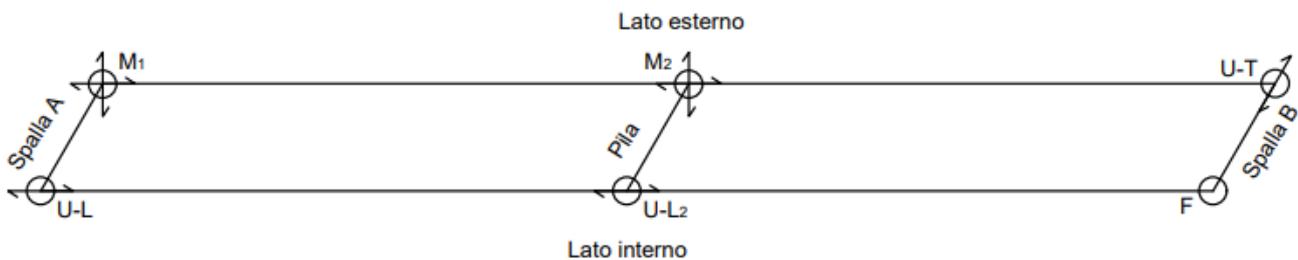


Figura 3-2: Pianta superiore e inferiore della trave porta barriere

La disposizione degli apparecchi d'appoggio è riportata nella figura che segue.



- | | |
|-----|--|
| M | Appoggio mobile Multidirezionale |
| U-L | Appoggio mobile Unidirezionale-Longitudinale |
| U-T | Appoggio mobile Unidirezionale-Trasversale |
| F | Appoggio Fisso |

Figura 3-3: Schema degli apparecchi d'appoggio

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 8 di 53

4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle strutture in funzione della utilizzazione sono descritti in seguito.

4.1.1 Acciaio da carpenteria metallica

Acciaio S355J0 secondo UNI EN 10025 e NTC2018 per profilati e lamiera

Acciaio S355J2 secondo UNI EN 10025 e NTC2018 per travi ed elementi saldati

Tensione di snervamento	$f_{yk} \leq 355 \text{ N/mm}^2$;
Tensione di rottura	$f_{tk} \leq 510 \text{ N/mm}^2$;
Modulo elastico	$E = 210.000 \text{ N/mm}^2$;
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,3$;
Modulo di elasticità trasversale	$G = E / [2 (1 + \nu)] = 80769.23 \text{ N/m}^2$;
Coefficiente di espansione termica lineare	$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \text{ per } ^\circ\text{C}^{-1}$ (per T fino a 100 °C);
Densità	$\rho = 7850 \text{ kg/m}^3$.

4.1.2 Bulloni

Le caratteristiche dei bulloni sono elencate a seguire:

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4;
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4;
- Rosette Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32-40, UNI EN 14399-6;
- Piastrine Acciaio C 50 UNI EN 10083-2, temperato e rinvenuto HRC 32-40, UNI EN 14399-6.

Gioco foro bullone:

- Strutture principali: 0.3 mm (compresa tolleranza della vite)

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9 VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 9 di 53

- Grigliato: 1 mm (compresa tolleranza della vite)

4.1.3 Saldature

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni delle Norme NTC 2018 e RFI DTC SI PS SP IFS 001 A: Capitolato generale tecnico di appalto delle opere civili – Parte II/Sez.6 Opere in conglomerato cementizio e in acciaio.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 10 di 53

5 MODELLAZIONE STRUTTURALE

La struttura è stata modellata agli elementi finiti con l'ausilio del programma di calcolo ad elementi finiti Midas Civil.

5.1 Midas Civil

Il software utilizzato per la modellazione tridimensionale agli elementi finiti e per le analisi effettuate è Midas Civil 2020 (v.1.2) sviluppato da MIDAS Information Technology Co (1989) e distribuito in Italia da CSPFea.

Il software Midas Civil è validato da NAFEMS, Ente internazionale che valida e promuove l'utilizzo dei metodi di simulazione numerica nell'ingegneria, attraverso Regression Test e Benchmark. Prima della commercializzazione è stato inoltre testato attraverso modelli numerici validati con test di laboratorio.

5.2 Descrizione del modello

Sono state modellate tutte le aste della struttura mediante degli elementi di tipo beam (le travi principali HEB700, i traversi pieni HEB700, i controventi orizzontali L160x15 ed i controventi verticali L60x6).

La barriera è stata modellata come un'asta rigida sulla quale applicare le azioni. Le aste reticolari sono tutte incernierate. Sono inoltre presenti dei bracci rigidi per modellare i collegamenti tra le aste reticolari e le travi principali.

Gli appoggi sono stati modellati con dei link elastici di opportuna rigidezza, posizionati in corrispondenza dell'effettiva localizzazione geometrica per tener conto dell'obliquità dell'impalcato e collegati a quest'ultimo mediante dei bracci rigidi. La rigidezza degli elastic link è stata assegnata in modo tale da riprodurre il reale schema degli apparecchi d'appoggio.

Gli assi globali del modello sono così orientati:

asse X: longitudinale

asse Y: trasversale

asse Z: verticale

Si riporta di seguito una vista tridimensionale e una vista in pianta del modello adottato.

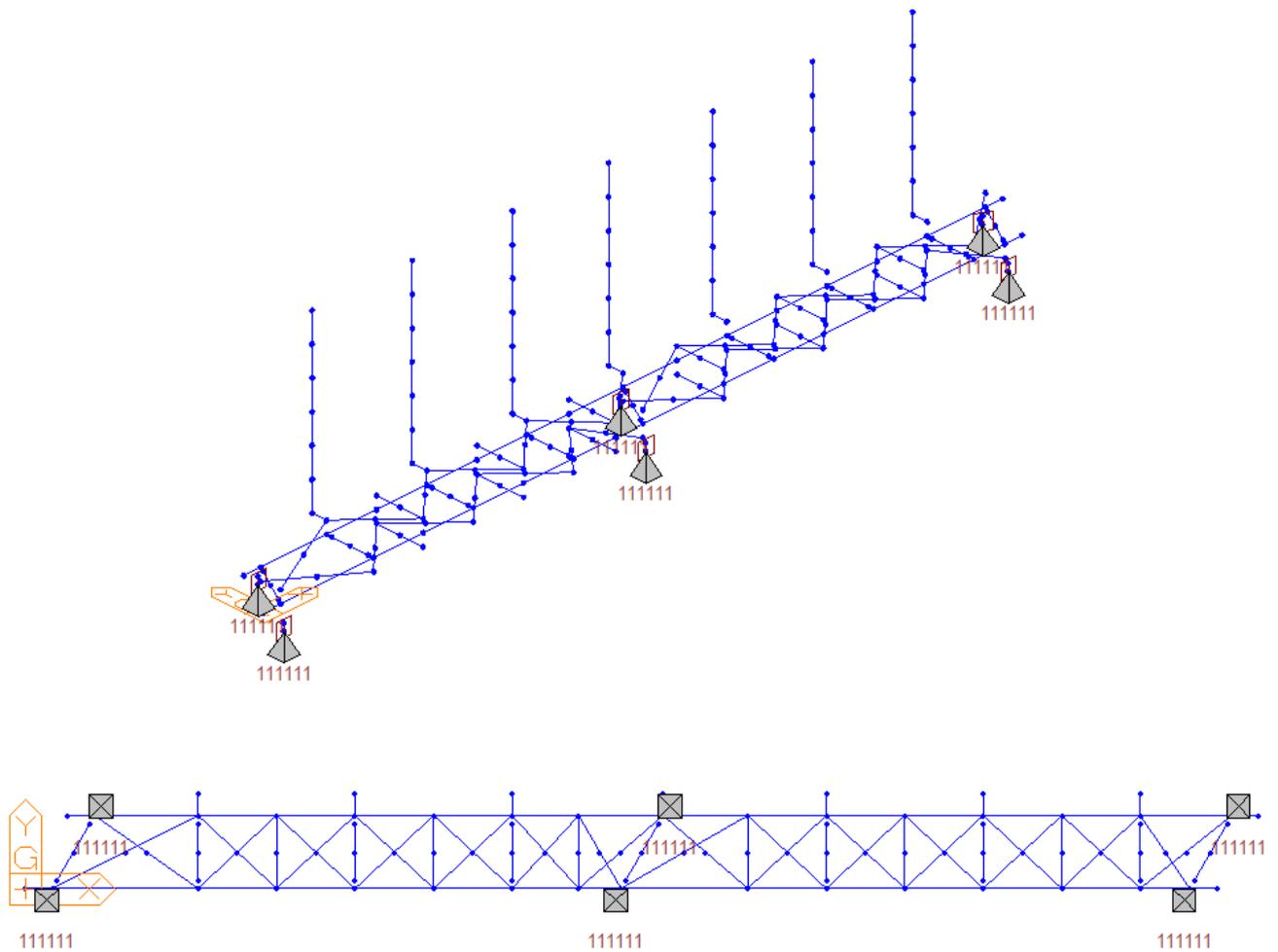


Figura 5-1: Vista 3D e vista in pianta del modello

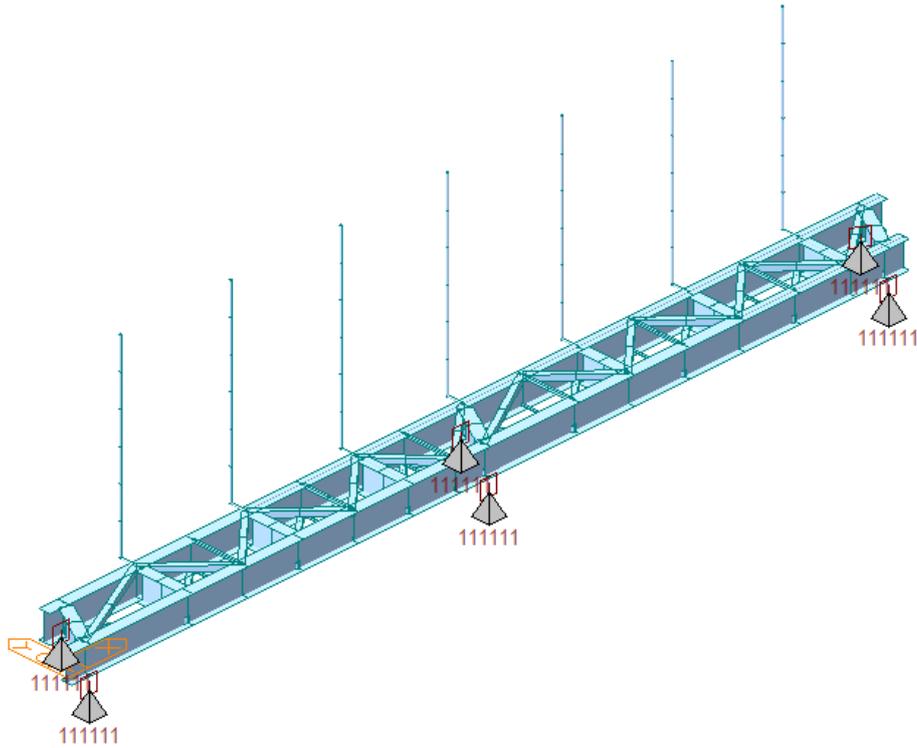


Figura 5-2: Vista estrusa del modello

Si riporta di seguito un dettaglio della modellazione degli apparecchi d'appoggio e dei bracci rigidi di collegamento tra travi principali e controventi.

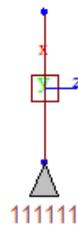


Figura 5-3: Dettaglio modellazione apparecchi d'appoggio

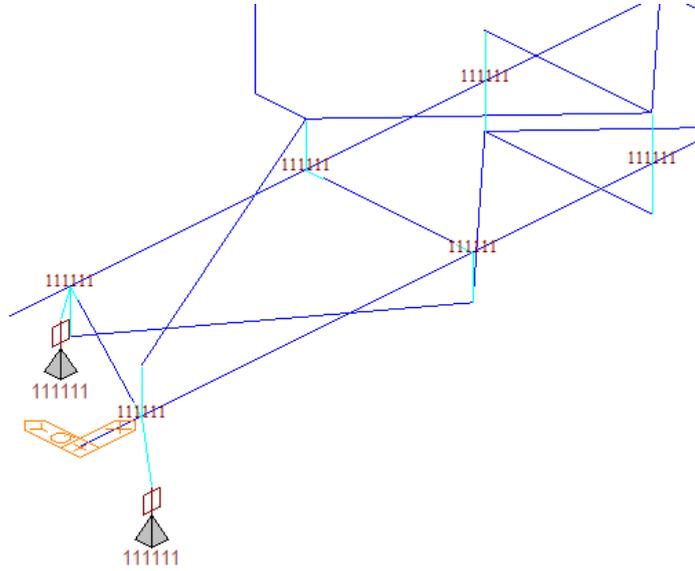


Figura 5-4: Dettaglio modellazione bracci rigidi

6 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

6.1 Carichi permanenti strutturali G1

Il peso proprio viene calcolato automaticamente dal programma con un peso specifico dell'acciaio di 77.01 kN/m³, amplificato del 15% per tenere conto dei coprighiunti, bullonature, etc...

Il peso proprio della trave porta barriere è stato inoltre calcolato mediante un apposito foglio di calcolo elettronico e risulta pari a 166.5 kN.

PESO CARPENTERIA METALLICA

Trave principale HEB 700

Area	A	0.03064	m ²
Lunghezza	L	22.75	m
Numero	n	2	
Peso - metro lineare	p	4.72	kN/m
<i>Peso travi principali</i>	P	107.32	kN

Traversi pieni HEB 700 - ordinari

Area	A	0.03064	m ²
Lunghezza	L	1.1	m
Numero	n	6	
Peso	P	15.57	kN

Traversi pieni HEB 700 - appoggio

Area	A	0.03064	m ²
Lunghezza	L	1.3	m
Numero	n	3	
Peso	P	9.20	kN

<i>Peso totale traversi</i>	P	24.77	kN
-----------------------------	---	-------	----

Controventi L 140x15 - ordinari

Area	A	0.004	m ²
Lunghezza	L	1.4	m
Numero	n	16	
Peso	P	6.90	kN

Controventi L 140x15 - prossimità appoggi

Area	A	0.004	m ²
Lunghezza totale	Ltot	16	m
Peso	P	4.93	kN

<i>Peso totale controventi</i>	P	11.82	kN
--------------------------------	---	-------	----

Traversi L 60x6

Area	A	0.000691	m ²
Lunghezza	L	1.35	m
Numero	n	12	
<i>Peso traversi L 60x6</i>	P	0.86	kN

Carpenteria metallica

Peso totale - metro lineare	p	6.36	kN/m
Peso totale	P	144.78	kN
	P	14757.94	kg

Incidenza bulloni e irr.	Inc	15	%
Peso bulloni e irr	P	21.72	kN
	P	2213.69	kg

<i>Peso tot. Carpenteria met.</i>	P	166.49	kN
	P	16971.63	kg

6.2 Carichi permanenti portati (non strutturali) G2

I carichi permanenti portati (non strutturali) G2 agenti sull'impalcato sono:

- Peso del camminamento: peso del grigliato + peso delle travi di sostegno del grigliato UPN 140;
- Peso della barriera antirumore

Peso camminamento

Peso grigliato	0.5	kN/m ²
Larghezza grigliato	2	m
Peso grigliato - metro lineare	1	kN/m
Travi sostegno grigliato UPN140	0.31	kN/m
Peso camminamento (G2)	1.31	kN/m

Peso barriera antirumore

In accordo con quanto precisato nel par. 2.5.1.3.2 del MdP, si può assumere un peso delle barriere antirumore non inferiore a 4 kN/m², per un'altezza delle stesse di 4 m misurati dall'estradosso della soletta.

Il carico viene applicato in corrispondenza dei montanti ad interasse 3 m.

Peso barriera	4	kN/m ²
Altezza barriera	4	m
Peso barriera - metro lineare	16	kN/m
Peso barriera - carico puntuale	48	kN

6.3 Sovraccarico variabile

Il sovraccarico portato sulla trave porta barriere è costituito da un'azione uniformemente distribuita pari a 10 kN/m², secondo quanto riportato nel par. 2.5.1.4.1.6 del MdP.

Tale azione corrisponde pertanto ad un valore totale pari a 10 kN/m² x 2.0 m = 20 kN/m.

Quest'ultima viene applicata, sul modello di calcolo, alle due travi principali in ragione di

20 kN/m / 2 = 10 kN/m.

Carico sul marciapiede	10	kN/m ²
Larghezza marciapiede	2	m
Peso sovraccarico	20	kN/m
Peso su ogni trave	10	kN/m

6.4 Vento sulle barriere

In accordo con il par. del MdP, si considera una pressione di progetto sulle barriere antirumore di 1.50 kN/m².

Si applica quindi in corrispondenza dei montanti una forza di 1.50 kN/m² x 3 m= 4.5 kN/m.

6.5 Variazioni termiche

Si applica una variazione termica uniforme di $\pm 30^{\circ}\text{C}$. Tale azione, essendo la struttura isostatica, non genera comunque sollecitazioni sulla struttura.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 18 di 53

6.6 Azione Sismica

Con riferimento alla normativa vigente (NTC-2018), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla “pericolosità sismica di base” del sito di costruzione. Essa costituisce l’elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza PVR, come definite nel § 3.2.1 del D.M. 2018, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4 del D.M. 2018.

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento PVR, a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

a_g accelerazione orizzontale massima al sito;

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

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell’azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta. Più avanti sono indicati i valori di a_g , F_o e T_c^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

6.6.1 Vita nominale

La vita nominale di un’opera strutturale V_N è 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.

Per l’opera in esame viene assunta una vita nominale $V_N = 50$.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 19 di 53

6.6.2 Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, “*Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade*”, e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Nel presente progetto si considera una **classe d'uso tipo III** con coefficiente d'uso $C_U=1,5$.

6.6.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U : $V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1,5 = 75$ anni (periodo di riferimento).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 20 di 53

6.6.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

	STATO LIMITE	P_{VR}: probabilità di superamento nel periodo di riferimento
SLE	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
SLU	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

Tabella 6-1: Probabilità di superamento P_{VR} al variare dello stato limite considerato

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{Cu \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})} \text{ da cui si ottiene la seguente tabella:}$$

Stati limite		Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento V_R (anni)
SLE	SLO	45
	SLD	75
SLU	SLV	712
	SLC	1462

Tabella 6-2: Valori in anni del periodo di ritorno T_R al variare del periodo di riferimento

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati, il periodo T_R in corrispondenza dello stato limite ultimo SLV è pari a $T_R = 712$ anni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 21 di 53

6.6.5 Caratterizzazione sismica del terreno

6.6.5.1 Categorie di Sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale.

Per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione delle categorie di sottosuolo di riferimento in accordo a quanto indicato nel § 3.2.2. delle NTC2018. I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di categoria B, tuttavia, in ossequio al DGR n.IX/2616 di Regione Lombardia del 30/11/2011, i valori di soglia per il fattore di amplificazione risultano superati, si assume la categoria di suolo più penalizzante, pertanto il terreno deve essere assunto di **categoria C**.

6.6.5.2 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Tabella 6-3: Classificazione topografie superficiali

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NB1R	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 22 di 53

6.6.5.3 Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nel §3.2.3.2.1 delle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente $S = S_S \cdot S_T$ e di C_C in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti alle tabelle di seguito riportate:

Categoria sottosuolo	S_s	C_c
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tabella 6-4: Tabella delle espressioni per S_s e C_c

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	S_T
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

Tabella 6-5: Tabella valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T

Il valore del coefficiente di amplificazione topografica è posto pari a $S_T = 1$.

Il valore del coefficiente di amplificazione stratigrafica è pari a quello massimo per la Cat. C, ovvero $S_s = 1,50$. Si ha inoltre $C_c = 1,61$.

6.6.6 Parametri sismici di calcolo

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Reticolo di riferimento



Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione:

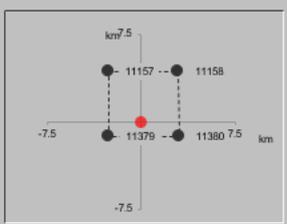
Elaborazioni grafiche

- Grafici spettri di risposta
- Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

- Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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".

INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6-1: Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1)

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

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 - $P_{VR} = 81\%$	45
SLD - $P_{VR} = 63\%$	75

Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	712
SLC - $P_{VR} = 5\%$	1462

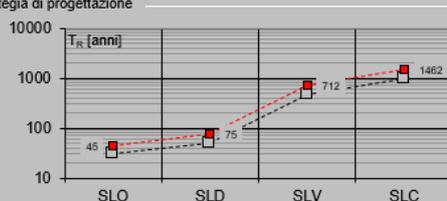
Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO
FASE 1
FASE 2
FASE 3

Figura 6-2: Scelta della strategia di progettazione (Fase 2)

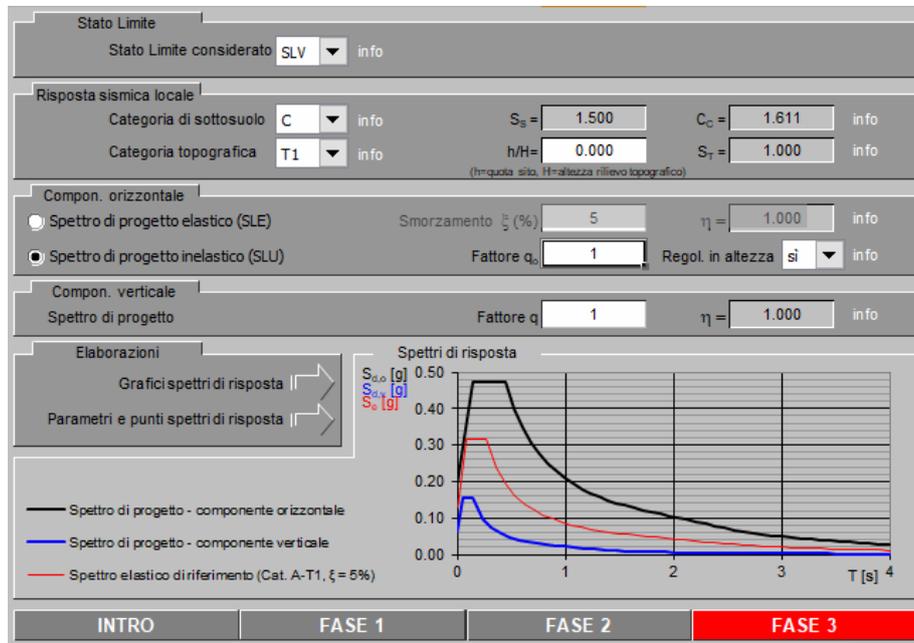


Figura 6-3: Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3)

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

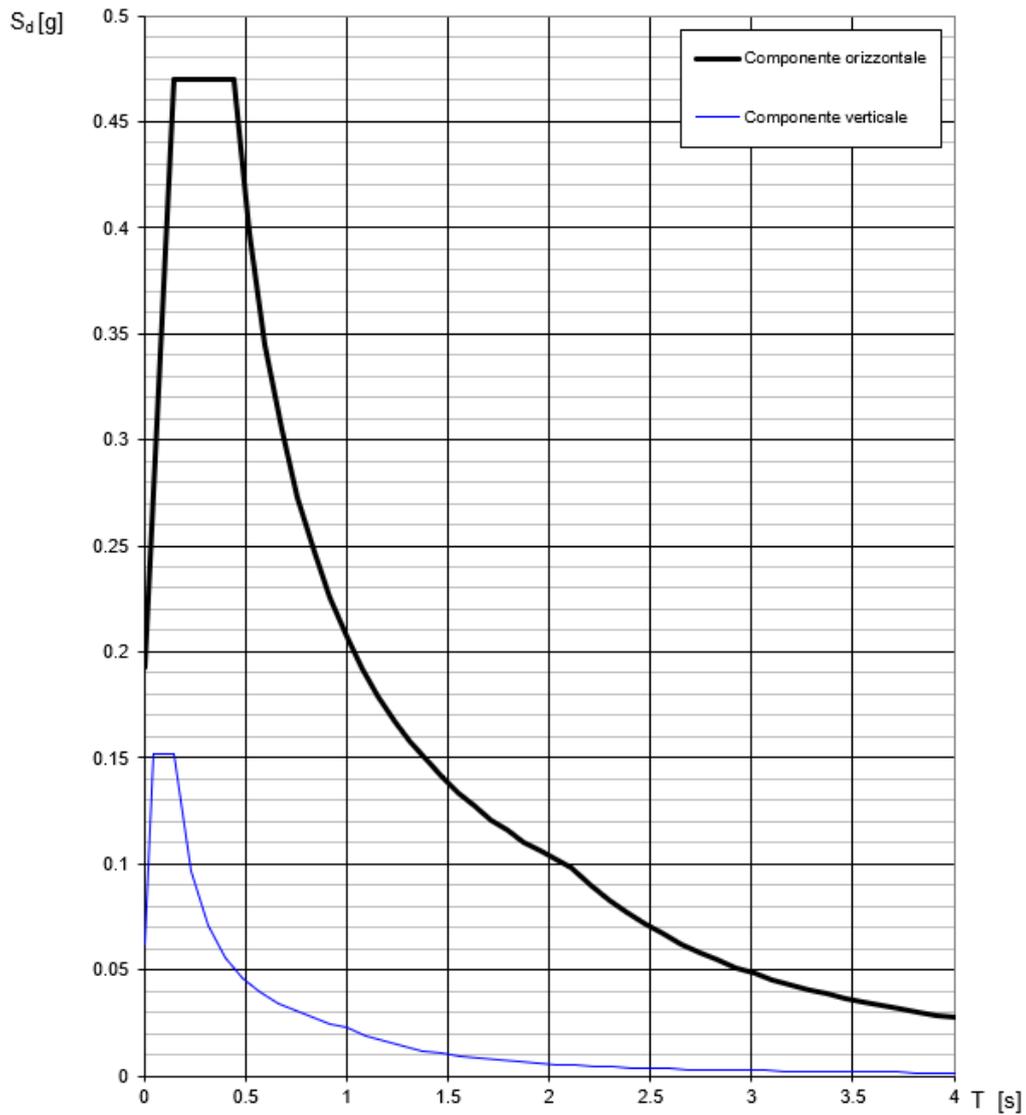


Figura 6-4: Spettro di progetto: grafico

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

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.128 g
F_o	2.442
T_c	0.274 s
S_s	1.500
C_c	1.610
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.147 s
T_C	0.441 s
T_D	2.113 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Punti dello spettro di risposta

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.192
$T_B \leftarrow$	0.147	0.470
$T_C \leftarrow$	0.441	0.470
	0.520	0.398
	0.600	0.345
	0.680	0.305
	0.759	0.273
	0.839	0.247
	0.919	0.225
	0.998	0.207
	1.078	0.192
	1.157	0.179
	1.237	0.167
	1.317	0.157
	1.396	0.148
	1.476	0.140
	1.556	0.133
	1.635	0.127
	1.715	0.121
	1.795	0.115
	1.874	0.111
	1.954	0.106
	2.034	0.102
$T_D \leftarrow$	2.113	0.098
	2.203	0.090
	2.293	0.083
	2.383	0.077
	2.473	0.072
	2.562	0.067
	2.652	0.062
	2.742	0.058
	2.832	0.055
	2.922	0.051
	3.012	0.048
	3.102	0.045
	3.191	0.043
	3.281	0.041
	3.371	0.039
	3.461	0.037
	3.551	0.035
	3.641	0.033
	3.730	0.031
	3.820	0.030
	3.910	0.029
	4.000	0.027

Figura 6-5: Spettro di progetto orizzontale: valori

Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato linSLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_{sv}	0.062 g
S_s	1.000
S_T	1.000
q	1.000
T_B	0.050 s
T_C	0.150 s
T_D	1.000 s

Parametri dipendenti

F_v	1.181
S	1.000
η	1.000

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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	0.062
$T_v \leftarrow$	0.050	0.151
$T_c \leftarrow$	0.150	0.151
	0.235	0.097
	0.320	0.071
	0.405	0.056
	0.490	0.046
	0.575	0.040
	0.660	0.034
	0.745	0.030
	0.830	0.027
	0.915	0.025
$T_D \leftarrow$	1.000	0.023
	1.094	0.019
	1.188	0.016
	1.281	0.014
	1.375	0.012
	1.469	0.011
	1.563	0.009
	1.656	0.008
	1.750	0.007
	1.844	0.007
	1.938	0.006
	2.031	0.006
	2.125	0.005
	2.219	0.005
	2.313	0.004
	2.406	0.004
	2.500	0.004
	2.594	0.003
	2.688	0.003
	2.781	0.003
	2.875	0.003
	2.969	0.003
	3.063	0.002
	3.156	0.002
	3.250	0.002
	3.344	0.002
	3.438	0.002
	3.531	0.002
	3.625	0.002
	3.719	0.002
	3.813	0.002
	3.906	0.001
	4.000	0.001

Figura 6-6: Spettro di progetto verticale: valori

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 28 di 53

6.6.7 Applicazione del sisma nel modello

La modellazione dell'azione sismica è stata effettuata mediante un'analisi lineare dinamica.

In tal modo è stata eseguita un'analisi modale finalizzata alla determinazione dei modi di vibrare della costruzione.

Gli effetti del sisma, rappresentato dallo spettro di risposta di progetto, sono stato determinati per ciascuno dei modi di vibrare considerato.

Per la definizione dello spettro di progetto è stato assunto un fattore di struttura $q=1$.

È stato considerato un numero di modi di vibrare la cui massa partecipante totale è superiore all'85%.

La combinazione degli effetti relativi ai singoli modi è stata effettuata mediante una combinazione quadratica completa degli effetti relativi a ciascun modo (CQC).

La massa sismica è calcolata secondo l'espressione:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \Psi_{2j} Q_{1j} .$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 29 di 53

6.7 Azioni eccezionali: urti da traffico veicolare

L'opera in esame VI03 ha un'altezza libera al di sotto dell'impalcato inferiore a 5 m.

Con riferimento ai par. §3.6.3.3.1 e §5.1.2.2 delle NTC2018 si deve quindi considerare anche un'azione eccezionale di urto dei veicoli al di sotto del ponte.

In particolar modo, le azioni da urto hanno direzione parallela a quella del moto del veicolo al momento dell'impatto. Nelle verifiche si possono considerare, non simultaneamente, due azioni nelle direzioni parallela ($F_{d,x}$) e ortogonale ($F_{d,y}$) alla direzione di marcia normale, con: $F_{d,y}=0.50 F_{d,x}$

L'entità della forza statica equivalente $F_{d,x}$ è riportata nella Tab. 3.6.III ed è pari a 500 kN nel caso in esame di strada urbana.

Tabella 3.6.III – Forze statiche equivalenti agli urti di veicoli

Tipo di strada	Tipo di veicolo	Forza $F_{d,x}$ [kN]
Autostrade, strade extraurbane	-	1000
Strade locali	-	750
Strade urbane	-	500
Aree di parcheggio e autorimesse	Automobili	50
	Veicoli destinati al trasporto di merci, aventi massa massima superiore a 3,5 t	150

Nel caso di urti su elementi strutturali orizzontali al di sopra della strada, la forza risultante di collisione F da utilizzare per le verifiche dell'equilibrio statico o della resistenza o della capacità di deformazione degli elementi strutturali è data da:

$$F = r F_{d,x}$$

Dove il fattore r è pari a 1,0 per altezze del sottovia fino a 5 m, decresce linearmente da 1,0 a 0 per altezze comprese fra 5 e 6 m ed è pari a 0 per altezze superiori a 6 m. Nel caso in esame, per un'altezza di 5.2 m, r è pari a 0.8 e l'azione F nella direzione parallela a quella di marcia è quindi pari a:

$$F = 1 \cdot 500 = 500 \text{ kN.}$$

Le forze d'urto sono state applicate in corrispondenza dell'intradosso della trave porta barriere nella direzione parallela e ortogonale all'asse di marcia. La forza $F_{d,x}$ sarà quindi inclinata di un angolo $\beta=61.1^\circ$ (sghebo dell'impalcato) rispetto all'orizzontale.

	F urto norma (kN)	F long (kN)	F trasv (kN)
Caso 1: F_{dx}	500	-249.50	-433.30
Caso 2: F_{dy}	250	216.65	-124.75

Dove:

F_{long} : proiezione della forza lungo l'asse longitudinale dell'impalcato;

F_{trasv} : proiezione della forza lungo l'asse trasversale dell'impalcato.

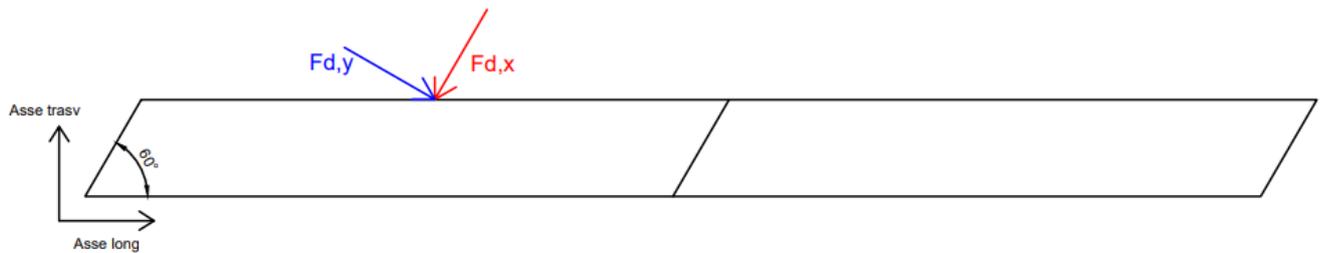


Figura 6-7: Schematizzazione dell'applicazione delle forze da urto

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 31 di 53

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni di carico prese in considerazione nelle verifiche sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, 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, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

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

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti 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: $E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} \dots$

Combinazione eccezionale: $G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$

Per le verifiche SLU si adottano i valori dei coefficienti parziali e dei coefficienti di combinazione riportati nelle seguenti figure.

Tabella 5.2.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU, eccezionali e sismica

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

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

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr ₁	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₂	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr ₃	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr ₄	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	FW _k	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

⁽¹⁾ 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

⁽²⁾ Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.

Nelle tabelle seguenti si riporta un riassunto di tutte le combinazioni di carico SLU adottate.

Comb. Statiche	G1	G2	Vento	Folla	Temperatura
SLU 1	1.35	1.5	0.9	1.45	0.9
SLU 2	1.35	1.5	-0.9	1.45	0.9
SLU 3	1.35	1.5	0.9	1.45	-0.9
SLU 4	1.35	1.5	-0.9	1.45	-0.9
SLU 5	1.35	1.5	1.5	1.16	0.9
SLU 6	1.35	1.5	-1.5	1.16	0.9
SLU 7	1.35	1.5	1.5	1.16	-0.9
SLU 8	1.35	1.5	-1.5	1.16	-0.9
SLU 9	1.35	1.5	0.9	1.16	1.5
SLU 10	1.35	1.5	-0.9	1.16	1.5
SLU 11	1.35	1.5	0.9	1.16	-1.5
SLU 12	1.35	1.5	-0.9	1.16	-1.5

Comb. Sismiche	Massa sismica	Sisma X	Sisma Y	Sisma Z
SLV 1	G1+G2+0.2Folla	1	0.3	0.3
SLV 2	G1+G2+0.2Folla	1	0.3	-0.3
SLV 3	G1+G2+0.2Folla	1	-0.3	0.3
SLV 4	G1+G2+0.2Folla	1	-0.3	-0.3
SLV 5	G1+G2+0.2Folla	-1	0.3	0.3
SLV 6	G1+G2+0.2Folla	-1	0.3	-0.3
SLV 7	G1+G2+0.2Folla	-1	-0.3	0.3
SLV 8	G1+G2+0.2Folla	-1	-0.3	-0.3
SLV 9	G1+G2+0.2Folla	0.3	1	0.3
SLV 10	G1+G2+0.2Folla	0.3	1	-0.3
SLV 11	G1+G2+0.2Folla	-0.3	1	0.3
SLV 12	G1+G2+0.2Folla	-0.3	1	-0.3
SLV 13	G1+G2+0.2Folla	0.3	-1	0.3
SLV 14	G1+G2+0.2Folla	0.3	-1	-0.3
SLV 15	G1+G2+0.2Folla	-0.3	-1	0.3
SLV 16	G1+G2+0.2Folla	-0.3	-1	-0.3
SLV 17	G1+G2+0.2Folla	0.3	0.3	1
SLV 18	G1+G2+0.2Folla	0.3	-0.3	1
SLV 19	G1+G2+0.2Folla	-0.3	0.3	1
SLV 20	G1+G2+0.2Folla	-0.3	-0.3	1
SLV 21	G1+G2+0.2Folla	0.3	0.3	-1
SLV 22	G1+G2+0.2Folla	0.3	-0.3	-1
SLV 23	G1+G2+0.2Folla	-0.3	0.3	-1
SLV 24	G1+G2+0.2Folla	-0.3	-0.3	-1

Comb. Eccezionali	G1	G2	Urto_Fdx	Urto_Fdy
ECC_1	1	1	1	0
ECC_2	1	1	0	1

È stato poi fatto un involuppo delle combinazioni SLU, SLV e Eccezionali.

8 RISULTATI DELLE ANALISI

Si riportano gli involuipi dei diagrammi delle sollecitazioni allo SLU/SLV.

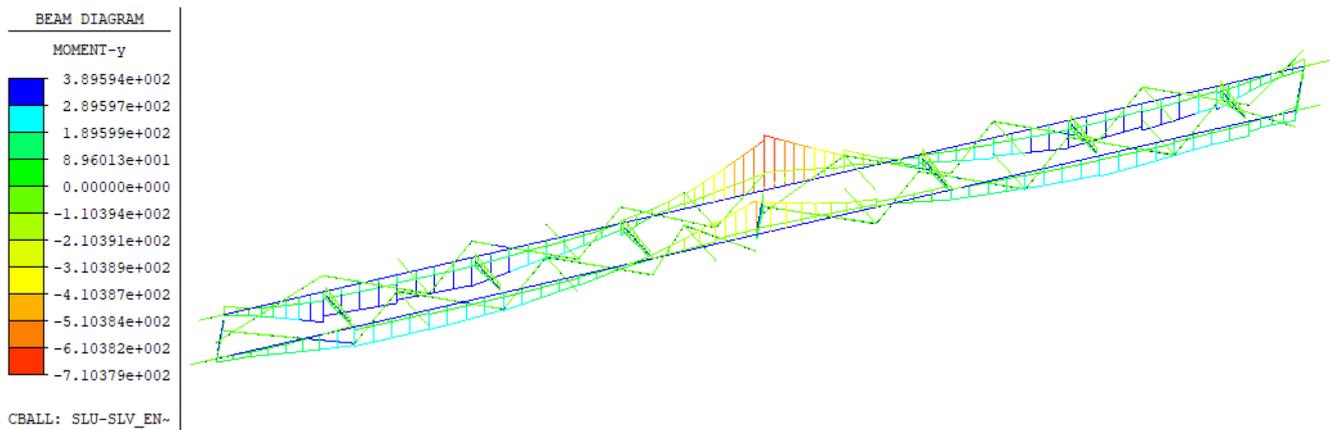


Figura 8-1: Momento flettente nel piano verticale - M_y (kNm)

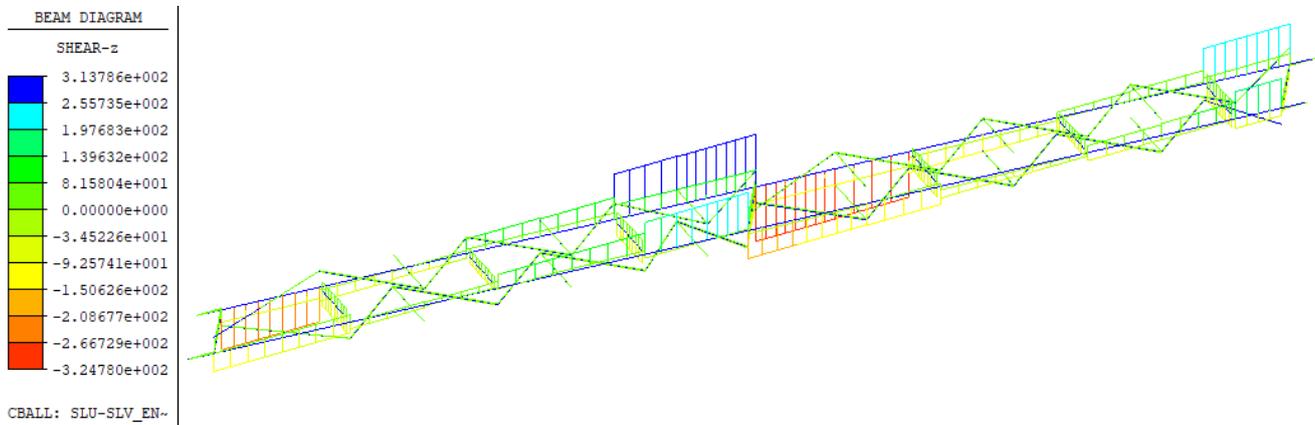


Figura 8-2: Taglio nel piano verticale - F_z (kN)

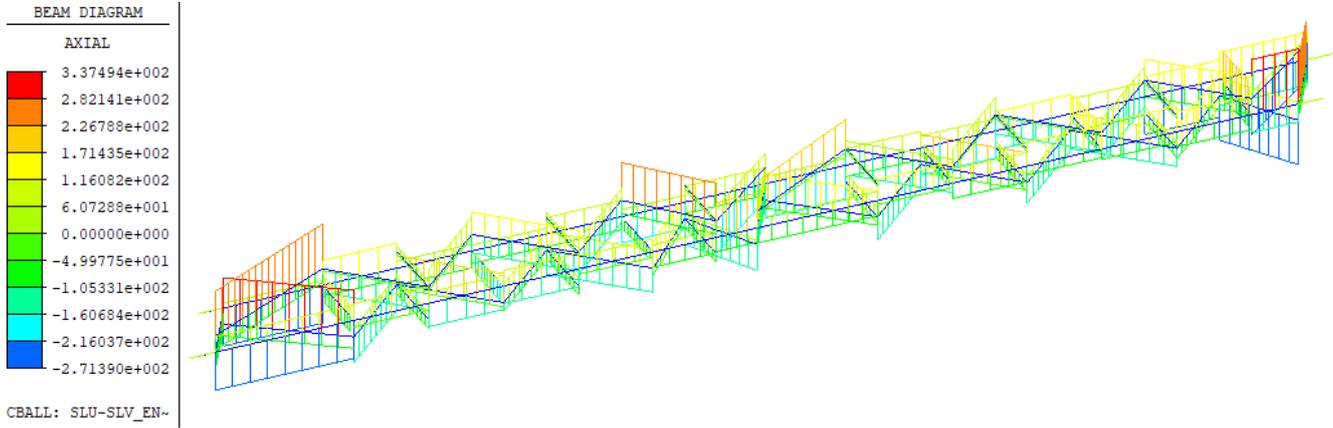


Figura 8-3: Sforzo normale – N (kN)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 36 di 53

9 VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PROFILATI

Le verifiche di resistenza dei profilati in acciaio sono state svolte calcolando la capacità resistente delle sezioni con il metodo elastico.

In accordo con i par. 4.2.3.2 e 4.2.4.1 delle NTC2018 la verifica in campo elastico è ammessa per tutti i tipi di sezione, con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.

Le verifiche in campo elastico, per gli stati di sforzo tipici delle travi per le combinazioni SLU, SLV e Eccezionali, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed} \sigma_{x,Ed} + 3 \tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2$$

Dove:

$\sigma_{x,Ed}$ è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione parallela all'asse della membratura;

$\sigma_{z,Ed}$ è il valore di progetto della tensione normale nel punto in esame, agente in direzione ortogonale all'asse della membratura;

τ_{Ed} è il valore di progetto della tensione tangenziale nel punto in esame, agente nel piano della sezione della membratura.

Tale verifica è stata condotta per le travi principali HEB700, i traversi pieni HEB700, i controventi orizzontali 1L 140x15 e per i controventi verticali 1L 60x6.

I controventi, sia orizzontali che verticali, essendo sollecitati essenzialmente a sforzo normale sono stati inoltre verificati anche nei confronti dell'instabilità semplice a compressione, in accordo con il par. 4.2.4.1.3.1 delle NTC 2018.

9.1 Trave principale (HEB 700)

A partire dalle caratteristiche di sollecitazione sono state calcolate le tensioni agenti lungo l'intero impalcato per tutte le combinazioni di carico allo SLU/SLV.

Il calcolo tensionale è stato condotto nel seguente modo:

$$\sigma = N/A + M_y/W_y + M_z/W_z$$

$$\tau_z = V_z / A_{v,z}$$

$$\tau_y = V_y / A_{v,y}$$

Con:

y e z assi baricentrici orizzontale e verticale nel piano della sezione dell'impalcato

N: sforzo normale

M_y : momento flettente con vettore momento agente secondo y

I_y e W_y : momento di inerzia e modulo resistente attorno all'asse y

M_z : momento flettente con vettore momento agente secondo z

I_z e W_z : momento di inerzia e modulo resistente attorno all'asse z

V_y e $A_{v,y}$ rispettivamente taglio ed area di taglio secondo l'asse y

V_z e $A_{v,z}$ rispettivamente taglio ed area di taglio secondo l'asse z

Le tensioni sono state calcolate nei seguenti punti.

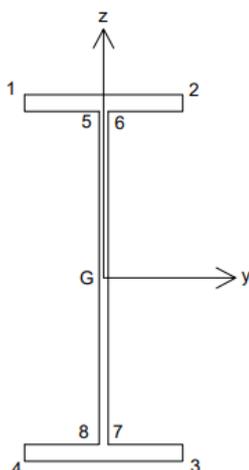


Figura 9-1: Punti di calcolo delle tensioni

Infine, sono state calcolate le tensioni ideali negli stessi punti.

La verifica risulta soddisfatta se $\sigma_{id} \leq f_{yd}$, dove $f_{yd} = 338\text{MPa}$ per spessori fino a 40mm e 319MPa per spessori superiori a 40 mm.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche della sezione.

HEB 700			
Spessore ala	t_f	32	mm
Spessore anima	t_w	17	mm
Larg. Base	L	300	mm
Altezza anima	h_w	636	mm
Altezza totale	h_{tot}	700	mm
Raggio raccordo	r	27	mm
Area	A	30640	mm ²
Area taglio - z	$A_{v,z}$	19000	mm ²
Area taglio - y	$A_{v,y}$	16000	mm ²
Inerzia - asse y	J_y	2568880000	mm ⁴
Inerzia - asse z	J_z	144410000	mm ⁴

Si escludono possibili fenomeni di instabilità locale in quanto sia le piattebande superiori, compresse, che le anime, presso-inflesse, non sono in classe 4.

Ala		
Compressione pura		
c	114.50	mm
c/t	3.58	
9 ε	7.32	
Classe	1	

Anima		
Pressoflessione: N_{min}		
N	-233.31	kN
M_y	-105.36	kNm
σ_{sup}	5.43	MPa
σ_{inf}	-20.66	MPa
ψ	-0.26	
c/t	34.24	
Limite classe 3	58.58	
Classe	< 4	

Anima		
Pressoflessione: $M_{y min}$		
N	-153.27	kN
M_y	-710.38	kNm
σ_{sup}	82.94	MPa
σ_{inf}	-92.94	MPa
ψ	-0.89	
c/t	34.24	
Limite classe 3	91.00	
Classe	< 4	

Si riportano di seguito le tensioni nei punti di calcolo sopra riportati, per le combinazioni di carico di interesse.

	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	σ_3 (MPa)	σ_4 (MPa)	σ_5 (MPa)	σ_6 (MPa)	σ_7 (MPa)	σ_8 (MPa)	σ_6 (MPa)
N max	22.82	11.48	15.59	26.93	17.66	17.02	20.75	21.40	19.21
N min	-31.16	-37.24	-15.02	-8.93	-33.01	-33.36	-13.17	-12.82	-23.09
M_y max	-60.34	-54.44	51.72	45.82	-52.71	-52.37	44.08	43.75	-4.31
M_y min	75.77	107.80	-85.77	-117.81	82.03	83.84	-92.03	-93.85	-5.00
M_z max	45.62	-59.93	-32.00	73.56	-2.89	-8.87	16.51	22.49	6.81
M_z min	-65.46	46.60	79.08	-32.97	-11.12	-4.77	24.74	18.40	6.81
V_y max	42.74	-59.43	-41.49	60.67	-4.63	-10.42	5.88	11.67	0.62
V_y min	-65.46	46.60	79.08	-32.97	-11.12	-4.77	24.74	18.40	6.81
V_z max	103.17	71.28	-104.73	-72.85	80.08	78.28	-81.65	-79.84	-0.78
V_z min	75.77	107.80	-85.77	-117.81	82.03	83.84	-92.03	-93.85	-5.00

	τ_y 1-2-3-4 (MPa)	τ_z 5-6-7-8 (MPa)
N max	-0.61	2.02
N min	-0.85	-2.29
M_y max	0.19	-10.90
M_y min	-1.46	-17.09
M_z max	-6.95	1.33
M_z min	-6.95	0.53
V_y max	5.88	4.79
V_y min	-6.95	0.53
V_z max	-1.20	16.52
V_z min	-1.46	-17.09

	σ_{id} (MPa)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	G
N max	22.85	11.53	15.63	26.95	18.00	17.37	21.04	21.68	19.52
N min	31.19	37.27	15.09	9.05	33.25	33.59	13.75	13.42	23.43
My max	60.34	54.44	51.72	45.82	55.98	55.67	47.95	47.65	19.36
My min	75.81	107.83	85.81	117.83	87.21	88.92	96.68	98.41	30.03
Mz max	47.19	61.13	34.19	74.54	3.69	9.16	16.67	22.61	7.19
Mz min	66.56	48.13	79.99	35.10	11.16	4.86	24.76	18.42	6.88
Vy max	43.94	60.29	42.72	61.52	9.50	13.32	10.17	14.32	8.32
Vy min	66.56	48.13	79.99	35.10	11.16	4.86	24.76	18.42	6.88
Vz max	103.19	71.31	104.75	72.88	85.04	83.34	86.51	84.81	28.62
Vz min	75.81	107.83	85.81	117.83	87.21	88.92	96.68	98.41	30.03

Si riportano infine le tensioni ideali massime e le verifiche per tutti i punti di calcolo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	G
$\sigma_{id, max}$ (MPa)	103.19	107.83	104.75	117.83	87.21	88.92	96.68	98.41	30.03
σ_{max} (MPa)	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10
Verifica	ok								
$\sigma_{id} / \sigma_{id}$	0.31	0.32	0.31	0.35	0.26	0.26	0.29	0.29	0.09

Convenzioni segni tensioni: $\sigma > 0$ trazione.

Tutte le tensioni risultano ampiamente inferiori ai limiti.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELO LOTTO 9					
	VI03 – PONTE su Via S. Bernardino					
<i>Trave porta barriere: Relazione di calcolo</i>	COMMESSA NBIR	LOTTO 09	CODIFICA D 09	DOCUMENTO CLVI0309002	REV. A	FOGLIO 41 di 53

9.2 Traverso pieno (HEB 700)

A partire dalle caratteristiche di sollecitazione sono state calcolate le tensioni agenti su tutti i traversi pieni della trave porta barriere, per tutte le combinazioni di carico allo SLU/SLV.

Il calcolo tensionale è stato condotto in modo analogo a quanto descritto nel par. 9.1.

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche della sezione.

HEB 700			
Spessore ala	t_f	32	mm
Spessore anima	t_w	17	mm
Larg. Base	L	300	mm
Altezza anima	h_w	636	mm
Altezza totale	h_{tot}	700	mm
Raggio raccordo	r	27	mm
Area	A	30640	mm ²
Area taglio - z	$A_{v,z}$	19000	mm ²
Area taglio - y	$A_{v,y}$	16000	mm ²
Inerzia - asse y	J_y	2568880000	mm ⁴
Inerzia - asse z	J_z	144410000	mm ⁴

Si escludono possibili fenomeni di instabilità locale in quanto sia le piattebande superiori, compresse, che le anime, presso-inflesse, non sono in classe 4.

Ala		
<i>Compressione pura</i>		
c	114.50	mm
c/t	3.58	
9ϵ	7.32	
Classe	1	

Anima		
<i>Pressoflessione: Nmin</i>		
N	-128.32	kN
M_y	128.43	kNm
σ_{sup}	-20.09	MPa
σ_{inf}	11.71	MPa
ψ	-1.72	
c/t	34.24	
Limite classe 3	179.39	
Classe	< 4	

Anima		
<i>Pressoflessione: My min</i>		
N	30.98	kN
M_y	-127.63	kNm
σ_{sup}	16.81	MPa
σ_{inf}	-14.79	MPa
ψ	-1.14	
c/t	34.24	
Limite classe 3	114.92	
Classe	< 4	

Si riportano di seguito le tensioni nei punti di calcolo sopra riportati, per le combinazioni di carico di interesse.

	σ_1 (MPa)	σ_2 (MPa)	σ_3 (MPa)	σ_4 (MPa)	σ_5 (MPa)	σ_6 (MPa)	σ_7 (MPa)	σ_8 (MPa)	σ_G (MPa)
N max	0.36	-0.47	16.87	17.70	0.76	0.71	16.47	16.52	8.61
N min	9.24	9.28	-29.93	-29.97	7.47	7.47	-28.16	-28.16	-10.35
My max	-1.43	-52.87	-6.94	44.49	-23.59	-26.51	15.22	18.13	-4.19
My min	12.22	17.81	-32.91	-38.50	12.54	12.85	-33.23	-33.54	-10.35
Mz max	38.49	-45.69	-44.81	39.37	-1.18	-5.95	-5.15	-0.38	-3.16
Mz min	-46.14	32.84	43.90	-35.09	-8.38	-3.91	6.14	1.66	-1.12
Vy max	-11.58	-11.02	14.03	13.46	-10.17	-10.14	12.62	12.58	1.22
Vy min	3.45	-3.47	10.28	17.20	0.81	0.42	12.92	13.31	6.87
Vz max	5.06	-2.42	-1.42	6.06	1.58	1.16	2.06	2.49	1.82
Vz min	4.55	23.22	-3.86	-22.53	12.12	13.18	-11.43	-12.49	0.35

	$\tau_{y\ 1-2-3-4}$ (MPa)	$\tau_{z\ 5-6-7-8}$ (MPa)
N max	-2.47	-1.03
N min	-0.31	-4.03
My max	2.42	3.29
My min	-0.31	-4.10
Mz max	-3.42	1.76
Mz min	3.26	-1.25
Vy max	3.72	-2.74
Vy min	-3.55	-0.11
Vz max	-0.55	4.32
Vz min	-0.97	-4.66

	σ_{id} (MPa)								
	1	2	3	4	5	6	7	8	G
N max	4.30	4.31	17.40	18.21	1.94	1.93	16.56	16.61	8.80
N min	9.25	9.30	29.94	29.98	10.22	10.22	29.01	29.01	12.48
My max	4.44	53.03	8.12	44.69	24.27	27.11	16.25	19.00	7.07
My min	12.23	17.81	32.91	38.50	14.41	14.68	33.98	34.29	12.55
Mz max	38.94	46.07	45.20	39.81	3.27	6.68	5.98	3.08	4.40
Mz min	46.49	33.32	44.26	35.54	8.66	4.47	6.51	2.74	2.45
Vy max	13.25	12.76	15.43	14.93	11.23	11.20	13.48	13.45	4.91
Vy min	7.05	7.06	11.98	18.27	0.83	0.46	12.92	13.31	6.87
Vz max	5.15	2.60	1.71	6.13	7.64	7.57	7.76	7.88	7.70
Vz min	4.85	23.28	4.20	22.59	14.56	15.45	13.99	14.87	8.08

Si riportano infine le tensioni ideali massime e le verifiche per tutti i punti di calcolo.

	1	2	3	4	5	6	7	8	G
$\sigma_{id, max}$ (MPa)	46.49	53.03	45.20	44.69	24.27	27.11	33.98	34.29	12.55
σ_{max} (MPa)	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10	338.10
Verifica	ok								
$\sigma_{id} / \sigma_{id}$	0.14	0.16	0.13	0.13	0.07	0.08	0.10	0.10	0.04

Convenzioni segni tensioni: $\sigma > 0$ trazione.

Tutte le tensioni risultano ampiamente inferiori ai limiti.

9.3 Controventi orizzontali (1L 140x15)

A partire dalle caratteristiche di sollecitazione sono state calcolate le tensioni agenti su tutti i controventi orizzontali della trave porta barriere per tutte le combinazioni di carico allo SLU/SLV.

I controventi sono soggetti prevalentemente a sforzo normale e il calcolo tensionale è stato quindi condotto nel seguente modo:

$$\sigma = N/A$$

Dove:

N: sforzo normale

A: area della sezione

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche della sezione.

L 140x15			
Spessore ala	t	15	mm
Larghezza	L	140	mm
Altezza	h	140	mm
Area	A	4000	mm ²
Area taglio - z	A _v	1750	mm ²
Area taglio - y	A _{v,y}	1750	mm ²
Inerzia - asse y	J _y	7230000	mm ⁴
Inerzia - asse z	J _z	7230000	mm ⁴

Si escludono possibili fenomeni di instabilità locale in quanto le piattebande sono in classe 3.

h/t	9.33
(b+h)/2t	9.33
ϵ	0.81
15 ϵ	12.20
11.5 ϵ	9.36
Classe	3

Si riporta di seguito la verifica tensionale per le combinazioni di carico di interesse. La verifica risulta soddisfatta se $\sigma_{id} \leq f_{yd}$, dove $f_{yd} = 338\text{MPa}$ per spessori fino a 40mm e 319MPa per spessori superiori a 40 mm.

	N (kN)	σ (MPa)	σ_{max} (MPa)	Verifica	σ/σ_{max}
N max	284.06	71.02	338.10	ok	0.21
N min	-271.39	-67.85	338.10	ok	0.20

Si riporta di seguito la verifica di instabilità a compressione dei profilati.

Curva instabilità	b		
Fattore imperf.	α	0.34	
Lunghezza max	l	1.8	m
Coeff. Inflessione	β	1	
L libera inflessione	l_0	1.8	m
Modulo elastico	E	210000	MPa
Inerzia minima	J_{min}	7230000	mm ⁴
Carico crit. eul.	N_{cr}	4625.01	kN
Snellezza norm	λ	0.55	
Fattore	ϕ	0.71	
Coeff instab.	χ	0.86	
Fattore sicurezza	γ_{M1}	1.05	
Resistenza instab.	$N_{b,rd}$	1162.29	
Sforzo norm max	N_{max}	271.39	kN
Verifica		ok	
$N_{max}/N_{b,rd}$		0.23	

9.4 Controventi verticali (1L 60x6)

A partire dalle caratteristiche di sollecitazione sono state calcolate le tensioni agenti su tutti i controventi verticali della trave porta barriere per tutte le combinazioni di carico allo SLU/SLV.

I controventi sono soggetti prevalentemente a sforzo normale e il calcolo tensionale è stato quindi condotto nel seguente modo:

$$\sigma = N/A$$

Dove:

N: sforzo normale

A: area della sezione

Si riporta di seguito una tabella riepilogativa delle caratteristiche geometriche della sezione.

L 140x15			
Spessore ala	t	6	mm
Larghezza	L	60	mm
Altezza	h	60	mm
Area	A	691	mm ²
Area taglio - z	A _v	300	mm ²
Area taglio - y	A _{v,y}	300	mm ²
Inerzia - asse y	J _y	227900	mm ⁴
Inerzia - asse z	J _z	227900	mm ⁴

Le piattabande sono in classe 4 ed è stata quindi calcolata l'area netta della sezione, coincidente in questo caso con quella reale.

h/t	10.00
(b+h)/2t	10.00
ε	0.81
15 ε	12.20
11.5 ε	9.36
Classe	4

ψ	1	
kσ	0.43	
bs	46	
t	6	mm
λp	0.51	
ρ	1	
beff	46	mm
Anetta	691	mm ²

Si riporta di seguito la verifica tensionale per le combinazioni di carico di interesse. La verifica risulta soddisfatta se $\sigma_{id} \leq f_{yd}$, dove $f_{yd} = 338\text{MPa}$ per spessori fino a 40mm e 319MPa per spessori superiori a 40 mm.

	N (kN)	σ (MPa)	σ_{max} (MPa)	Verifica	σ/σ_{max}
N max	73.54	245.13	338.10	ok	0.73
N min	-56.42	-188.07	338.10	ok	0.56

Si riporta di seguito la verifica di instabilità a compressione dei profilati.

Curva instabilità	b		
Fattore imperf.	α	0.34	
Lunghezza max	l	1.35	m
Coeff. Inflessione	β	1	
L libera inflessione	l_0	1.35	m
Modulo elastico	E	210000	MPa
Inerzia minima	J_{min}	227900	mm ⁴
Carico crit. eul.	N_{cr}	259.18	kN
Snellezza norm	λ	0.64	
Fattore	ϕ	0.78	
Coeff instab.	χ	0.82	
Fattore sicurezza	γ_{M1}	1.05	
Resistenza instab.	$N_{b,rd}$	82.76	
Sforzo norm max	N_{max}	56.42	kN
Verifica		ok	
$N_{max}/N_{b,rd}$		0.68	

10 VERIFICHE DI DEFORMABILITA'

Si riportano di seguito gli spostamenti verticali della trave porta barriera per i carichi elementari agenti.

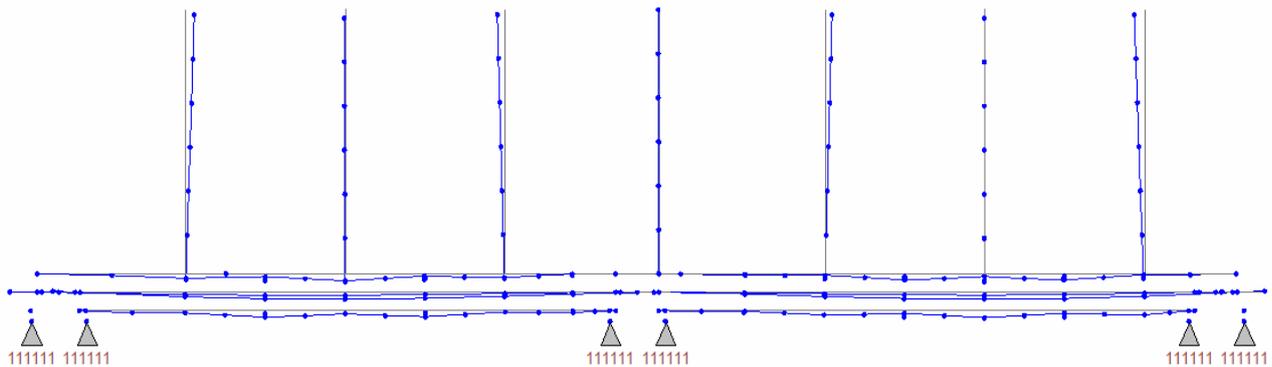


Figura 10-1: Deformata verticale sotto i carichi permanenti (G1+G2)

	Dz (m)		
	Trave_est (33)	Trave_int (53)	Mezzeria (173)
G1	-0.00258	-0.00105	-0.00181
G2	-0.00010	-0.00010	-0.00010
Folla	-0.00144	-0.00152	-0.00148
Vento	-0.00114	0.00085	-0.00013
SLE	-0.00479	-0.00216	-0.00346

Dove il nodo 33 è uno dei nodi della trave esterna (lato barriera) con spostamento verticale Dz maggiore, il nodo 53 è uno dei nodi della trave interna, mentre il nodo 173 si trova in corrispondenza della mezzeria dei traversi.

In combinazione SLE rara (G1 + G2 + Folla + 0.6 Vento) lo spostamento verticale massimo è pari a:

$$D_z = 5 \text{ mm}$$

Rapportato alla distanza tra due allineamenti di appoggi successivi produce una deformazione verticale poco rilevante: $D_z/L = 0.005/10.86 = 0.00046$.

11 AZIONI AGLI APPOGGI

Si riporta nella figura che segue lo schema degli appoggi del viadotto in esame.

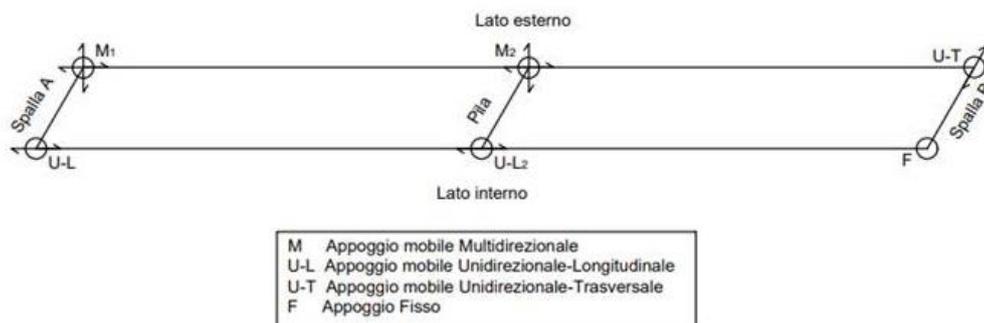


Figura 11-1: Schema appoggi

11.1 Scarichi agli appoggi

Si riportano le reazioni nei sei appoggi per le condizioni elementari di carico. Le reazioni sono state ricavate direttamente dal modello di calcolo in corrispondenza degli incastri posti alla base degli elastic link.

Per praticità di calcolo le forze sono riportate nel sistema di riferimento dell'impalcato dove:

F_{long} = reazione longitudinale sull'appoggio

F_{trasv} = reazione trasversale sull'appoggio

F_{vert} = reazione verticale sull'appoggio

	Spalla A - Multidirezionale 1			Spalla A - Uni Longitudinale 1		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1_Dead Load	0	0	18.5	0	0.2	15.7
G1_Barriera	0	0	73.1	0	0.5	-12.0
G2	0	0	3.3	0	0.0	2.9
Vento	0	0	55.2	0	-22.9	-43.5
Folla	0	0	49.6	0	0.6	43.4
Temperatura	0	0	8.8	0	0.2	-6.1
Urto_Fdx	0	0	-3.4	0	180.7	-6.4
Urto_Fdy	0	0	11.6	0	35.0	-2.0
Ex_el(RS)	0	0	12.2	0	11.7	5.6
Ey_el(RS)	0	0	11.6	0	27.8	10.3
Ez_el(RS)	0	0	14.9	0	4.3	2.6

	Pila - Multidirezionale 2			Pila - Uni Longitudinale 2		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1_Dead Load	0	0	48.4	0	-0.9	47.7
G1_Barriera	0	0	230.2	0	4.4	-11.7
G2	0	0	8.9	0	-0.2	8.8
Vento	0	0	161.2	0	-85.3	-157.8
Folla	0	0	135.5	0	-2.5	133.6
Temperatura	0	0	-7.7	0	7.6	2.3
Urto_Fdx	0	0	6.2	0	290.3	13.3
Urto_Fdy	0	0	-18.4	0	97.0	-0.7
Ex_el(RS)	0	0	23.2	0	46.6	18.7
Ey_el(RS)	0	0	29.9	0	86.9	36.8
Ez_el(RS)	0	0	35.9	0	9.7	4.8

	Spalla B - Uni Trasversale			Spalla B - Fisso		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
G1_Dead Load	2.5	0	16.0	-2.2	1.9	19.4
G1_Barriera	-28.7	0	75.6	24.9	-19.3	-19.2
G2	0.5	0	2.8	-0.4	0.4	3.3
Vento	-60.8	0	63.7	52.7	-79.6	-78.7
Folla	6.8	0	42.4	-5.9	5.3	50.6
Temperatura	-42.2	0	-1.1	36.6	-28.9	3.8
Urto_Fdx	85.9	0	-2.9	175	5.1	-6.9
Urto_Fdy	-89.4	0	6.8	-139	-51.9	2.8
Ex_el(RS)	-71.3	0	-17.3	119.0	42.6	13.3
Ey_el(RS)	-63.6	0	-16.0	53.8	76.0	23.0
Ez_el(RS)	-5.4	0	-13.6	13.6	7.6	4.1

Le forze risultanti sono quindi combinate secondo le combinazioni di carico agli SLU (sismici e statici), SLE ed Eccezionali, riportate al §7. L'involuppo delle reazioni per singolo appoggio è riportato nelle tabelle seguenti.

	Spalla A - Multidirezionale 1			Spalla A - Uni Longitudinale 1		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
SLU (max)	0	0	276.7	0	36.3	130.3
SLU (min)	0	0	95.4	0	-32.9	-11.1
SLV (max)	0	0	126.8	0	33.5	28.0
SLV (min)	0	0	82.7	0	-31.8	2.5
SLU-SLV(max)	0	0	276.7	0	36.3	130.3
SLU-SLV(min)	0	0	82.7	0	-32.9	-11.1
SLE_rara (max)	0	0	194.9	0	24.3	88.4
SLE_rara (min)	0	0	74.1	0	-21.8	-5.9
Eccezionale Env (max)	0	0	106.4	0	181.5	4.5
Eccezionale Env (min)	0	0	91.4	0	35.8	0.2
SLU-SLV-ECC (max)	0	0	276.7	0	181.5	130.3
SLU-SLV-ECC (min)	0	0	82.7	0	-32.9	-11.1

	Pila - Multidirezionale 2			Pila - Uni Longitudinale 2		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
SLU (max)	0.0	0.0	795.5	0.0	136.4	455.7
SLU (min)	0.0	0.0	298.1	0.0	-133.1	-22.0
SLV (max)	0.0	0.0	366.5	0.0	106.7	115.5
SLV (min)	0.0	0.0	262.9	0.0	-100.9	27.7
SLU-SLV(max)	0.0	0.0	795.5	0.0	136.4	455.7
SLU-SLV(min)	0.0	0.0	262.9	0.0	-133.1	-22.0
SLE_rara (max)	0.0	0.0	561.8	0.0	91.3	310.9
SLE_rara (min)	0.0	0.0	230.2	0.0	-88.4	-7.5
Eccezionale Env (max)	0	0	293.9	0	293.7	58.2
Eccezionale Env (min)	0	0	269.3	0	100.4	44.1
SLU-SLV-ECC (max)	0	0	795.5	0	293.7	455.7
SLU-SLV-ECC (min)	0	0	262.9	0	-133.1	-22.0

	Spalla B - Uni Trasversale			Spalla B - Fisso		
	Flong	Ftrasv	Fvert	Flong	Ftrasv	Fvert
	kN	kN	kN	kN	kN	kN
SLU (max)	102.4	0	273.5	135.1	128.7	185.4
SLU (min)	-155.9	0	80.6	-88.7	-162.2	-57.5
SLV (max)	67.6	0	129.1	160.4	75.2	41.9
SLV (min)	-116.4	0	76.7	-118.1	-107.0	-14.6
SLU-SLV(max)	102.4	0	273.5	160.4	128.7	185.4
SLU-SLV(min)	-155.9	0	76.7	-118.1	-162.2	-57.5
SLE_rara (max)	65.8	0	192.6	92.2	84.2	124.9
SLE_rara (min)	-106.4	0	64.0	-57.0	-109.7	-37.0
Eccezionale Env (max)	60.1	0	101.2	197.4	-11.9	6.3
Eccezionale Env (min)	-115.2	0	91.5	-116.8	-68.9	-3.4
SLU-SLV-ECC (max)	102.4	0	273.5	197.4	128.7	185.4
SLU-SLV-ECC (min)	-155.9	0	76.7	-118.1	-162.2	-57.5

11.2 Spostamenti longitudinali appoggi mobili e giunti

Come riportato nel par. 2.5.2.1.5 del MdP, per ponti e viadotti costituiti da una serie di travi semplicemente appoggiate di uguale luce, salvo più accurate determinazioni, l'entità minima dell'escursione totale dei giunti e degli apparecchi d'appoggio può essere valutata, in funzione della sismicità del sito, nel seguente modo:

$$E_L \geq 3,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,10 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,15m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) \geq 0,25 \text{ g}$$

$$E_L \geq 2,30 \cdot \frac{L}{1000} + 0,073 \quad \text{e} \quad E_L \geq 0,10m \quad \text{per le zone classificate sismiche con } a_g(\text{SLV}) < 0,25 \text{ g}$$

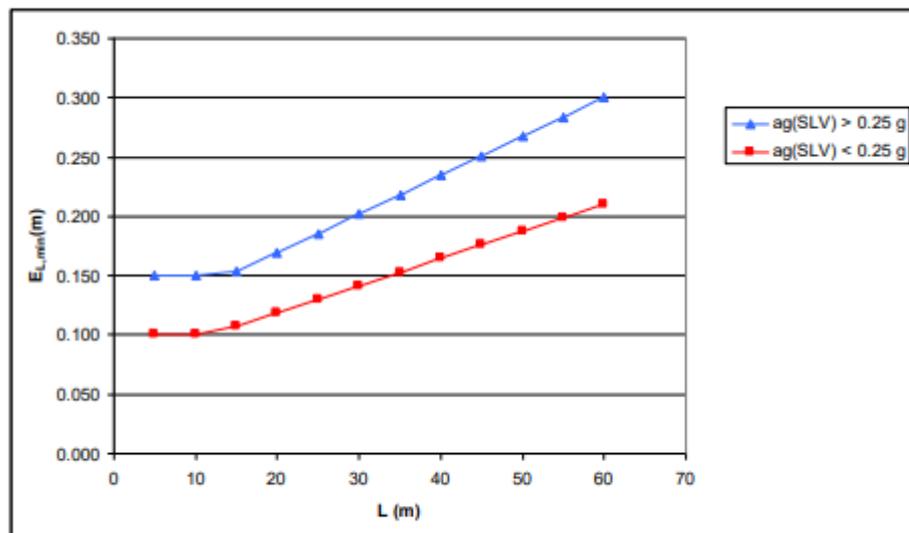


Figura 5.2.2.1.5.1 – Valori minimi E_L

Dove L è la lunghezza della singola campata del ponte in m. Per ponti e viadotti costituiti invece da travi continue (come nel caso in esame), le formule precedenti dovranno essere adeguate al caso specifico. Le formule verranno quindi applicate considerando una lunghezza L pari all'intera lunghezza della trave porta barriere.

Per l'opera in esame si ha:

L	22.75	m	<i>Lunghezza totale di ogni impalcato appoggiato</i>
a_g (SLV)	0.129	g	

$E_{L,min}$	0.13	m	<i>Valore minimo di escursione dei giunti</i>
-------------	------	---	---

Corsa degli apparecchi d'appoggio mobili

La corsa degli apparecchi d'appoggio mobili deve essere non inferiore a $\pm(E_L/2+E_L/8)$, con un minimo di $\pm(E_L/2+15 \text{ mm})$. Per l'opera in esame si ha:

$D_{,min 1}$	0.0783	m
$D_{,min 2}$	0.0777	m
D_{min}	± 0.078	m

Escursione dei giunti

Il giunto fra le testate di due travi adiacenti dovrà consentire una escursione totale pari a: $\pm(EL/2+10\text{mm})$.

$D_{,min}$	± 0.073	m
------------	-------------	---

Ampiezza dei varchi

Il varco da prevedere fra le testate degli impalcati adiacenti, a temperatura media ambiente, dovrà essere non inferiore a:

$$V \geq E_L/2 + V_o \quad \text{ove } V_o = 20 \text{ mm}$$

Per l'opera in esame:

V_{min}	0.083	m
-----------	-------	---

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarriera

*** PROJECT INFORMATION

Project Name :
Date : 2021/2/23

*** CONTROL DATA

Panel Zone Effect : Do not Calculate
Unit System : KN, M
Definition of Frame
- X Direction of Frame : Unbraced I Sway
- Y Direction of Frame : Unbraced I Sway
- Design Type : 3-D
Design Code
- Steel : Eurocode3-2:05
- Concrete : Eurocode2-2:05
- SRC : SSR79

*** LOAD CASE DATA

NO	NAME	TYPE	SELF WEIGHT FACTOR			DESCRIPTION
			X	Y	Z	
1	G1_Dead Load	D	0.000	0.000	-1.000	
2	G1_Barriera	USER	0.000	0.000	0.000	
3	G2	USER	0.000	0.000	0.000	
4	Vento	USER	0.000	0.000	0.000	
5	Folla	USER	0.000	0.000	0.000	
6	Temperatura	USER	0.000	0.000	0.000	
7	Urto 1	USER	0.000	0.000	0.000	
8	Urto 2	USER	0.000	0.000	0.000	

*** MATERIAL PROPERTY DATA

NO	NAME	TYPE	MODULUS OF		SHEAR	THERMAL	POISSON
			ELASTICITY	MODULUS			
1	S355	STEEL	2.1e+008	8.077e+007	1.2e-005	0.3	
2	Rigido	STEEL	1e+011	3.846e+010	1.2e-005	0.3	

NO	NAME	TYPE	STRENGTH OF DESIGN MATERIAL			
			STEEL	CONCRETE	MAIN REBAR	SUB REBAR
1	S355	STEEL	0	-	-	-
2	Rigido	STEEL	0	-	-	-

*** NODE DATA

NO	X	Y	Z	TEMPERATURE
1	0.6016	0.153	0	0
2	1.232	1.247	0	0
3	22.95	1.247	0	0
4	22.32	0.153	0	0

PROJECT TITLE :

	Company			Client
	Author	HP Inc.		File Name
				VI03_Trave portabarrera

5	21.29	1.247	0	0
6	21.29	0.153	0	0
7	18.29	1.247	0	0
8	18.29	0.153	0	0
9	15.29	1.247	0	0
10	15.29	0.153	0	0
11	12.09	1.247	0	0
12	11.46	0.153	0	0
13	9.295	1.247	0	0
14	9.295	0.153	0	0
15	6.295	1.247	0	0
16	6.295	0.153	0	0
17	3.295	1.247	0	0
18	3.295	0.153	0	0
19	0	0	0	0
20	22.75	0	0	0
21	0.8061	1.4	0	0
22	23.56	1.4	0	0
23	21.29	0	0	0
24	18.29	0	0	0
25	15.29	0	0	0
26	9.295	0	0	0
27	6.295	0	0	0
28	3.295	0	0	0
29	21.29	1.4	0	0
30	18.29	1.4	0	0
31	15.29	1.4	0	0
32	9.295	1.4	0	0
33	6.295	1.4	0	0
34	3.295	1.4	0	0
35	0.5135	0	0	0
36	22.24	0	0	0
37	11.38	0	0	0
38	1.32	1.4	0	0
39	23.04	1.4	0	0
40	12.18	1.4	0	0
41	21.29	1.4	-0.35	0
42	22.24	0	-0.35	0
43	19.79	0	-0.35	0
44	18.29	1.4	-0.35	0
45	16.79	0	-0.35	0
46	15.29	1.4	-0.35	0
47	13.8	0	-0.35	0
48	12.18	1.4	-0.35	0
49	10.57	1.4	-0.35	0
50	11.38	0	-0.35	0
51	9.295	0	-0.35	0
52	7.795	1.4	-0.35	0
53	6.295	0	-0.35	0
54	4.795	1.4	-0.35	0
55	3.295	0	-0.35	0
56	1.32	1.4	-0.35	0
57	10.57	1.4	0	0
58	7.795	1.4	0	0
59	4.795	1.4	0	0
60	10.57	0	0	0
61	7.795	0	0	0
62	4.795	0	0	0
63	9.295	1.4	0.35	0
64	6.295	1.4	0.35	0
65	3.295	1.4	0.35	0
66	0.5135	0	0.35	0
67	12.18	1.4	0.35	0
68	10.57	0	0.35	0
69	7.795	0	0.35	0
70	4.795	0	0.35	0
71	10.57	1.4	0.35	0
72	7.795	1.4	0.35	0
73	4.795	1.4	0.35	0

PROJECT TITLE :

	Company	Client		
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarrera

74	10.57	0	-0.35	0
75	7.795	0	-0.35	0
76	4.795	0	-0.35	0
77	4.045	0.7	0.35	0
78	19.79	0	0	0
79	16.79	0	0	0
80	13.8	0	0	0
81	19.79	1.4	0	0
82	16.79	1.4	0	0
83	13.8	1.4	0	0
84	21.29	0	0.35	0
85	18.29	0	0.35	0
86	15.29	0	0.35	0
87	11.38	0	0.35	0
88	23.04	1.4	0.35	0
89	19.79	1.4	0.35	0
90	16.79	1.4	0.35	0
91	13.8	1.4	0.35	0
92	19.79	1.4	-0.35	0
93	16.79	1.4	-0.35	0
94	13.8	1.4	-0.35	0
95	19.79	0	0.35	0
96	16.79	0	0.35	0
97	13.8	0	0.35	0
98	0.3985	-0.2	-0.35	0
99	1.435	1.6	-0.35	0
100	23.16	1.6	-0.35	0
101	22.12	-0.2	-0.35	0
102	12.3	1.6	-0.35	0
103	11.26	-0.2	-0.35	0
104	0.3985	-0.2	-0.55	0
105	1.435	1.6	-0.55	0
106	23.16	1.6	-0.55	0
107	22.12	-0.2	-0.55	0
108	12.3	1.6	-0.55	0
109	11.26	-0.2	-0.55	0
110	9.295	1.83	0.35	0
111	6.295	1.83	0.35	0
112	3.295	1.83	0.35	0
113	12.18	1.83	0.35	0
114	9.295	1.83	5.35	0
115	6.295	1.83	5.35	0
116	3.295	1.83	5.35	0
117	12.18	1.83	5.35	0
118	21.29	1.4	0.35	0
119	18.29	1.4	0.35	0
120	15.29	1.4	0.35	0
121	21.29	1.83	0.35	0
122	18.29	1.83	0.35	0
123	15.29	1.83	0.35	0
124	21.29	1.83	5.35	0
125	18.29	1.83	5.35	0
126	15.29	1.83	5.35	0
127	1.904	0.7	0.35	0
128	5.545	0.7	0.35	0
129	7.045	0.7	0.35	0
130	8.545	0.7	0.35	0
131	9.93	0.7	0.35	0
132	11.37	0.7	0.35	0
133	12.59	0.7	0.35	0
134	14.55	0.7	0.35	0
135	16.04	0.7	0.35	0
136	17.54	0.7	0.35	0
137	19.04	0.7	0.35	0
138	20.54	0.7	0.35	0
139	22.17	0.7	0.35	0
140	2.308	0.7	-0.35	0
141	4.045	0.7	-0.35	0
142	5.545	0.7	-0.35	0

PROJECT TITLE :

	Company			Client
	Author	HP Inc.		File Name
				VI03_Trave portabarrera

143	7.045	0.7	-0.35	0
144	8.545	0.7	-0.35	0
145	9.93	0.7	-0.35	0
146	10.97	0.7	-0.35	0
147	12.99	0.7	-0.35	0
148	14.55	0.7	-0.35	0
149	16.04	0.7	-0.35	0
150	17.54	0.7	-0.35	0
151	19.04	0.7	-0.35	0
152	20.54	0.7	-0.35	0
153	21.77	0.7	-0.35	0
154	4.795	0.7	0.35	0
155	7.795	0.7	0.35	0
156	10.57	0.7	0.35	0
157	4.795	0.7	-0.35	0
158	7.795	0.7	-0.35	0
159	10.57	0.7	-0.35	0
160	13.8	0.7	-0.35	0
161	16.79	0.7	-0.35	0
162	19.79	0.7	-0.35	0
163	13.8	0.7	0.35	0
164	16.79	0.7	0.35	0
165	19.79	0.7	0.35	0
166	0.9166	0.7	0	0
167	22.64	0.7	0	0
168	21.29	0.7	0	0
169	18.29	0.7	0	0
170	15.29	0.7	0	0
171	11.78	0.7	0	0
172	9.295	0.7	0	0
173	6.295	0.7	0	0
174	3.295	0.7	0	0
175	3.295	1.83	1.183	0
176	3.295	1.83	2.017	0
177	3.295	1.83	2.85	0
178	3.295	1.83	3.683	0
179	3.295	1.83	4.517	0
180	6.295	1.83	1.183	0
181	6.295	1.83	2.017	0
182	6.295	1.83	2.85	0
183	6.295	1.83	3.683	0
184	6.295	1.83	4.517	0
185	9.295	1.83	1.183	0
186	9.295	1.83	2.017	0
187	9.295	1.83	2.85	0
188	9.295	1.83	3.683	0
189	9.295	1.83	4.517	0
190	12.18	1.83	1.183	0
191	12.18	1.83	2.017	0
192	12.18	1.83	2.85	0
193	12.18	1.83	3.683	0
194	12.18	1.83	4.517	0
195	15.29	1.83	1.183	0
196	15.29	1.83	2.017	0
197	15.29	1.83	2.85	0
198	15.29	1.83	3.683	0
199	15.29	1.83	4.517	0
200	18.29	1.83	1.183	0
201	18.29	1.83	2.017	0
202	18.29	1.83	2.85	0
203	18.29	1.83	3.683	0
204	18.29	1.83	4.517	0
205	21.29	1.83	1.183	0
206	21.29	1.83	2.017	0
207	21.29	1.83	2.85	0
208	21.29	1.83	3.683	0
209	21.29	1.83	4.517	0

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarriera

*** SUPPORT / SPECIFIED DISPLACEMENT / POINT SPRING SUPPORT

** SUPPORT / SPECIFIED DISPLACEMENT

NODE	SUPPORT DDDRR	SPECIFIED DISPLACEMENT					
		Dx	Dy	Dz	Rx	Ry	Rz
104	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
105	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
106	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
107	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
108	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
109	111111	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

*** FLOOR DIAPHRAGM / RIGID LINK DATA

MASTER	DDDRR	NODES OF SAME DISPLACEMENT
23	111111	6 84
24	111111	8 85
25	111111	10 86
26	111111	14 51
27	111111	16 53
28	111111	18 55
29	111111	5 41 118
30	111111	7 44 119
31	111111	9 46 120
32	111111	13 63
33	111111	15 64
34	111111	17 65
35	111111	1 66 98
36	111111	4 42 101
37	111111	12 50 87 103
38	111111	2 56 99
39	111111	3 88 100
40	111111	11 48 67 102
57	111111	49 71
58	111111	52 72
59	111111	54 73
60	111111	68 74
61	111111	69 75
62	111111	70 76
78	111111	43 95
79	111111	45 96
80	111111	47 97
81	111111	89 92
82	111111	90 93
83	111111	91 94

*** SECTION PROPERTY DATA

NO	NAME	SHAPE	H	B	tw	tf1	r1
1	HEB700	H	0.7	0.3	0.017	0.032	0.027
2	L140x15	L	0.14	0.14	0.015	0.015	0
3	L60x6 sopra	L	0.06	0.06	0.006	0.006	0
4	L140x15 2	GEN	0	0	0	0	0
5	L 60x6 sotto	GEN	0	0	0	0	0
6	Rigido	SR	0.05	0	0	0	0
7	Asta	SR	0.05	0	0	0	0

NO	NAME	STIFFNESS SCALE FACTOR							Boundary Group
		A	Asy	Asz	Ix	Iy	Iz	W	

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarriera

- 1 HEB700
- 2 L140x15
- 3 L60x6 sopra
- 4 L140x15 2
- 5 L 60x6 sotto
- 6 Rigido
- 7 Asta

CTOR	NO	NAME	AREA	MOMENT OF INERTIA			SHAPE FA
				[SRC:EQIV.]	Ix	Iy	
	1	HEB700	0.03064	7.648e-006	0.002569	0.0001444	0.5222
0.3884	2	L140x15	0.004	2.981e-007	7.23e-006	7.23e-006	0.4375
0.4375	3	L60x6 sopra	0.000691	8.208e-009	2.28e-007	2.28e-007	0.4342
0.4342	4	L140x15 2	0.003975	3.141e-007	7.335e-006	7.335e-006	0.4425
0.4425	5	L 60x6 sotto	0.000684	8.6e-009	2.333e-007	2.333e-007	0.4396
0.4396	6	Rigido	0.001963	6.136e-007	3.068e-007	3.068e-007	0.9
0.9	7	Asta	0.001963	6.136e-007	3.068e-007	3.068e-007	0.9
0.9							

NO	NAME	SECTION MODULUS Sy		SECTION MODULUS Sz	
		I or CONC.	J or STEEL	I or CONC.	J or STEEL
1	HEB700	0.00734	0.00734	0.0009627	0.0009627
2	L140x15	7.24e-005	7.24e-005	7.24e-005	7.24e-005
3	L60x6 sopra	5.29e-006	5.29e-006	5.29e-006	5.29e-006
6	Rigido	1.227e-005	1.227e-005	1.227e-005	1.227e-005
7	Asta	1.227e-005	1.227e-005	1.227e-005	1.227e-005

*** BEAM MEMBER DATA

NO	NODAL CONNECTIVITY		BEAM END RELEASE		MATERIAL	SECTION	LENGTH
	I	J	I	J			
1	19	35	-	-	S355	HEB700	0.5135
2	35	28	-	-	S355	HEB700	2.781
3	28	62	-	-	S355	HEB700	1.5
4	62	27	-	-	S355	HEB700	1.5
5	27	61	-	-	S355	HEB700	1.5
6	61	26	-	-	S355	HEB700	1.5
7	26	60	-	-	S355	HEB700	1.271
8	60	37	-	-	S355	HEB700	0.8095
9	37	80	-	-	S355	HEB700	2.42
10	80	25	-	-	S355	HEB700	1.5
11	25	79	-	-	S355	HEB700	1.5
12	79	24	-	-	S355	HEB700	1.5
13	24	78	-	-	S355	HEB700	1.499
14	78	23	-	-	S355	HEB700	1.501
15	23	36	-	-	S355	HEB700	0.9416
16	36	20	-	-	S355	HEB700	0.5135
17	21	38	-	-	S355	HEB700	0.5135
18	38	34	-	-	S355	HEB700	1.975
19	34	59	-	-	S355	HEB700	1.5
20	59	33	-	-	S355	HEB700	1.5
21	33	58	-	-	S355	HEB700	1.5
22	58	32	-	-	S355	HEB700	1.5
23	32	57	-	-	S355	HEB700	1.271

PROJECT TITLE :

		Company			Client		
		Author	HP Inc.		File Name	VI03_Trave portabarrera	
24	57	40	-	-	S355	HEB700	1.616
25	40	83	-	-	S355	HEB700	1.614
26	83	31	-	-	S355	HEB700	1.5
27	31	82	-	-	S355	HEB700	1.5
28	82	30	-	-	S355	HEB700	1.5
29	30	81	-	-	S355	HEB700	1.499
30	81	29	-	-	S355	HEB700	1.501
31	29	39	-	-	S355	HEB700	1.748
32	39	22	-	-	S355	HEB700	0.5135
33	1	166	-	-	S355	HEB700	0.6312
34	174	18	-	-	S355	HEB700	0.547
35	173	16	-	-	S355	HEB700	0.547
36	172	14	-	-	S355	HEB700	0.547
37	171	12	-	-	S355	HEB700	0.6312
38	170	10	-	-	S355	HEB700	0.547
39	169	8	-	-	S355	HEB700	0.547
40	168	6	-	-	S355	HEB700	0.547
41	167	4	-	-	S355	HEB700	0.6312
42	166	2	-	-	S355	HEB700	0.6312
43	17	174	-	-	S355	HEB700	0.547
44	15	173	-	-	S355	HEB700	0.547
45	13	172	-	-	S355	HEB700	0.547
46	11	171	-	-	S355	HEB700	0.6312
47	9	170	-	-	S355	HEB700	0.547
48	7	169	-	-	S355	HEB700	0.547
49	5	168	-	-	S355	HEB700	0.547
50	3	167	-	-	S355	HEB700	0.6312
51	66	127	-	-	S355	L140x15	1.557
52	140	56	-	-	S355	L140x15 2	1.211
53	127	65	-	-	S355	L140x15	1.557
54	55	140	-	-	S355	L140x15 2	1.211
55	141	55	-	-	S355	L140x15 2	1.026
56	65	70	-	-	S355	L140x15	2.052
57	54	141	-	-	S355	L140x15 2	1.026
58	70	128	-	-	S355	L140x15	1.026
59	142	54	-	-	S355	L140x15 2	1.026
60	53	142	-	-	S355	L140x15 2	1.026
61	128	64	-	-	S355	L140x15	1.026
62	143	53	-	-	S355	L140x15 2	1.026
63	64	129	-	-	S355	L140x15	1.026
64	129	69	-	-	S355	L140x15	1.026
65	52	143	-	-	S355	L140x15 2	1.026
66	69	130	-	-	S355	L140x15	1.026
67	144	52	-	-	S355	L140x15 2	1.026
68	51	144	-	-	S355	L140x15 2	1.026
69	130	63	-	-	S355	L140x15	1.026
70	145	51	-	-	S355	L140x15 2	0.9454
71	63	131	-	-	S355	L140x15	0.9453
72	131	68	-	-	S355	L140x15	0.9453
73	49	145	-	-	S355	L140x15 2	0.9454
74	146	49	-	-	S355	L140x15 2	0.8086
75	68	132	-	-	S355	L140x15	1.069
76	50	146	-	-	S355	L140x15 2	0.8086
77	132	67	-	-	S355	L140x15	1.069
78	87	133	-	-	S355	L140x15	1.398
79	147	48	-	-	S355	L140x15 2	1.068
80	133	91	-	-	S355	L140x15	1.398
81	47	147	-	-	S355	L140x15 2	1.068
82	148	47	-	-	S355	L140x15 2	1.026
83	91	134	-	-	S355	L140x15	1.026
84	134	86	-	-	S355	L140x15	1.026
85	46	148	-	-	S355	L140x15 2	1.026
86	86	135	-	-	S355	L140x15	1.026
87	149	46	-	-	S355	L140x15 2	1.026
88	45	149	-	-	S355	L140x15 2	1.026
89	135	90	-	-	S355	L140x15	1.026
90	150	45	-	-	S355	L140x15 2	1.026
91	90	136	-	-	S355	L140x15	1.026
92	136	85	-	-	S355	L140x15	1.026

PROJECT TITLE :

		Company			Client		
		Author	HP Inc.		File Name	VI03_Trave portabarriera	
93	44	150	-	-	S355	L140x15 2	1.026
94	85	137	-	-	S355	L140x15	1.026
95	151	44	-	-	S355	L140x15 2	1.026
96	43	151	-	-	S355	L140x15 2	1.026
97	137	89	-	-	S355	L140x15	1.026
98	152	43	-	-	S355	L140x15 2	1.026
99	89	138	-	-	S355	L140x15	1.026
100	41	152	-	-	S355	L140x15 2	1.026
101	138	84	-	-	S355	L140x15	1.026
102	153	41	-	-	S355	L140x15 2	0.844
103	84	139	-	-	S355	L140x15	1.12
104	42	153	-	-	S355	L140x15 2	0.844
105	139	88	-	-	S355	L140x15	1.12
106	157	76	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
107	154	70	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
108	158	75	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
109	155	69	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
110	159	74	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
111	156	68	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
112	160	47	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
113	163	97	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
114	161	45	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
115	164	96	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
116	162	43	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
117	165	95	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
118	54	157	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
119	73	154	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
120	52	158	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
121	72	155	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
122	49	159	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
123	71	156	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
124	94	160	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
125	91	163	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
126	93	161	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
127	90	164	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
128	92	162	-	-	S355	L 60x6 sotto	0.7
129	89	165	-	-	S355	L60x6 sopra	0.7
130	122	119	-	-	Rigido	Rigido	0.43
132	111	64	-	-	Rigido	Rigido	0.43
133	112	175	-	-	Rigido	Asta	0.8333
134	123	120	-	-	Rigido	Rigido	0.43
135	121	205	-	-	Rigido	Asta	0.8333
137	113	190	-	-	Rigido	Asta	0.8333
138	122	200	-	-	Rigido	Asta	0.8333
139	110	63	-	-	Rigido	Rigido	0.43
140	112	65	-	-	Rigido	Rigido	0.43
141	113	67	-	-	Rigido	Rigido	0.43
143	111	180	-	-	Rigido	Asta	0.8333
144	123	195	-	-	Rigido	Asta	0.8333
146	121	118	-	-	Rigido	Rigido	0.43
147	110	185	-	-	Rigido	Asta	0.8333
156	175	176	-	-	Rigido	Asta	0.8333
157	176	177	-	-	Rigido	Asta	0.8333
158	177	178	-	-	Rigido	Asta	0.8333
159	178	179	-	-	Rigido	Asta	0.8333
160	179	116	-	-	Rigido	Asta	0.8333
161	180	181	-	-	Rigido	Asta	0.8333
162	181	182	-	-	Rigido	Asta	0.8333
163	182	183	-	-	Rigido	Asta	0.8333
164	183	184	-	-	Rigido	Asta	0.8333
165	184	115	-	-	Rigido	Asta	0.8333
166	185	186	-	-	Rigido	Asta	0.8333
167	186	187	-	-	Rigido	Asta	0.8333
168	187	188	-	-	Rigido	Asta	0.8333
169	188	189	-	-	Rigido	Asta	0.8333
170	189	114	-	-	Rigido	Asta	0.8333
171	190	191	-	-	Rigido	Asta	0.8333
172	191	192	-	-	Rigido	Asta	0.8333
173	192	193	-	-	Rigido	Asta	0.8333

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarriera

174	193	194	-	-	Rigido	Asta	0.8333
175	194	117	-	-	Rigido	Asta	0.8333
176	195	196	-	-	Rigido	Asta	0.8333
177	196	197	-	-	Rigido	Asta	0.8333
178	197	198	-	-	Rigido	Asta	0.8333
179	198	199	-	-	Rigido	Asta	0.8333
180	199	126	-	-	Rigido	Asta	0.8333
181	200	201	-	-	Rigido	Asta	0.8333
182	201	202	-	-	Rigido	Asta	0.8333
183	202	203	-	-	Rigido	Asta	0.8333
184	203	204	-	-	Rigido	Asta	0.8333
185	204	125	-	-	Rigido	Asta	0.8333
186	205	206	-	-	Rigido	Asta	0.8333
187	206	207	-	-	Rigido	Asta	0.8333
188	207	208	-	-	Rigido	Asta	0.8333
189	208	209	-	-	Rigido	Asta	0.8333
190	209	124	-	-	Rigido	Asta	0.8333

*** TOTAL WEIGHT / VOLUME / SURFACE AREA SUMMARY

SECTION NO	SECTION NAME	SURFACE AREA	VOLUME	WEIGHT	FRAME NUMBER	TRUSS NUMBER
1	HEB700	140.7	1.711	144.9	50	0
2	L140x15	17.16	0.1226	10.38	27	0
3	L60x6 sopra	2.016	0.005804	0.4915	12	0
4	L140x15 2	15.8	0.1122	9.499	28	0
5	L 60x6 sotto	2.016	0.005746	0.4865	12	0
6	Rigido	0.4728	0.00591	0	7	0
7	Asta	5.498	0.06872	0	42	0

*** LOAD DATA

; Self Weight, Nodal Load, Specified Displacement, Beam Load, Floor Load, Finishing Material Load,

System Temperature, Nodal Temperature, Element Temperature, Beam Section Temperature, Wind Load, Static Seismic Load, Time History Analysis Data

[LOAD CASE : G1_Dead Load]

** SELF WEIGHT DATA

; X=0, Y=0, Z=-1

[LOAD CASE : G1_BARRIER]

** NODAL LOAD DATA

NODE	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
110	0	0	-48	0	0	0
111	0	0	-48	0	0	0
112	0	0	-48	0	0	0
113	0	0	-48	0	0	0
121	0	0	-48	0	0	0
122	0	0	-48	0	0	0
123	0	0	-48	0	0	0

[LOAD CASE : G2]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4
P4										

PROJECT TITLE :

	Company			Client		
	Author	HP Inc.		File Name	VI03_Trave portabarrera	

0	1	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	2	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	3	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	4	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	5	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	6	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	7	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	8	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	9	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	10	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	11	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	12	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	13	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	14	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	15	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	16	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	17	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	18	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	19	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	20	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	21	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	22	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	23	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	24	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	25	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	26	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	27	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	28	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	29	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	30	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	31	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0
0	32	Uniform Load	GZ	NO	0	-0.66	1	-0.66	0	0	0

[LOAD CASE : Vento]

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarrera

** BEAM LOAD DATA

MEMBER P4	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4
1330	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1350	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1370	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1380	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1430	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1440	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1470	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1560	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1570	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1580	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1590	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1600	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1610	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1620	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1630	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1640	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1650	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1660	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1670	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1680	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1690	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1700	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1710	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1720	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1730	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1740	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1750	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1760	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1770	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1780	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0
1790	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarrera

0											
180	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
181	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
182	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
183	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
184	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
185	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
186	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
187	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
188	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
189	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											
190	Uniform Load	GY	NO	0	4.5	1	4.5	0	0	0	
0											

[LOAD CASE : Folla]

** BEAM LOAD DATA

MEMBER P4	TYPE	DIR.	PROJ.	D1	P1	D2	P2	D3	P3	D4
1	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
2	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
3	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
4	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
5	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
6	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
7	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
8	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
9	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
10	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
11	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
12	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
13	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
14	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
15	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
16	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
17	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0
0										
18	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarrera

0											
19	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
20	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
21	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
22	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
23	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
24	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
25	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
26	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
27	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
28	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
29	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
30	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
31	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											
32	Uniform Load	GZ	NO	0	-10	1	-10	0	0	0	0
0											

[LOAD CASE : Temperatura]

** MEMBER TEMPERATURE LOAD DATA

MEMBER	TEMPERATURE
-----	-----
2	30
9	30
16	30
23	30
30	30
37	30
44	30
51	30
58	30
72	30
86	30
107	30
114	30
121	30
128	30
1	30
8	30
15	30
22	30
29	30
36	30
43	30
50	30
64	30
71	30
78	30
92	30
99	30
106	30
113	30
120	30
127	30

PROJECT TITLE :

	Company	Client
	Author	File Name
	HP Inc.	VI03_Trave portabarrera

7	30
14	30
21	30
28	30
35	30
42	30
49	30
56	30
63	30
77	30
84	30
91	30
105	30
112	30
119	30
126	30
6	30
13	30
20	30
27	30
34	30
41	30
48	30
69	30
83	30
97	30
111	30
118	30
125	30
5	30
12	30
19	30
26	30
33	30
40	30
47	30
61	30
75	30
89	30
103	30
110	30
117	30
124	30
4	30
11	30
18	30
25	30
32	30
39	30
46	30
53	30
109	30
116	30
123	30
3	30
10	30
17	30
24	30
31	30
38	30
45	30
66	30
80	30
94	30
101	30
108	30
115	30
122	30
129	30

PROJECT TITLE :

	Company		Client	
	Author	HP Inc.	File Name	VI03_Trave portabarriera

[LOAD CASE : Urto 1]

** NODAL LOAD DATA

NODE	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
33	-249.5	-433.3	0	-151.7	87.32	0

[LOAD CASE : Urto 2]

** NODAL LOAD DATA

NODE	FX	FY	FZ	MX	MY	MZ
33	216.7	-124.8	0	-43.66	-75.83	0

*** RESPONSE SPECTRUM FUNCTION DATA

NAME	FUNCTION	SCALE	GRAVITY	DATA
TYPE				
Orizzonta~	Normalized Acc.	1	9.806	0:0.194 0.147:0.474 0.441:0.474 0.521:0.402 0.601:0.348
Verticale~	Normalized Acc.	1	9.806	0:0.063 0.05:0.154 0.15:0.154 0.19:0.121 0.231:0.1

*** RESPONSE SPECTRUM LOAD CASE DATA

NAME	FUNCTION NAME	DIR.	ANGLE	SCALE	PERIOD FACTOR	ACCIDENTAL ECCENTRICITY
Ex_el	Orizzontale_el	X-Y	0	1	1	-
Ey_el	Orizzontale_el	X-Y	90	1	1	-
Ez_el	Verticale_el	Z	0	1	1	-