

COMMITTENTE:



DIREZIONE LAVORI:



APPALTATORE:

CONSORZIO:

HIRPINIA - ORSARA AV

SOCI:



PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:



MANDANTI:



PROGETTO ESECUTIVO

**ITINERARIO NAPOLI - BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
VIADOTTI**

ELBORATI GENERALI

Relazione di calcolo ponte 60m singolo (P2-P1)

APPALTATORE	DIRETTORE DELLA PROGETTAZIONE	PROGETTISTA
Consorzio HIRPINIA - ORSARA AV Il Direttore Tecnico Ing. P. M. Gianvecchio 08/02/2022	Il Responsabile integrazione fra le varie prestazioni specialistiche Ing. G. Cassani	 Ing. A. Miazzon

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	CL	VI0009	004	C	-

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione per consegna	M ingegneria	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	L.Rampin	08/02/2022	A. Miazzon
B	C 08.01 - A valle del contraddittorio	M ingegneria	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	L.Rampin	24/06/2022	
C	C 08.03 - A valle del contraddittorio	M ingegneria	30/09/2022	L.Rampin	30/09/2022	L.Rampin	30/09/2022	
								08/02/2022

File: IF3A02EZZCLVI0009004C.docx

n. Elab.: -

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 2 di 136

Indice

1	INTRODUZIONE	5
1.1	DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO	5
2	SIMBOLOGIA	7
2.1	DEFINIZIONE DELLE CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	7
2.1.1	CALCESTRUZZO	7
2.1.2	ACCIAIO	7
2.2	DEFINIZIONE DELL'EFFETTO TERMICO	7
2.3	DEFINIZIONE DEI CARICHI E SOVRACCARICHI	7
2.4	CARATTERISTICHE GEOMETRICHE	8
2.4.1	UNITÀ DI MISURA ADOTTATE	8
2.4.2	SEZIONE IN ACCIAIO	8
2.4.3	SEZIONE IN CALCESTRUZZO	8
2.5	CARATTERISTICHE GEOMETRICO STATICO INERZIALI	9
2.5.1	SEZIONE RESISTENTE PRINCIPALE	9
2.5.2	ANIMA TRAVE PRINCIPALE	9
2.6	PARAMETRI DELLA SOLLECITAZIONE	10
2.7	BULLONATURE E PIOLI	10
2.8	VERIFICHE	10
3	ELENCO DISEGNI	11
4	DESCRIZIONE DELL'OPERA	13
5	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	16
6	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	17
6.1	ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA	17
6.2	CALCESTRUZZO PER LA SOLETTA	17
6.3	ACCIAIO PER OPERE IN C.A.	18
6.4	LASTRE PREDALLE	18
6.5	BULLONI	18
6.6	PIOLI CONNETTORI	19
6.7	SALDATURE	19
7	METODO DI VERIFICA	20
7.1	COEFFICIENTI DI SICUREZZA	20

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 3 di 136

8	ANALISI DEI CARICHI	21
8.1	PESI PROPRI	21
8.2	PERMANENTI PORTATI	21
8.3	EFFETTI DINAMICI	21
8.4	CARICHI VIAGGIANTI	23
8.5	CARICHI SUI MARCIAPIEDI	23
8.6	FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI	24
8.7	AZIONE CENTRIFUGA	24
8.8	SERPEGGIO	25
8.9	RITIRO E VISCOSITA' DEL CALCESTRUZZO	25
8.10	VARIAZIONE TERMICHE	26
8.10.1	UNIFORME	26
8.10.2	NON UNIFORME	26
8.11	VENTO	26
8.12	AZIONI SISMICHE	29
8.13	DERAGLIAMENTO	31
9	COMBINAZIONI	32
10	IMPALCATO – EFFETTI GLOBALI	38
10.1	MODELLO DI CALCOLO	38
10.1.1	VALIDAZIONE DEL MODELLO	41
10.2	ASSEGNAZIONE DEI CARICHI	46
10.2.1	PESI PROPRI (G1)	46
10.2.2	PERMANENTI PORTATI (G2)	46
10.2.3	CARICHI VIAGGIANTI: TRENI (Q1 E Q2)	48
10.2.4	CARICHI SUI MARCIAPIEDI (Q17)	48
10.2.5	FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI (Q3, Q4)	49
10.2.6	AZIONE CENTRIFUGA (Q5, Q6)	49
10.2.7	SERPEGGIO (Q7, Q8)	51
10.2.8	RITIRO DEL CALCESTRUZZO (Q13)	51
10.2.9	VARIAZIONI TERMICHE (Q9, Q10)	52
10.2.10	VENTO (Q14, Q15, Q16)	53
10.2.11	AZIONI SISMICHE	55
10.3	ANALISI MODALE E PRIMA FREQUENZA PROPRIA DI VIBRAZIONE	56
10.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI PRINCIPALI	60
10.4.1	GEOMETRIA DELL'IMPALCATO	60
10.4.2	SOLLECITAZIONI	65
10.4.3	CALCOLO DELLE TENSIONI	77
10.4.4	VERIFICA DI STABILITA' DEI PANNELLI D'ANIMA	80

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 4 di 136

10.4.5	VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI	82
10.4.6	VERIFICA DELLE SALDATURE DI COMPOSIZIONE DELLE TRAVI.....	84
10.5	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' DELLE ASTE	85
10.5.1	DIAGONALI DI CONTROVENTO SUPERIORI.....	85
10.5.2	DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI	87
10.5.3	DIAFRAMMI	90
10.5.4	TRAVERSI.....	95
10.5.5	VERIFICA DEL DIAFRAMMA DI TESTA	99
10.6	VERIFICHE A FATICA.....	100
10.6.1	DETTAGLIO 56: ATTACCO PIATTO DI CONTROVENTO SUPERIORE A CORDONE D'ANGOLO	102
10.6.2	DETTAGLIO 71: ATTACCHI TRASVERSALI.....	104
10.6.3	DETTAGLIO 80: GIUNTI TRASVERSALI A PIENA PENETRAZIONE	106
10.6.4	DETTAGLIO 80: SALDATURE A CORDONI D'ANGOLO	108
10.6.5	DETTAGLIO 112: GIUNTI BULLONATI.....	110
10.6.6	VERIFICA DI RESISTENZA A FATICA NEI TRAVERSI.....	112
10.7	VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELL'IMPALCATO	113
10.7.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER LA SICUREZZA DEL TRAFFICO FERROVIARIO.....	113
10.7.2	STATO LIMITE PER IL COMFORT DEI PASSEGGERI	113
10.7.3	INFLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE DELL'IMPALCATO	114
10.7.4	DEFORMAZIONI TORSIONALI DELL'IMPALCATO	114
10.8	CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO	116
10.9	VERIFICHE IN FASE DI SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO.....	116
10.10	REAZIONI VINCOLARI.....	118
10.11	ESCURSIONE LONGITUDINALE, GIUNTI E VARCHI.....	119
10.12	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI E TRASVERSALI.....	120
10.12.1	RITEGNO SISMICO TRASVERSALE	121
10.12.2	RITEGNO SISMICO LONGITUDINALE.....	122
10.13	ANTISOLLEVAMENTO	123
10.14	VERIFICA DEL CAMMINAMENTO FFP.....	125
11	SOLETTA.....	136

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 5 di 136

1 INTRODUZIONE

Il presente documento contiene le verifiche delle sovrastrutture di impalcato da ponte ferroviario relative alla travata di luce 58m a singolo binario del viadotto Cervaro, facente parte del progetto di raddoppio della tratta Apice – Orsara – II° lotto funzionale Hirpinia – Orsara.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 DESCRIZIONE SINTETICA DEL PROGETTO

Nell’ambito dell’Itinerario Napoli-Bari si inserisce il Raddoppio della Tratta Hirpinia-Orsara che rappresenta il secondo lotto della tratta in variante Apice-Orsara, il cui primo lotto (Apice-Hirpinia) si trova attualmente in fase di esecuzione da parte del Consorzio Hirpinia AV.

La riqualificazione e lo sviluppo dell’itinerario Roma/Napoli – Bari prevede interventi di raddoppio delle tratte ferroviarie a singolo binario e varianti agli attuali scenari perseguendo la scelta delle migliori soluzioni che garantiscano la velocizzazione dei collegamenti e l’aumento dell’offerta generalizzata del servizio ferroviario, elevando l’accessibilità al servizio medesimo nelle aree attraversate.

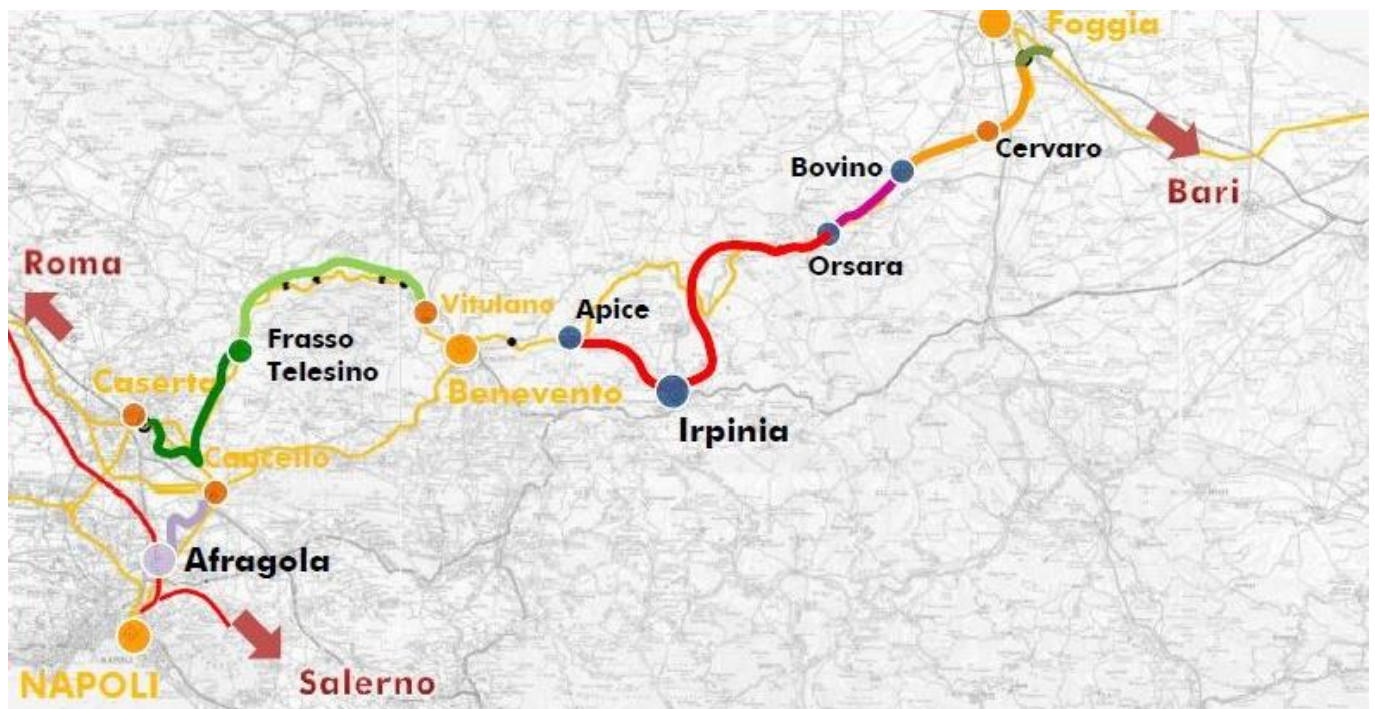


Fig. 1 – Corografia dell’intera tratta Napoli Bari, con dettaglio della tratta Hirpinia-Orsara

La variante oggetto del presente documento interessa il tratto centrale della direttrice Napoli – Bari e risulta strategica nel riassetto complessivo dei collegamenti metropolitani, regionali e lunga percorrenza previsto con la realizzazione di tutto il potenziamento. Si colloca in territorio campano e pugliese ed i comuni attraversati sono rispettivamente per la provincia di Avellino: Ariano Irpino, Flumeri, Savignano Irpino e Montaguto; per la provincia di Foggia: Panni e Orsara di Puglia.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 8 di 136

2.4 CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

2.4.1 Unità di misura adottate

Lunghezze	metri	[m]
Massa	chilogrammi massa	[kg]
Forze	Newton	[N]
Tempo	secondi	[s]
Frequenza	Hertz	[Hz]

2.4.2 Sezione in acciaio

b _{p.sup.}	larghezza piattabanda superiore della trave in acciaio	[mm]
t _{p.sup.}	spessore piattabanda superiore della trave in acciaio	[mm]
b _{p.irr.sup.}	larghezza del piatto di raddoppio per la piattabanda superiore della trave in acciaio	[mm]
t _{p.irr.}	spessore del piatto di raddoppio per la piattabanda superiore della trave in acciaio	[mm]
h _w	altezza dell'anima	[mm]
t _w	spessore dell'anima	[mm]
b _{p.irr.inf.}	larghezza del piatto di raddoppio per la piattabanda inferiore della trave in acciaio	[mm]
s _{p.irr.inf.}	spessore del piatto di raddoppio per la piattabanda inferiore della trave in acciaio	[mm]
b _{p.inf.}	larghezza piattabanda inferiore della trave in acciaio	[mm]
t _{p.inf.}	spessore piattabanda inferiore della trave in acciaio	[mm]
b _{assi travi}	interasse delle travi	[mm]

2.4.3 Sezione in calcestruzzo

b _{ef1}	larghezza efficace della soletta in calcestruzzo sullo sbalzo	[cm]
b _{ef2}	larghezza efficace della soletta in calcestruzzo tra le due travi	[cm]
b _c	larghezza d'ingombro dei connettori sulla piattabanda superiore	[cm]
B _{collab.}	larghezza collaborante della soletta in calcestruzzo	[cm]
s _{getto}	spessore del getto di calcestruzzo eseguito sopra alle predalles	[cm]

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 10 di 136

τ	tensione tangenziale	[N/mm ²]
α	rapporto tra a e h _w	
Ψ	rapporto tra σ_2 e σ_1	
δ	rapporto tra AL e il prodotto di h _w per t _w	
W	rapporto tra σ_1 e τ	
$\sigma_{cr, id}$	tensione critica ideale valutata in funzione della geometria del pannello, del suo stato tensionale e del materiale usato	[N/mm ²]
σ_{id}	tensione ideale valutata secondo il metodo di Von Mises	[N/mm ²]

2.6 PARAMETRI DELLA SOLLECITAZIONE

N	sfuerzo normale	[kN]
V ₂₂	sfuerzo taglio in direzione 2	[kN]
V ₃₃	sfuerzo taglio in direzione 3	[kN]
M ₂₂	Momento flettente attorno all'asse 2	[kNm]
M ₃₃	Momento flettente attorno all'asse 3	[kNm]
T	Momento torcente	[kNm]

2.7 BULLONATURE E PIOLI

s	spessore della piastra	[mm]
Φ	diametro del bullone	[mm]
n [°] _{sez}	numero di bulloni	
a	interasse tra i bulloni	[mm]
τ_B	tensione massima del bullone	[N/mm ²]
d _p	diametro dei pioli	[mm]
h _p '	altezza efficace dei pioli	[mm]

2.8 VERIFICHE

Δ tasso di utilizzo del materiale = Sollecitante / Resistente

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 11 di 136

3 ELENCO DISEGNI

I disegni relativi al viadotto Cervaro sono i seguenti:

GENERALI	
IF3A02EZZTTVI0000001	Tabella Materiali e Note generali
IF3A02EZZWZVI000Z001	Piattaforma in corrispondenza di Fire Fighting Point (FFP)
IF3A02EZZBZVI0009001	Schema conci travate e distribuzione dei materiali
IF3A02EZZBZVI000A001	Pianta soletta in calcestruzzo e sezioni tipiche - Carpenteria
IF3A02EZZBZVI000A002	Forometria soletta, particolari costruttivi e finiture
IF3A02EZZBZVI0009002	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 40m e 33mm
IF3A02EZZBZVI0009003	Ritegno sismico trasversale a dispositivo antisollevamento campate 60m
IF3A02EZZBZVI0009004	Ritegni longitudinali campate 40m, 60m, 33m
IF3A02EZZBZVI0009005	Schemi controfreccia di montaggio
IF3A02EZZBZVI0009006	Dettagli di saldatura
IF3A02EZZBZVI0007001	Schemi apparecchi di appoggio e giunti
SPA-P1 LATO MONTE	
IF3A02EZZBZVI0109001	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109002	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109003	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A02EZZBZVI0109004	Sezioni trasversali: diaframmi D1
SPA-P1 LATO VALLE	
IF3A02EZZBZVI0109005	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109006	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109007	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P1 e spalla SPA
IF3A02EZZBZVI0109008	Sezioni trasversali: diaframma D1
P1-P2 LATO MONTE	
IF3A02EZZBZVI0109009	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109010	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109011	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A02EZZBZVI0109012	Sezioni trasversali: diaframma D1
P1-P2 LATO VALLE	
IF3A02EZZBZVI0109013	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109014	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109015	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P1 e P2
IF3A02EZZBZVI0109016	Sezioni trasversali: diaframma D1
P2-P3	
IF3A02EZZBZVI0109017	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109018	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109019	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P2 e P3
IF3A02EZZBZVI0109020	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 12 di 136

P3-P4	
IF3A02EZZBZVI0109021	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109022	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109023	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P e P4
IF3A02EZZBZVI0109024	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P4-P5	
IF3A02EZZBZVI0109025	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109026	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109027	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P4 e P5
IF3A02EZZBZVI0109028	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P5-P6	
IF3A02EZZBZVI0109029	Prospetto, piante di controvento e sezioni tipiche
IF3A02EZZBZVI0109030	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109031	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pile P5 e P6
IF3A02EZZBZVI0109032	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
P6-SPB	
IF3A02EZZBZVI0109033	Pianta generale e sezioni principali
IF3A02EZZBZVI0109034	Dettagli di controvento superiore e inferiore
IF3A02EZZBZVI0109035	Sezioni trasversali: diaframma D.P. su pila P6 e spalla SPB
IF3A02EZZBZVI0109036	Sezioni trasversali: diaframmi D1 e D2
MONTAGGIO	
IF3A02EZZDZVI0100001	Montaggio Soluzione A: Fase1
IF3A02EZZDZVI0100002	Montaggio Soluzione A: Fase2
IF3A02EZZDZVI0100003	Montaggio Soluzione A: Fase3
IF3A02EZZDZVI0100004	Montaggio Soluzione A: Fase4
IF3A02EZZDZVI0100005	Montaggio Soluzione A: Fase5
IF3A02EZZDZVI0100006	Montaggio Soluzione A: Fase6
IF3A02EZZDZVI0100007	Montaggio Soluzione B: Fase1
IF3A02EZZDZVI0100008	Montaggio Soluzione B: Fase2
IF3A02EZZDZVI0100009	Montaggio Soluzione B: Fase3
IF3A02EZZDZVI0100010	Montaggio Soluzione B: Fase4
IF3A02EZZDZVI0100011	Montaggio Soluzione B: Fase5

Le relazioni di calcolo relative ai viadotti sono le seguenti:

IF3A02EZZCLVI0009001	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (SPB-P6)
IF3A02EZZCLVI0009002	Relazione di calcolo ponte 40m doppio (P4-P3)
IF3A02EZZCLVI0009003	Relazione di calcolo ponte 60m doppio (P3-P2)
IF3A02EZZCLVI0009005	Relazione di calcolo ponte 33m singolo (P1-SPA)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 13 di 136

4 DESCRIZIONE DELL'OPERA

I ponti in oggetto sono realizzati in sistema misto acciaio-calcestruzzo con schema statico di trave appoggiata in singola campata di luce 58 m in asse appoggi e lunghezza complessiva 60 m.

Le due travate risultano tra loro indipendenti e presentano le medesime caratteristiche geometriche a meno del raggio di curvatura dell'asse binario: il binario pari ha un raggio di 5000m, mentre il binario dispari risulta rettilineo. In entrambi i casi l'asse binario è pressoché centrato rispetto alle travi principali dell'impalcato.

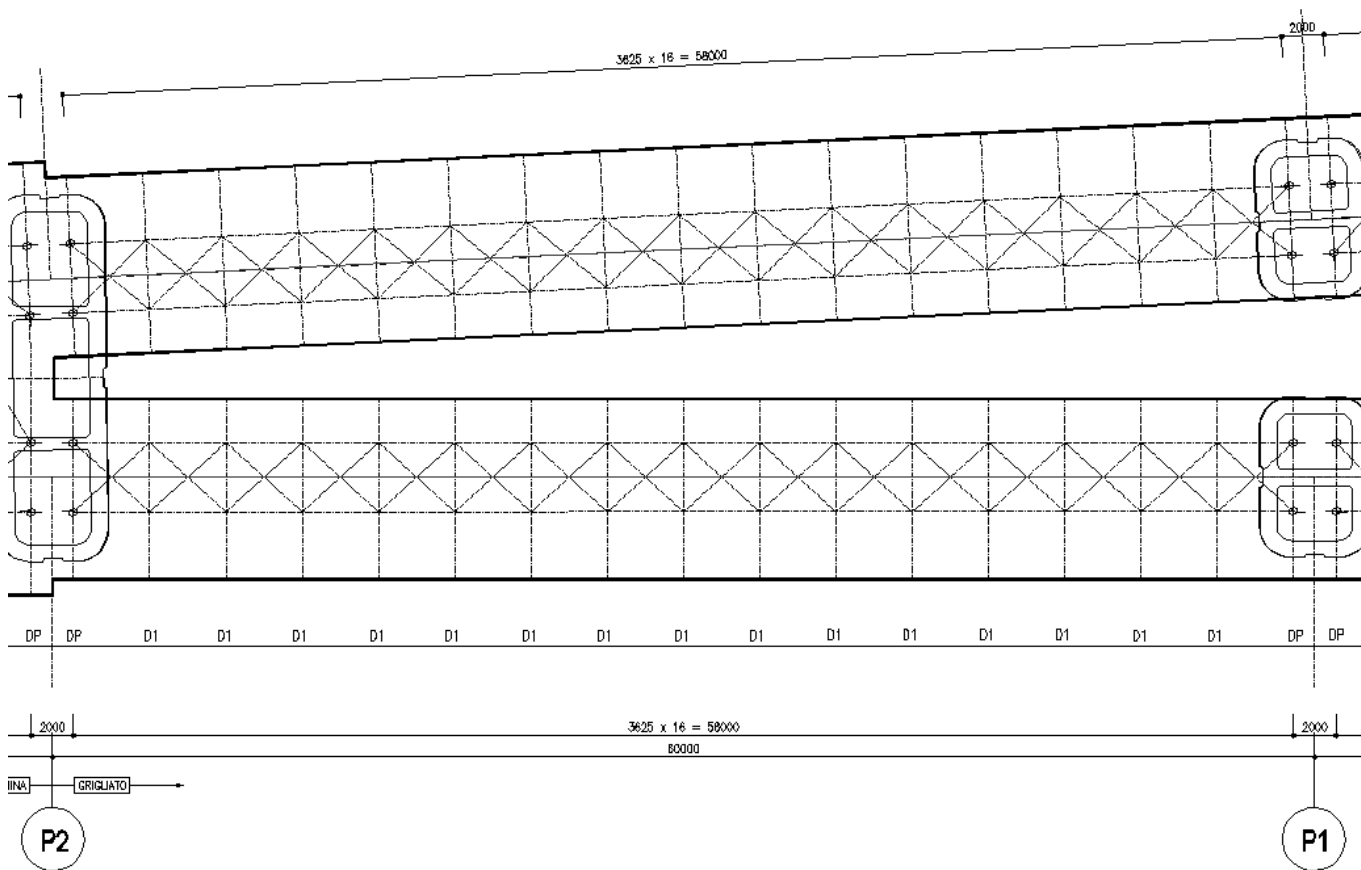


Fig. 2 – Pianta impalcato P2 – P1

La travata è simmetrica rispetto alla mezzeria ed è costituita da 3 conci di 2 tipologie disposti in successione, di lunghezza rispettivamente pari a 18m e 23,8m.

La struttura è costituita da due travi a doppio T collegate tramite diaframmi e controventi orizzontali in modo da formare un cassone. La distanza tra le anime del cassone è pari a 3,3 m.

La soletta in calcestruzzo armato ha una larghezza complessiva variabile e sarà gettata in opera su lastre predalle in calcestruzzo. Lo spessore della soletta è variabile da un minimo di 37 cm circa in corrispondenza del cordolo esterno ad un massimo di 47 cm circa in mezzeria, incluso lo spessore delle lastre predalle. È resa collaborante con la sottostante porzione in acciaio mediante pioli Nelson.

Le travi hanno un'altezza costante di 4,25 m per tutta la lunghezza del ponte ed un'altezza variabile in prossimità degli appoggi in quanto la sezione in appoggio misura 2,75m di altezza.

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 14 di 136

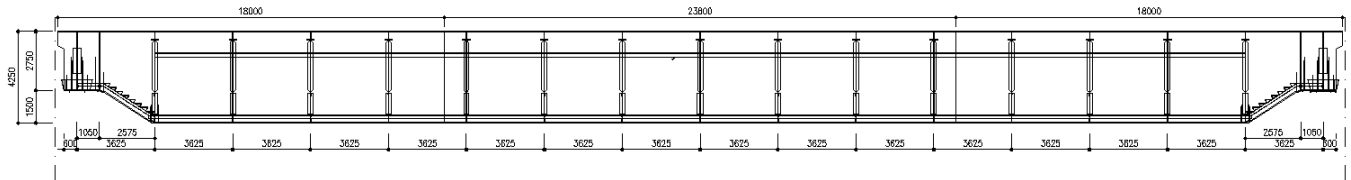


Fig. 3 – Prospetto longitudinale dell'impalcato

Il cassone è controventato superiormente e inferiormente tramite aste con schema a Z.

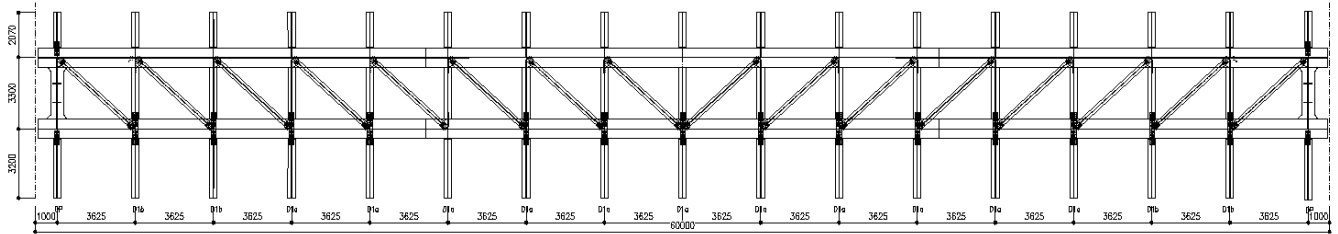


Fig. 4 – Pianta di impalcato superiore

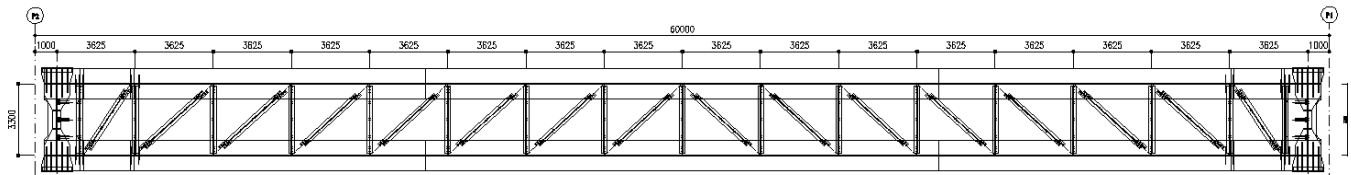


Fig. 5 – Pianta di impalcato inferiore

I diaframmi interni a ciascun cassone e quelli di collegamento tra i due cassoni sono costituiti da diagonali disposti con schema a K. In corrispondenza degli appoggi, i diaframmi sono costituiti da travi ad anima piena.

Trasversalmente sono previsti dei traversi piolati che sostengono la soletta e chiudono superiormente i diaframmi.

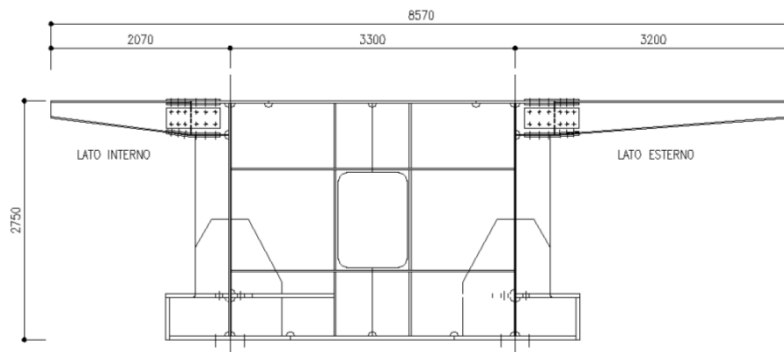


Fig. 6 – Diaframma di testa

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 15 di 136

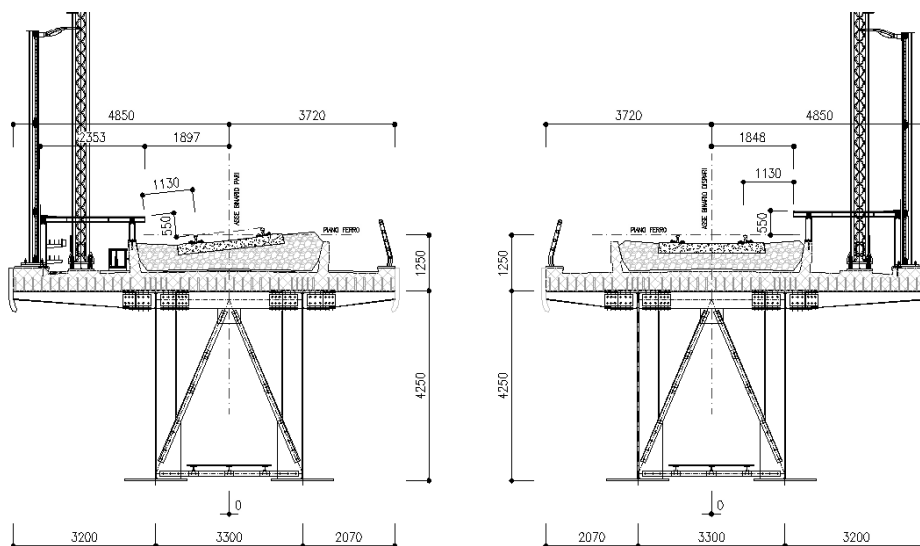


Fig. 7 – Sezione trasversale architettonica

Per quanto riguarda i dispositivi di vincolo dell'impalcato alle sottostrutture, si prevede il seguente schema di vincolo:

- due appoggi fissi in pila P1;
- un appoggio unidirezionale (scorrevole in senso longitudinale) ed un multidirezionale in spalla A

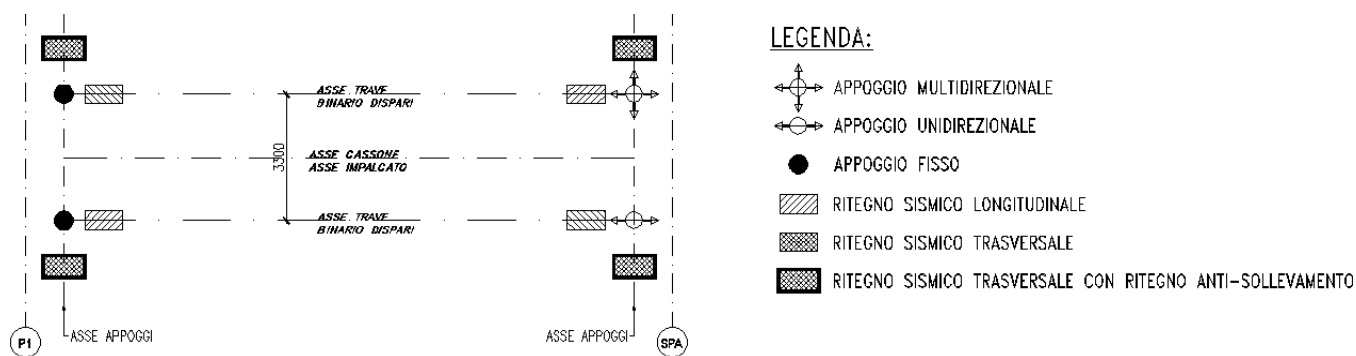


Fig. 8 – Schema appoggi

Come da schema in Fig. 8 inoltre sono previsti ritegni sismici longitudinali e trasversali ed un ritegno anti-sollevamento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 17 di 136

6 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

Si riassumono di seguito le caratteristiche principali dei materiali. Si rimanda alla tavola di progetto specifica per ulteriori dettagli.

6.1 ACCIAIO DA CARPENTERIA METALLICA

Le strutture principali del ponte sono realizzate in acciaio S355 secondo EN10025, dove:

- $t \leq 40$ mm $f_{yk} = 355$ MPa e $f_u = 510$ MPa
- $40 < t \leq 80$ mm $f_{yk} = 335$ MPa e $f_u = 470$ MPa

Modulo elastico $E_s = 210\,000$ MPa.

6.2 CALCESTRUZZO PER LA SOLETTA

$R_{ck} = 40$ N/mm² (C32/40) resistenza caratteristica (frattile 5%) dei cubetti a 28 gg
 tipo cemento CEM I-V

Rapporto acqua cemento ≤ 0.50

Consistenza plastica = Classe di Slump S4

Classe di esposizione XC4

Copriferro = 45 mm

Diametro massimo dell'inerte per le strutture ≤ 20 mm

Si impiegano additivi anti-ritiro che consentono di ottenere un valore di contrazione per ritiro $\epsilon_{rit} = -1,34 \times 10^{-4}$ (calcolo deformazione da ritiro al §8.9).

Dalla tabella 4.1.IV del DM2018 si ricava l'apertura ammissibile delle fessure per le condizioni ambientali molto aggressive e in presenza di armatura poco sensibile.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppi di Esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_k	Stato limite	w_k
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4, il valore w_k è definito al § 4.1.2.2.4.5.

Fig. 9 – Stato limite di fessurazione – tabella 4.1.IV del DM2018

Nel caso di armatura poco sensibile, lo stato limite di apertura delle fessure, nelle combinazioni frequente e quasi permanente, è definito da $w_1 = 0,2$ mm.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 18 di 136

6.3 ACCIAIO PER OPERE IN C.A.

Acciaio per barre d'armatura: B450C controllato in stabilimento (barre ad aderenza migliorata)

Acciaio per reti elettrosaldate: B450C (secondo le prescrizioni del D.M. 17-1-2018)

- $5 < \varnothing < 30$ mm. acciaio per cemento armato B450C.
- $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450$ N/mm² tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ N/mm² tensione caratteristica di rottura

Per la piegatura delle barre si fa riferimento al DM 17-1-2018.

6.4 LASTRE PREDALLE

Calcestruzzo

Classe di resistenza minima C32/40

Tipo cemento CEM I-V

Rapporto acqua cemento ≤ 0.50

Classe minima di consistenza S4

Classe di esposizione ambientale XC4

Copriferro = 35 mm

Diametro massimo dell'inerte ≤ 20 mm

Acciaio

Barre e reti elettrosaldate in acciaio B450C saldabile

- $5 < \varnothing < 30$ mm. acciaio per cemento armato B450C.
- $1.15 < (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450$ N/mm² tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540$ N/mm² tensione caratteristica di rottura

Per la piegatura delle barre si fa riferimento al DM 17-1-2018

6.5 BULLONI

Strutture principali

- viti 10.9 secondo UNI EN ISO 898-1 UNI EN 14399-4
- dadi 10 secondo UNI EN 20898-2:1994 UNI EN 14399-4

Strutture secondarie

- Viti classe 8.8 UNI EN ISO 898-1, UNI EN 14399-4
- Dadi classe 8 UNI EN 20898-2, UNI EN 14399-4

Gioco foro-bullone:

- STRUTTURE SECONDARIE: 1 mm (compresa tolleranza della vite)
- STRUTTURE PRINCIPALI: bulloni a taglio con accoppiamento di precisione, con gioco foro-bullone, comprensivo delle rispettive tolleranze, non superiore a 0,3 mm per $\varnothing \leq 20$ mm e non superiore a 0,5 mm per $\varnothing > 20$ mm, essendo \varnothing il diametro del bullone.

I giunti bullonati sono calcolati a taglio, considerando la resistenza dei bulloni cl. 8.8 sebbene da progetto siano previsti bulloni cl.10.9.

La resistenza a taglio è calcolata come da D.M. 2018, ossia:

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 19 di 136

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A / \gamma_{M2} = 0,6 \times 800 \times 572 / 1,25 / 1000 = 220 \text{ kN (per bulloni M27)}$$

Tale valore risulta inferiore alla resistenza dei bulloni M27 di classe 10.9 ridotta del 15%, come prescritto nel "Manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – ponti e strutture" (Fig. 10). Infatti la resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 calcolata secondo D.M.2018 risulta:

$$F_{V,Rd} = 0,6 \cdot f_{tb} \cdot A / \gamma_{M2} = 0,6 \times 1000 \times 572 / 1,25 / 1000 = 275 \text{ kN}$$

Riducendo tale valore del 15% si ottiene una resistenza a taglio pari a 234 kN, ossia maggiore della resistenza considerata in fase di progetto.

2.5.2.3.6.2 Giunzioni con bulloni a taglio

Per quanto riguarda il calcolo delle unioni bullonate a taglio vale quanto riportato al paragrafo 4.2.8 del DM 17.01.2018 con una riduzione del 15% dei limiti di resistenza indicati nel detto paragrafo.

Per la verifica a fatica dei bulloni si farà riferimento alla relativa curva SN riportata nella EN 1993.

Sono ammessi bulloni con diametro 12 - 14 - 16 - 18 - 20 - 22 - 24 - 27 mm.

Nel progetto del giunto si dovrà tener conto, nella definizione degli interassi e della distanza dai margini dei pezzi da unire, della possibilità di alesatura a diametro superiore.

Per strutture con armamento diretto o travate di luce > 60 m si dovrà tener adeguatamente conto del gioco foro-bullone nella valutazione della deformata della travata, il relativo contributo dovrà essere considerato nella contro-freccia di montaggio.

Fig. 10 – Estratto dal "Manuale di progettazione delle opere civili"

6.6 PIOLI CONNETTORI

Si utilizzano pioli tipo Nelson in acciaio S235JR+ C450 (St37/3k) con:

- snervamento $f_Y \geq 350 \text{ N/mm}^2$
- rottura $f_u \geq 450 \text{ N/mm}^2$
- Norma di riferimento: EN 13918

6.7 SALDATURE

Le saldature realizzate mediante cordoni d'angolo che uniscono due lamiere di spessori S1 e S2 ($S1 \geq S2$) devono avere il lato Z soddisfacente la limitazione seguente (eccetto dove diversamente indicato nei disegni):

$$0,7 \times S_2 = Z$$

Per ulteriori indicazioni sulle saldature si rimanda alle tavole di dettaglio.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 20 di 136

7 METODO DI VERIFICA

L'analisi globale della struttura è effettuata con il metodo elastico, pertanto si valutano gli effetti delle azioni nell'ipotesi che il legame tensione-deformazione del materiale sia infinitamente lineare.

La struttura viene verificata secondo il metodo semiprobabilistico degli stati limite, confrontando le tensioni calcolate con la tensione limite come definito nel D.M.2018 § 4.2.4.1.2, ossia:

4.2.4.1.2 Resistenza delle membrature

Per la verifica delle travi la resistenza di progetto da considerare dipende dalla classificazione delle sezioni.

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 piani tipici delle travi, si eseguono con riferimento al seguente criterio:

$$\sigma_{x,Ed}^2 + \sigma_{z,Ed}^2 - \sigma_{z,Ed}\sigma_{x,Ed} + 3\tau_{Ed}^2 \leq (f_{yk} / \gamma_{M0})^2 \quad [4.2.4]$$

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.

Fig. 11 – estratto da § 4.2.4.1.2 “Resistenza delle membrature” del DM2018

Il D.M.2018 al §4.2.4.1.2 “Resistenza delle membrature” ammette la verifica in campo elastico per tutti i tipi di sezione, “con l'avvertenza di tener conto degli effetti di instabilità locale per le sezioni di classe 4.Per le sezioni di classe 4, in alternativa alle formule impiegate nel seguito, si possono impiegare altri procedimenti di comprovata validità”.

Si assume pertanto che le sezioni delle travi siano sempre di classe 3; la verifica viene effettuata calcolando le tensioni nella sezione lorda ed accertando che tale valore sia inferiore alla tensione limite (come in Fig. 11). Viene poi eseguita la verifica della stabilità degli elementi d'anima compressi tramite il procedimento descritto nelle istruzioni CNR 10011.

Per quanto riguarda le verifiche della singole aste (aste di controvento o di diaframma), si confronta la resistenza delle membrature definita da normativa $R_d = R_k / \gamma_M$ con la forza sollecitante; il rapporto tra i due valori deve essere inferiore ad 1,0 ($F_{ED} / R_d < 1,0$).

7.1 COEFFICIENTI DI SICUREZZA

Per le verifiche di resistenza delle membrature si adottano i fattori parziali γ_{M0} e γ_{M2} indicati in tab.4.2.V della normativa italiana (Fig. 12).

Tab. 4.2.VII - Coefficienti di sicurezza per la resistenza delle membrature e la stabilità

Resistenza delle Sezioni di Classe 1-2-3-4	$\gamma_{M0} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature	$\gamma_{M1} = 1,05$
Resistenza all'instabilità delle membrature di ponti stradali e ferroviari	$\gamma_{M1} = 1,10$
Resistenza, nei riguardi della frattura, delle sezioni tese (indebolite dai fori)	$\gamma_{M2} = 1,25$

Fig. 12 – Coefficienti parziali di sicurezza - § 4.2.4.1 D.M.2018

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 21 di 136

8 ANALISI DEI CARICHI

8.1 PESI PROPRI

Si considerano i seguenti pesi propri per unità di volume:

- Calcestruzzo: 25 kN/mc
- Acciaio da carpenteria metallica: 78,5 kN/mc

Il peso totale dei due impalcati in carpenteria metallica è pari a 5010 kN:

Il peso totale della soletta in calcestruzzo, per ogni semi impalcato è pari a 2x5785 kN, in quanto:

- peso predalle = 25 x 0,05 x 8.57 x 60 = 643 kN
- peso getto di calcestruzzo (sp.medio 0,40m) = 25 x 0,40 x 8.57 x 60 = 5142 kN

Il peso proprio totale risulta 16580 kN.

8.2 PERMANENTI PORTATI

Si considerano i seguenti carichi permanenti portati per ciascun impalcato:

- Ballast (sp. convenzionale 0,80m come da normativa): 18 kN/m³ x 0,80m x 3,85m = 55,4 kN/m
- Muri paraballast: 2 x 0,14 m² x 25 kN/m² = 7,2 kN/m
- Cavidotti e impianti: 4,5 kN/m
- Cordolo laterale lato esterno: 25 kN/m³ x 0,2 x 0,7 = 3,5 kN/m
- Cordolo laterale lato interno: 25 kN/m³ x 0,2 x 0,36 = 1,8 kN/m
- Vele: 2 x 2,50 = 5 kN/m
- Barriera antirumore (h=4m come da normativa): 4 x 4 = 16 kN/m
- Impermeabilizzazione: 0,17 x 20 = 3,4 kN/m
- Passerella – grigliato e telaio: 2,5 kN/m
- Incremento per rialzo in curva (solo su binario pari): 6 kN/m

Il carico permanente totale risulta pari a 105 kN/m.

8.3 EFFETTI DINAMICI

I coefficienti dinamici tengono conto delle amplificazioni dinamiche delle sollecitazioni, delle deformazioni e degli effetti delle vibrazioni della struttura. Per le usuali tipologie di ponti e per velocità di percorrenza inferiori a 220 km/h, quando la frequenza propria della struttura ricade all'interno del fuso definito dalla normativa, è sufficiente utilizzare i coefficienti dinamici definiti dalla normativa ferroviaria.

Nel caso in esame, si utilizzano i coefficienti definiti dalla normativa, in quanto la frequenza propria della struttura è al limite del fuso (§10.3).

Considerando la linea con ridotto standard manutentivo, si ottiene:

$$\Phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,73 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_3 \leq 2,00$$

Per le verifiche di resistenza a fatica, si considera il coefficiente di incremento dinamico definito come:

$$\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,20} + 0,82 \quad \text{con la limitazione } 1,00 \leq \Phi_2 \leq 1,67$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 22 di 136

Per la verifica delle travi principali del ponte, si considera come lunghezza caratteristica L_ϕ la luce della travata (Fig. 13) ossia 58 m, pertanto l'incremento dinamico risulta:

- $\Phi_3 = 1,02$ per le verifiche di resistenza e stabilità
- $\Phi_{2,fatica} = 1,01$ per le verifiche a fatica

Per la verifica dei traversi si fa riferimento al coefficiente di incremento dinamico definito dal considerando una lunghezza caratteristica L_ϕ pari al doppio della luce delle travi trasversali, per cui si ottiene:

	L [m]	L_ϕ [m]	Φ_3 [-]	$\Phi_{2,fatica}$ [-]
Traverso a sbalzo (mensola esterna)	3,2	6,4	1,66	1,44
Traverso a sbalzo (mensola interna)	2,07	4,14	1,91	1,6
Traverso interno ai cassoni	3,3	6,6	1,64	1,43

A favore di sicurezza si considera per tutti i traversi:

- $\Phi_3 = 1.91$ per le verifiche di resistenza e stabilità
- $\Phi_{2,fatica} = 1.6$ per le verifiche a fatica

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L_ϕ
TRAVI PRINCIPALI		
5	5.1 Travi e solette semplicemente appoggiate (compresi i solettoni a travi incorporate)	Luce nella direzione delle travi principali

Fig. 13 – Coefficienti dinamici – estratto dal Manuale RFI

Caso	Elemento strutturale	Lunghezza L_ϕ
IMPALCATO DI PONTE IN ACCIAIO CON BALLAST (LASTRA ORTOTROPA O STRUTTURA EQUIVALENTE)		
1	Piastra con nervature longitudinali e trasversali o solo longitudinali	
	1.1 Piastra (in entrambe le direzioni)	3 volte l'interasse delle travi trasversali
	1.2 Nervature longitudinali (comprese le mensole fino a 0,50 m) ⁽³⁾ ;	3 volte l'interasse delle travi trasversali
	1.3 Travi trasversali intermedie	2 volte la luce delle travi trasversali
	1.4 Travi trasversali di estremita	caso più sfavorevole tra: - 2 volte la lunghezza delle travi trasversali. - 3,60 m

Fig. 14 – Coefficienti dinamici – estratto dal Manuale RFI

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 23 di 136

8.4 CARICHI VIAGGIANTI

Le azioni variabili verticali sono definite in accordo con il Manuale di progettazione RFI e con il D.M. 2018. In particolare si considerano due modelli di carico distinti: il primo rappresentativo del traffico normale (modello di carico LM71) ed il secondo rappresentativo del traffico pesante (modello di carico SW/2).

TRENO DI CARICO LM/71

Il treno di carico LM/71 è costituito da 4 forze concentrate di 250 kN disposte ad interasse 1,6m e da due distese di carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m di distanza dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata (Fig. 15).

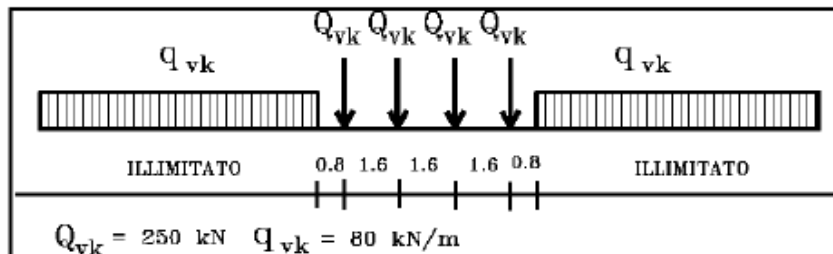


Fig. 15 – Modello di carico LM71 – estratto da D.M.2018 § 5.2.2.3.1

Il coefficiente di adattamento per questo modello di carico è $\alpha = 1,1$.

TRENO DI CARICO SW/2

Il modello di carico SW/2 schematizza gli effetti prodotti dal traffico ferroviario pesante ed è costituito da due distese di carico distribuito di 150 kN/m lunghe 25m come rappresentato in Fig. 16.

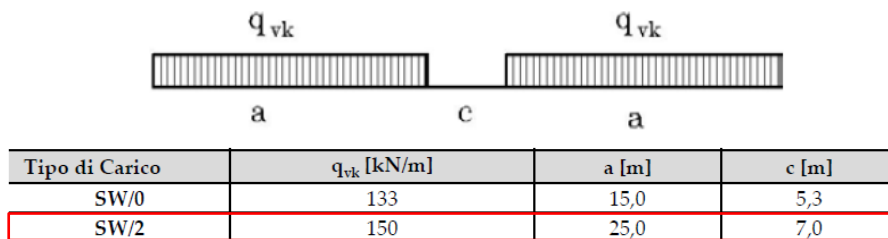


Fig. 16 – Modello di carico SW/2 – estratto da D.M.2018

Il coefficiente di adattamento per questo modello di carico è $\alpha = 1$.

8.5 CARICHI SUI MARCIAPIEDI

Il carico sui marciapiedi è definito come da normativa pari a 10 kN/m².

Questo carico non si considera contemporaneo al transito dei convogli ferroviari e non è soggetto all'incremento dinamico.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 24 di 136

8.6 FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI

Le forze di avviamento e frenatura agiscono in sommità del binario, nella direzione longitudinale dello stesso. Si tratta di forze uniformemente distribuite su una lunghezza di binario determinata per ottenere l'effetto più gravoso sull'elemento considerato.

I valori caratteristici definiti dalla normativa italiana sono (§ 5.2.2.3.3 D.M. 2018):

- Avviamento: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m} \times L \leq 1000 \text{ kN}$ per treni di carico LM71, SW/0 e SW/2
- Frenatura: $Q_{fb,k} = 20 \text{ kN/m} \times L \leq 6000 \text{ kN}$ per treni di carico LM71 e SW/0
- Frenatura: $Q_{fb,k} = 35 \text{ kN/m} \times L$ per treni di carico SW/2

Questi valori caratteristici vanno moltiplicati per i coefficienti α ($\alpha_{LM71} = 1,1$ e $\alpha_{SW2} = 1,0$), ma non per l'incremento dinamico ϕ .

8.7 AZIONE CENTRIFUGA

La forza centrifuga si considera agente verso l'esterno della curva, in direzione orizzontale ed applicata alla quota di 1,80 m al di sopra del piano del ferro.

Il valore caratteristico della forza centrifuga si determina come da normativa ferroviaria, ossia:

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha Q_{vk}) \quad [5.2.9.a]$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) \quad [5.2.9.b]$$

dove:

Q_{tk} - q_{tk} = valore caratteristico della forza centrifuga [kN -kN/m];

Q_{vk} - q_{vk} = valore caratteristico dei carichi verticali [kN -kN/m];

α = coefficiente di adattamento;

v = velocità di progetto espressa in m/s;

V = velocità di progetto espressa in km/h;

f = fattore di riduzione (definito in seguito nella 5.2.10);

g = accelerazione di gravità in m/s^2 ;

r = raggio di curvatura in m.

Valore di α	Massima velocità della linea [Km/h]	Azione centrifuga basata su:				traffico verticale associato
		V	α	f		
SW/2	≥ 100	100	1	1	1 x 1 x SW/2	Φ x 1 x SW/2
	< 100	V	1	1	1 x 1 x SW/2	
LM71 e SW/0	> 120	V	1	f	1 x f x (LM71'+SW/0)	Φ x 1 x 1 x (LM71'+SW/0)
		120	α	1	α x 1 x (LM71'+SW/0)	Φ x α x 1 x (LM71'+SW/0)
	≤ 120	V	α	1	α x 1 x (LM71'+SW/0)	

Fig. 17 – Forza centrifuga - estratto dal manuale di progettazione delle opere civili "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E"

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 25 di 136

Il raggio di curvatura considerato è pari a 5000m.

Per il modello di carico SW2 risulta:

$V = 100 \text{ km/h}$ (la velocità di progetto della linea è di 200 km/h), $f = 1,0$ e $\alpha = 1,0$

$$Q_{tk} = Q_{vk} = 0 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha q_{vk}) = \frac{100^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,0 \cdot 150) = 2,4 \text{ kN/m}$$

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times \text{SW}/2$.

Per il modello di carico LM71 vanno considerati due casi, come da tabella in Fig. 17:

- Caso a) $V = 120 \text{ km/h}$, $f = 1,0$ e $\alpha = 1,1$

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{120^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,1 \cdot 250) = 6,2 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{120^2}{127 \cdot 5000} \cdot (1,0 \cdot 1,1 \cdot 80) = 2,0 \text{ kN/m}$$

Caso b) $V = 200 \text{ km/h}$, $\alpha = 1$, $f = 0,64$ (con $L_f = 58 \text{ m}$)

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{200^2}{127 \cdot 5000} \cdot (0,66 \cdot 1,0 \cdot 250) = 10,0 \text{ kN}$$

$$q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot q_{vk}) = \frac{200^2}{127 \cdot 5000} \cdot (0,66 \cdot 1,0 \cdot 80) = 3,2 \text{ kN/m}$$

Il traffico verticale associato è pari a $\Phi \times \text{LM}/71$.

Nel modello di calcolo si considera solamente il caso (b) in quanto più gravoso per il ponte in esame.

8.8 SERPEGGIO

Come definito nel D.M. 2018, "l'azione laterale indotta dal serpeggio si considera come una forza concentrata agente orizzontalmente, applicata alla sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario". La forza applicata è di 100 kN.

Questo valore caratteristico va moltiplicato per il coefficiente α , ma non per l'incremento dinamico ϕ .

8.9 RITIRO E VISCOSITA' DEL CALCESTRUZZO

La sezione mista è soggetta ad uno stato di coazione dovuto al ritiro della soletta in c.a.

L'effetto del ritiro del calcestruzzo viene valutato secondo D.M. 2018 § 11.2.10.6 e 7.

I parametri per il calcolo sono i seguenti:

- Modulo elastico del calcestruzzo: $E_m = 33 \text{ 643 MPa}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 26 di 136

- dimensione fittizia: $h_0 = 2xAc/u = 2x3.43/8.97 = 764 \text{ mm}$
- resistenza caratteristica del calcestruzzo $R_{ck} = 40 \text{ MPa}$
- resistenza cilindrica del calcestruzzo $f_{ck} = 32 \text{ MPa}$
- umidità relativa RH pari al 75 % $\rightarrow kh = 0,7$

f_{ck}	Deformazione da ritiro per essiccamento (in ‰)					
	Umidità Relativa (in ‰)					
	20	40	60	80	90	100
20	-0,62	-0,58	-0,49	-0,30	-0,17	+0,00
40	-0,48	-0,46	-0,38	-0,24	-0,13	+0,00
60	-0,38	-0,36	-0,30	-0,19	-0,10	+0,00
80	-0,30	-0,28	-0,24	-0,15	-0,07	+0,00

Fig. 18 – Valori di ϵ_0 – tabella 11.2.Va del D.M. 2018

- deformazione per ritiro da essiccamento $\epsilon_{c0} = -299 \times 10^{-6}$
- deformazione da ritiro per essiccamento a tempo infinito $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \times \epsilon_{c0} = -210 \times 10^{-6}$
- deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito $\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -58 \times 10^{-6}$

La deformazione totale per ritiro risulta:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = -268 \times 10^{-6}$$

Si considera l'utilizzo di additivi anti-ritiro che consentono di ottenere un valore di contrazione per ritiro:

$$\epsilon = \epsilon_{cs} / 2 = -134 \times 10^{-6}$$

Considerando di applicare il carico al tempo $t_0 = 28$ giorni, il coefficiente di viscosità al tempo infinito risulta:

$$\phi(t, t_0) = 1,63$$

Il modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine pertanto risulta:

$$E_{c\infty} = E_{cm} / (1 + \phi) = 12\,015 \text{ MPa}$$

8.10 VARIAZIONE TERMICHE

8.10.1 UNIFORME

La variazione termica uniforme da considerare per un impalcato in struttura mista acciaio – calcestruzzo è di +/- 15°C. Si aggiunge inoltre una differenza di temperatura di 5°C tra la soletta in calcestruzzo e la trave in acciaio.

8.10.2 NON UNIFORME

Si considera un gradiente di temperatura di 5°C fra estradosso ed intradosso impalcato.

8.11 VENTO

Secondo la normativa di riferimento (D.M. 17/01/2018 - §5.1.3.7) l'azione del vento è convenzionalmente pari ad un carico orizzontale statico, diretto ortogonalmente all'asse del ponte. La pressione del vento è definita come:

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

dove:

q_b è la pressione cinetica di riferimento calcolata come $\frac{1}{2} \times \rho \times v_b^2$

c_e è il coefficiente di esposizione

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 28 di 136

figura 8.3 Coefficiente di forza per i ponti, $c_{fx,0}$

Legenda

- 1 Tipo di ponte
- 2 Travi reticolari separatamente
- a) Fase di costruzione o parapetti aperti (aperti più del 50%)
- b) Con parapetti o barriere antirumore o traffico

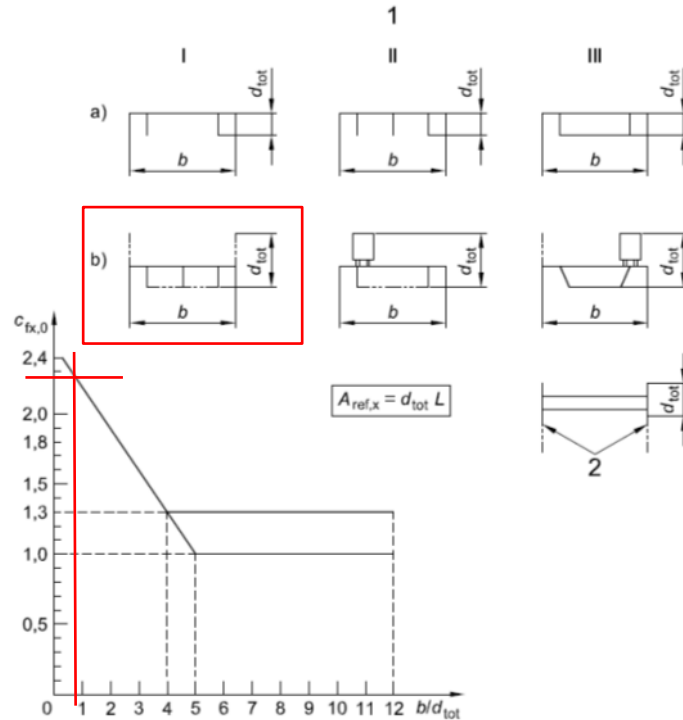


Fig. 20 – Coefficienti di Forza per i ponti – EN1991

La pressione del vento totale agente sul ponte risulta:

$$p = 0,492 \times 2,35 \times 2,25 \times 1,0 = 2,6 \text{ kN/m}^2$$

Si assume una pressione totale del vento pari a 2,6 kN/m².

Pertanto le azioni del vento sui vari elementi del ponte sono:

- azione totale sulle travi d'impalcato: $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 4,25\text{m} = 11,05 \text{ kN/m}$
- su soletta e armamento (fino al piano del ferro): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 1,25\text{m} = 3,25 \text{ kN/m}$
- sulla barriera antirumore ($h = 4,6\text{m}$ come da normativa): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 4,6\text{m} = 12 \text{ kN/m}$
- sul convoglio ferroviario ($h = 4\text{m}$ come da normativa): $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 4\text{m} = 10,4 \text{ kN/m}$

L'azione del vento agente sulle travi principali viene ripartita con riferimento alle travi multiple del D.M.2018 poste ad una distanza d non maggiore del doppio dell'altezza, considerando un coefficiente di solidità ϕ pari ad 1,0, per cui risulta:

- vento su trave 1: $q = 8,85 \text{ kN/m}$
- vento su trave 2 ($d = 3,3\text{m} < 2 \times 4,25 = 8,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 8,85 = 1,77 \text{ kN/m}$
- vento su trave 3 ($d = 3,5 \div 8,4 \text{ m} < 2 \times 4,25 = 8,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 1,77 = 0,35 \text{ kN/m}$
- vento su trave 4 ($d = 3,3\text{m} < 2 \times 4,25 = 8,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 0,35 = 0,07 \text{ kN/m}$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 29 di 136

La somma delle azioni risulta pari a $8,85 + 1,77 + 0,35 + 0,07 = 11,05$ kN/m.

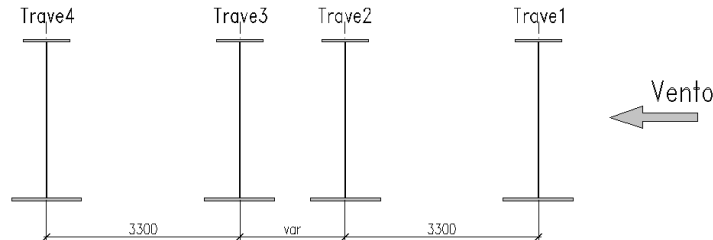


Fig. 21 – Ripartizione dell'azione del vento sulle travi principali

8.12 AZIONI SISMICHE

Gli spettri di progetto definiti sono stati determinati a partire dalle coordinate, la vita nominale, la classe d'uso, le categorie topografiche e di sottosuolo e in base allo stato limite da considerare.

In particolare per i viadotti in oggetto, con riferimento al DM2008:

- Long = 15.28056; Lat = 41.24107
- Vn = 75 anni
- classe d'uso=III dunque Cu = 1,5
- TR = 1068 anni
- Categoria di sottosuolo C
- Categoria topografica T1
- Stato limite considerato SLV
- Fattore di struttura: q = 1

Gli spettri di progetto in direzione orizzontale e verticale sono illustrati in Fig. 22 e Fig. 23.

L'azione sismica si determina tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali secondo la relazione:

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} Q_{kj}$$

dove:

- G₁ e G₂ rappresentano le masse dei pesi propri e dei carichi permanenti
- $\psi_{2j} Q_{kj}$ rappresenta il 20% della massa corrispondente al carico da traffico ($\psi_{2j} = 0,2$)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 30 di 136
PROGETTO ESECUTIVO							

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

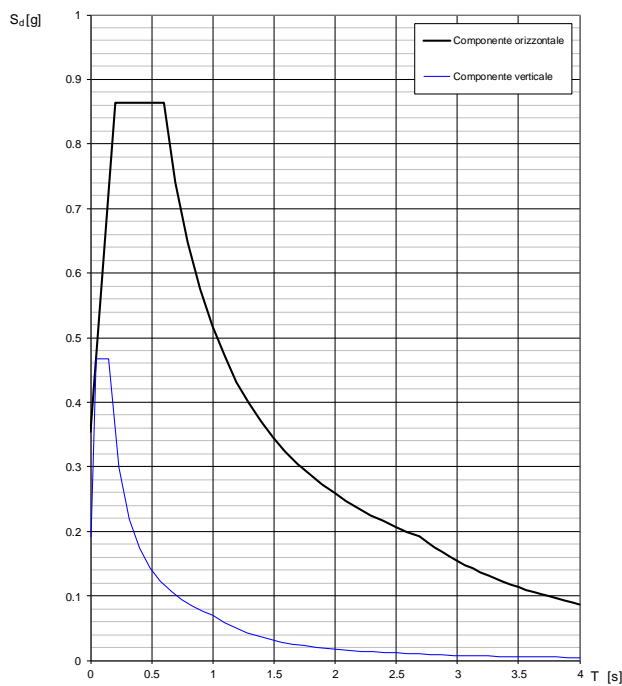


Fig. 22 – Spettro di risposta di progetto – componente orizzontale e verticale

Parametri indipendenti <table border="1"> <tr><td>STATO LIMITE</td><td>SLV</td></tr> <tr><td>a_q</td><td>0.273 g</td></tr> <tr><td>F_o</td><td>2.435</td></tr> <tr><td>T_C</td><td>0.431 s</td></tr> <tr><td>S_S</td><td>1.302</td></tr> <tr><td>C_C</td><td>1.387</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>q</td><td>1.000</td></tr> </table>		STATO LIMITE	SLV	a_q	0.273 g	F_o	2.435	T_C	0.431 s	S_S	1.302	C_C	1.387	S_T	1.000	q	1.000	Parametri indipendenti <table border="1"> <tr><td>STATO LIMITE</td><td>SLV</td></tr> <tr><td>a_{qv}</td><td>0.192 g</td></tr> <tr><td>S_S</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>S_T</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>q</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T_B</td><td>0.050 s</td></tr> <tr><td>T_C</td><td>0.150 s</td></tr> <tr><td>T_D</td><td>1.000 s</td></tr> </table>		STATO LIMITE	SLV	a_{qv}	0.192 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
STATO LIMITE	SLV																																		
a_q	0.273 g																																		
F_o	2.435																																		
T_C	0.431 s																																		
S_S	1.302																																		
C_C	1.387																																		
S_T	1.000																																		
q	1.000																																		
STATO LIMITE	SLV																																		
a_{qv}	0.192 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 <table border="1"> <tr><td>S</td><td>1.302</td></tr> <tr><td>η</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>T_B</td><td>0.199 s</td></tr> <tr><td>T_C</td><td>0.597 s</td></tr> <tr><td>T_D</td><td>2.690 s</td></tr> </table>		S	1.302	η	1.000	T_B	0.199 s	T_C	0.597 s	T_D	2.690 s	Parametri dipendenti <table border="1"> <tr><td>F_v</td><td>1.716</td></tr> <tr><td>S</td><td>1.000</td></tr> <tr><td>η</td><td>1.000</td></tr> </table>		F_v	1.716	S	1.000	η	1.000																
S	1.302																																		
η	1.000																																		
T_B	0.199 s																																		
T_C	0.597 s																																		
T_D	2.690 s																																		
F_v	1.716																																		
S	1.000																																		
η	1.000																																		

Fig. 23 – Parametri dello spettro di risposta – componente orizzontale (a sinistra) e verticale (a destra)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 31 di 136

8.13 DERAGLIAMENTO

Il deragliamento è un'azione derivante dall'esercizio ferroviario che deve essere considerata quale azione eccezionale.

- Caso 1: Si devono considerare due carichi verticali lineari $q_{A1d} = 60 \text{ kN/m}$ ciascuno, posizionati longitudinalmente su una lunghezza di 6,40 m, ad una distanza trasversale pari allo scartamento S . Il carico più eccentrico tra i due deve essere posto ad una distanza massima di $1,5s$ dall'asse dei binari (con $s = 1435 \text{ mm}$).

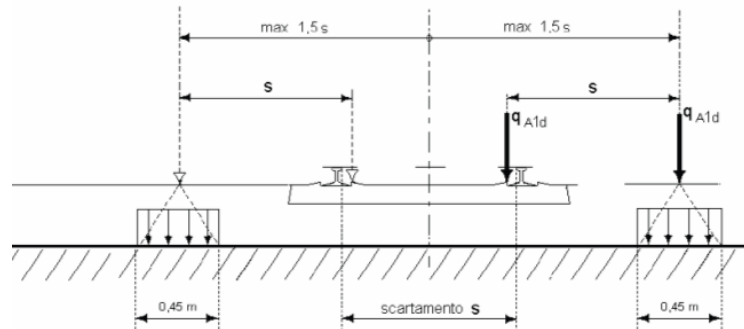


Fig. 24 – Deragliamento – caso 1

- Caso 2: Si deve considerare un unico carico lineare $q_{A2d} = 80 \times 1.4 \text{ kN/m}$ esteso per 20 m e disposto con una eccentricità massima, lato esterno, di $1,5s$ rispetto all'asse del binario.

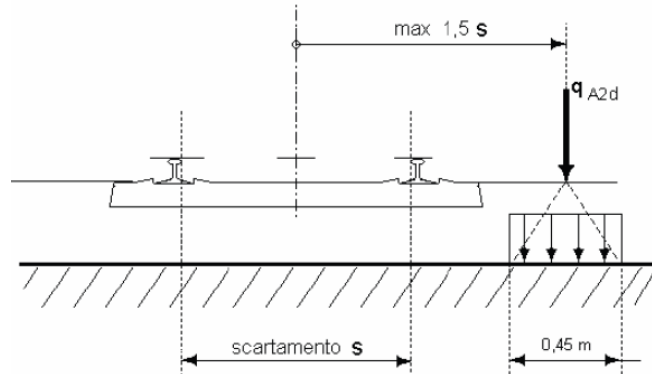


Fig. 25 – Deragliamento – caso 2

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 32 di 136

9 COMBINAZIONI

Le azioni descritte ai paragrafi precedenti vengono combinate tramite opportuni coefficienti, come definito dalla normativa per ponti ferroviari.

Ai fini delle verifiche agli stati limite, la normativa definisce le seguenti combinazioni di carico:

- Combinazione fondamentale, generalmente impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Fig. 26 – Combinazioni delle azioni: § 2.5.3 D.M. 2018

I coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU sono evidenziati in Fig. 27.

Tab. 5.2.V - Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

Coefficiente			EQU ⁽¹⁾	A1	A2
Azioni permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁵⁾	1,00 ⁽⁶⁾	1,00
Ritiro, viscosità e cedimenti non imposti appositamente	favorevole	γ_{Ce}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevole	d	1,20	1,20	1,00

Fig. 27 – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU: tabella 5.2.V § 5.2.3.2 D.M. 2018

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 33 di 136

I coefficienti di combinazione Ψ sono riportati in Fig. 28

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

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

(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.

Fig. 28 – Coefficienti di combinazione: tabella 5.2.VI § 5.2.3 D.M. 2018

Nel caso di ponti ferroviari è necessario tenere in considerazione la contemporaneità dei treni secondo quanto previsto dalla normativa Fig. 29. Nel caso in esame, trattandosi di un binario, si considera un treno LM71 ovvero un treno SW2, configurazione corrispondente alla condizione di traffico pesante.

Tab. 5.2.III - Carichi mobili in funzione del numero di binari presenti sul ponte

Numero di binari	Binari Carichi	Traffico normale		Traffico pesante ⁽²⁾
		caso a ⁽¹⁾	caso b ⁽¹⁾	
1	Primo	1,0 (LM 71" + SW/0)	-	1,0 SW/2
	Primo	1,0 (LM 71" + SW/0)	-	1,0 SW/2
2	secondo	1,0 (LM 71" + SW/0)	-	1,0 (LM 71" + SW/0)
	Primo	1,0 (LM 71" + SW/0)	0,75 (LM 71" + SW/0)	1,0 SW/2
≥3	secondo	1,0 (LM 71" + SW/0)	0,75 (LM 71" + SW/0)	1,0 (LM 71" + SW/0)
	Altri	-	0,75 (LM 71" + SW/0)	-

⁽¹⁾ LM71 " + SW/0 significa considerare il più sfavorevole fra i treni LM 71, SW/0

⁽²⁾ Salvo i casi in cui sia esplicitamente escluso

Fig. 29 – Carichi mobili in funzione del numero di binari: tabella 5.2.III § 5.2.3 D.M. 2018

Gli effetti dei carichi verticali dovuti alla presenza dei convogli sono combinati con le altre azioni derivanti dal traffico ferroviario, adottando i coefficienti indicati nella tabella in Fig. 30:

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 34 di 136

Tab. 5.2.IV -Valutazione dei carichi da traffico

TIPO DI CARICO	Azioni verticali		Azioni orizzontali			Commenti
	Carico verticale (1)	Treno scarico	Frenatura e avviamento	Centrifuga	Serpeggio	
Gruppo 1 (2)	1,0	-	0,5 (0,0)	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	massima azione verticale e laterale
Gruppo 2 (2)	-	1,0	0,0	1,0 (0,0)	1,0 (0,0)	stabilità laterale
Gruppo 3 (2)	1,0 (0,5)	-	1,0	0,5 (0,0)	0,5 (0,0)	massima azione longitudinale
Gruppo 4	0,8 (0,6;0,4)	-	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	0,8 (0,6;0,4)	Fessurazione

(1) Includendo tutti i valori (F; a; etc..)

(2) La simultaneità di due o tre valori caratteristici interi (assunzione di diversi coefficienti pari ad 1.0), sebbene improbabile, è stata considerata come semplificazione per i gruppi di carico 1,2 e 3 senza che ciò abbia significative conseguenze progettuali

I valori campiti in grigio rappresentano l'azione dominante.

Fig. 30 – Valutazione dei carichi da traffico: tabella 5.2.IV § 5.2.3 D.M. 2018

Le tabelle seguenti riassumono le combinazioni di carico agli Stati Limite Ultimi e agli Stati Limite di Esercizio considerate per la verifica della struttura. Per ogni combinazione sono indicati i coefficienti massimi e minimi: nel combinare i carichi si considera il coefficiente più gravoso tra i due.

Nelle tabelle seguenti sono riportate quattro condizioni di carico sia per le azioni di serpeggio sia per la forza centrifuga. Queste quattro condizioni sono dovute alla necessità di rappresentare queste forze nel modello come condizioni statiche lineari. Si rimanda al paragrafo relativo per ulteriori dettagli.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO									

	G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71	Q1b_LM71	Q2a_SW2	Q2b_SW2	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	Q14_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q14_v2	Q15_v2	Q16_v2	Q7	Q8	Q5	Q6
RARA1	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RARA2	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0
RARA3	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA4	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
RARA5	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	1.020	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA6	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA7	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.0	0.8-0.8
RARA8	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.88-0.88	0.0	0.0
RARA9	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.0	0.0	0.8-0.8
RARA10	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.0	0.8-0.8
RARA11	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA12	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1-1.1	0.0	0.0
RARA13	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA14	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA15	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA16	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.88-0.88	0.0	0.0
RARA17	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8	0.0
RARA18	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0	0.0
RARA19	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA20	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1-1.1	0.0	0.0
RARA21	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	1.020	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA22	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA23	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA24	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.88-0.88	0.0	0.0
RARA25	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.8-0.8	0.0	0.0	0.8-0.8
RARA26	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA27	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA28	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1-1.1	0.0	0.0
RARA29	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA30	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA31	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA32	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.88-0.88	0.0	0.0
RARA33	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8	0.0
RARA34	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.80	0.0	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA35	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA36	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1-1.1	0.0	0.0
RARA37	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	1.020	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA38	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	1.020	0.0	1.020	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	0.0	1.0-1.0
RARA39	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA40	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.88-0.88	0.0	0.0
RARA41	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.0	0.8-0.8	0.0
RARA42	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA43	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA44	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.0	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1-1.1	0.0	0.0
RARA45	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.0	0.60	0.0	1.0-1.0	0.0	0.0	1.0-1.0
RARA46	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.0	1.021	0.0	1.021	0.0	0.0	0.5-0.5	0.5-0.5	0.0	0.6-0.6	0.6-0.6	0.0	0.0	0.60	0.0	0.0	1.0-1.0	1.1-1.1	1.0-1.0	0.0
RARA47	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.80	0.0	0.4-0.4	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	1.0-1.0	1.0-1.0	0.60	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8-0.8	0.88-0.88	0.8-0.8	0.0
RARA48	1.0-1.0	1.0-1.0	1.0-1.0	1.00	0.80	0.0	0.0	0.0	0.4-0.4	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0-1.										

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO						
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	
IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 004	C	37 di 136	

	GIa	GIc	GI-tot	Q13-RT	Q1a_LW7max	Q1a_LW7min	Q1b_LW7max	Q1b_LW7min	Q2a_SW2max	Q2a_SW2min	Q2b_SW2max	Q2b_SW2min	Q3a_LW71	Q4a_SW2	Q3b_LW71	Q4b_SW2	Q8-U	Q10_gnd	Q1a_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q14_v2	Q15_v2	Q16_v2	Q7-P4	Q7-P9	Q7-P10	Q7-P17	Q8-P4	Q8-P9	Q8-P10	Q8-P17	Q5-P4	Q5-P9	Q5-P10	Q5-P17	Q6-P4	Q6-P9	Q6-P10	Q6-P17	Sumax	SumY	SumZ			
SISMA 01	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 02	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 03	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 04	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 05	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 06	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 07	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 08	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 09	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 10	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 11	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 12	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 13	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 14	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 15	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 16	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 17	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 18	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 19	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 20	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 21	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 22	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 23	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3
SISMA 24	11	11	11	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.20	0.02	00	00	0.5-0.5	0.5-0.5	00	00	00	00	00	00	0.2-0.2	00	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	0.2-0.2	00	00	1-1	0.3-0.3	0.3-0.3

Fig. 33 – Combinazioni Sismica

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 38 di 136

10 IMPALCATO – EFFETTI GLOBALI

10.1 MODELLO DI CALCOLO

Per l'analisi delle sollecitazioni si ricorre al metodo degli elementi finiti, modellando l'impalcato con elementi beam, geometricamente collocati in corrispondenza dell'asse baricentrico reale.

Gli elementi beam (in blu in Fig. 34) rappresentano la sezione mista acciaio – calcestruzzo di una singola trave, omogeneizzata ad acciaio.

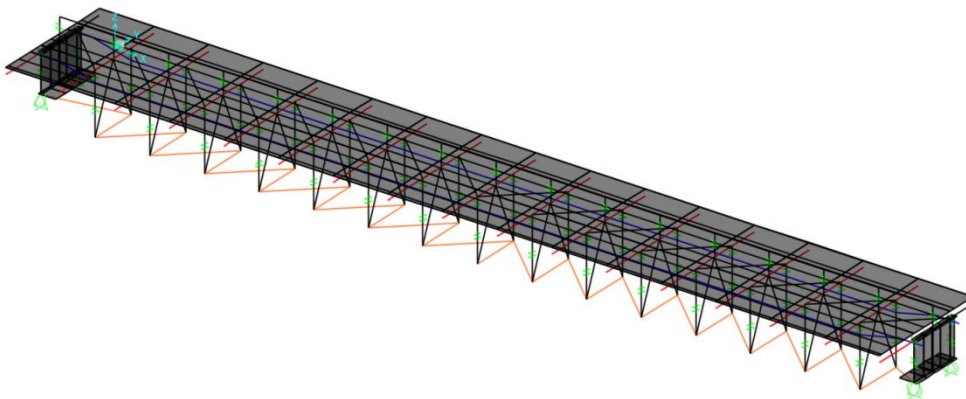


Fig. 34 – Modello FEM – vista 3D (completa)

Le aste di diaframma e dei controventi orizzontali (superiori ed inferiori) sono rappresentate da elementi beam posizionati nel loro asse baricentrico. Gli elementi sono collegati in corrispondenza dei nodi tramite elementi link rigidi, in modo da rappresentare la posizione reale degli elementi.

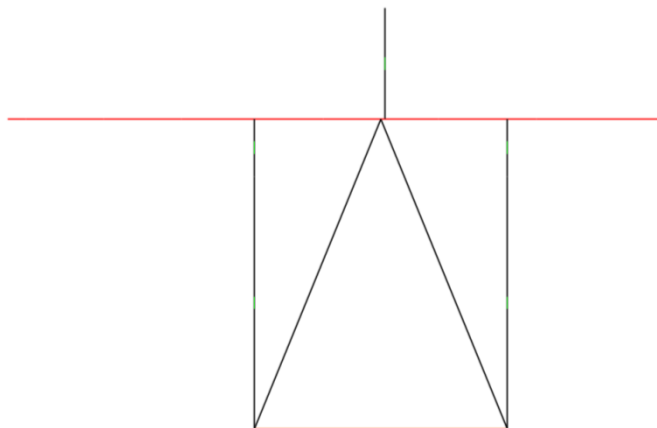


Fig. 35 – Modello FEM: sezione con diaframma tipico

Inoltre, per rappresentare correttamente la rigidità tagliante fornita dalla soletta in calcestruzzo, sono stati utilizzati elementi shell posizionati nel piano medio della soletta ed aventi lo spessore della soletta, ma con la sola rigidità tagliante assegnata, ponendo pari a zero tutte le altre caratteristiche statiche.

Gli assi globali X, Y e Z del modello indicano rispettivamente la direzione longitudinale, trasversale e verticale dell'impalcato.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 43 di 136

Sommando i 4 carichi si ottengono le seguenti reazioni vincolari

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-F1	-123	0	1769	7118	P2
P1-F2	123	-7	1790		
P1-M	0	0	1790		
P1-U	0	7	1769		
P2-M	0	0	1809	7119	P1
P2-U	0	-8	1751		
P2- F1	141	14	1809		
P2- F2	-141	0	1751		

La somma delle reazioni vincolari corrisponde al carico applicato, ossia pari a $60 \times 59,18 \times 2 = 7102$ kN

Il diaframma del momento flettente M3 calcolato dal modello FEM risulta il seguente.

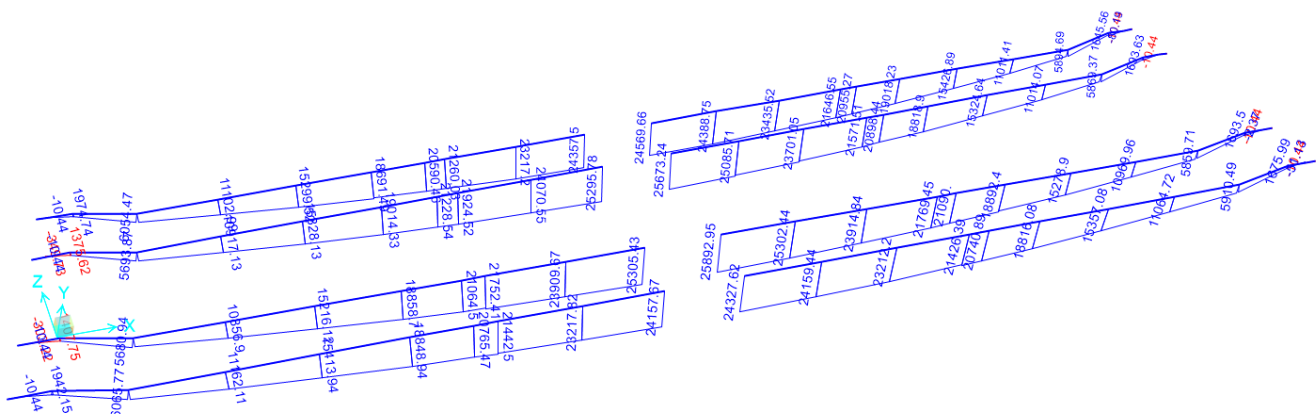


Fig. 44 – Modello FEM – momento flettente verticale dovuto ai 4 carichi sopra indicati
(nell'immagine è stato nascosto il frame centrale della trave di bordo, per una migliore leggibilità dei risultati)

Sommando i momenti flettenti si ottiene un momento totale pari a:

$$M_{tot,1} = 24327 + 25892 = 50219 \text{ kNm}$$

$$M_{tot,2} = 25673 + 24569 = 50242 \text{ kNm}$$

Il momento teorico è pari a:

$$M_{teorico} = 1/8 \times 60 \times 58^2 \times 2 = 50460 \text{ kNm}$$

$$\Delta = M_{tot,1(2)} / M_{teorico} = 0.995$$

I risultati si possono considerare equivalenti.

Ad ulteriore controllo si applica un carico uniformemente distribuito sui traversi dell'impalcato pari a 24 kN/m (lunghezza media pari a 8.57 m).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 44 di 136

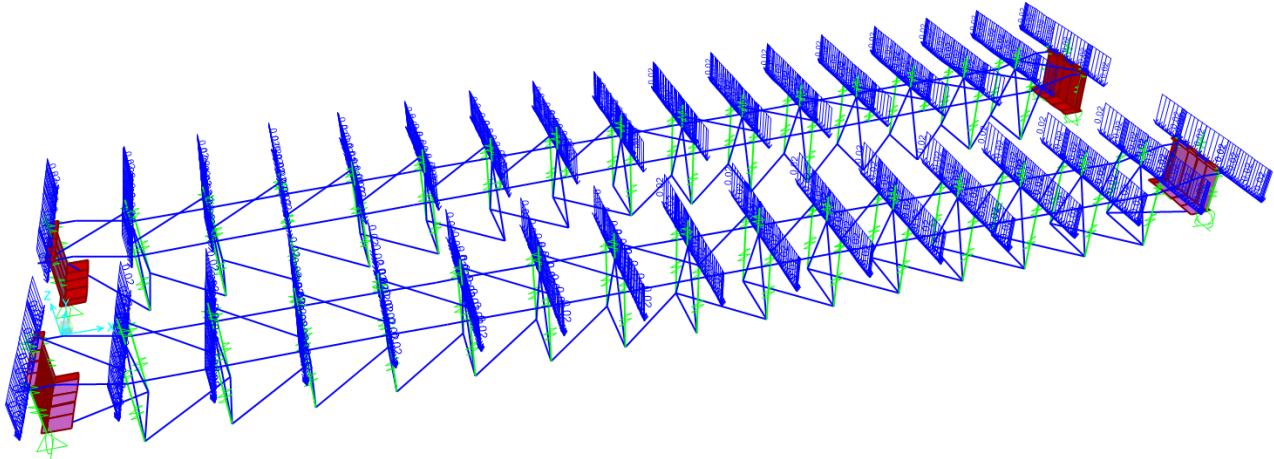


Fig. 45 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato ai traversi

Il carico totale applicato è pari a $Q = 24 \times 8.57 \times 17 \times 2 = 6993 \text{ kN}$

Le reazioni vincolari del modello sono pari complessivamente a 7002 kN per impalcato

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-F1	87	0	1188	3505	P2
P1-F2	-87	5	564		
P1-M	0	0	1175		
P1-U	0	-5	577		
P2-M	0	0	1166	3497	P1
P2-U	0	5	582		
P2- F1	-82	-8	568		
P2- F2	82	0	1181		

La distribuzione dei momenti flettenti sulle travi risulta la seguente.

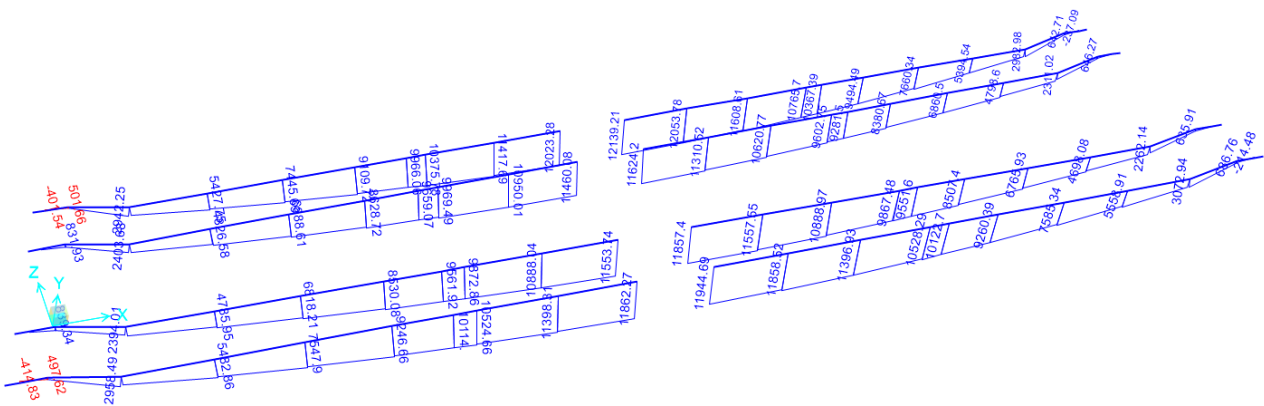


Fig. 46 – Modello FEM – momento flettente verticale dovuto ai 4 carichi sopra indicati (dall'immagine è stato nascosto il frame centrale della trave di bordo, per una migliore leggibilità dei risultati)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 51 di 136

10.2.7 SERPEGGIO (Q7, Q8)

La forza laterale indotta dal serpeggio è stata applicata a dei beam come forza concentrata orizzontalmente a livello della sommità della rotaia più alta, perpendicolarmente all'asse del binario.

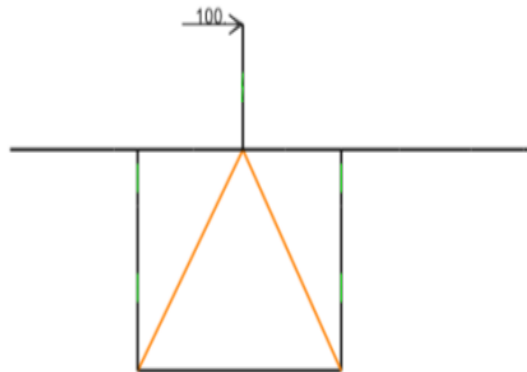


Fig. 57 –Forza di serpeggio

Ai fini della verifica sono state considerate 3 configurazioni di carico (a un quarto, due quarti e tre quarti della luce del ponte) in modo da tener conto dell'avanzamento del convoglio.

Le configurazioni prese in esame sono considerate, nelle verifiche, in concomitanza con le rispettive azioni centrifughe.

10.2.8 RITIRO DEL CALCESTRUZZO (Q13)

La deformazione da ritiro della soletta determina una pressoflessione nelle travi in acciaio sottostanti, pertanto nel modello di calcolo si applica una coppia di forze (N ed M) alle travi omogeneizzate in modo tale da riprodurre l'effetto del ritiro della soletta.

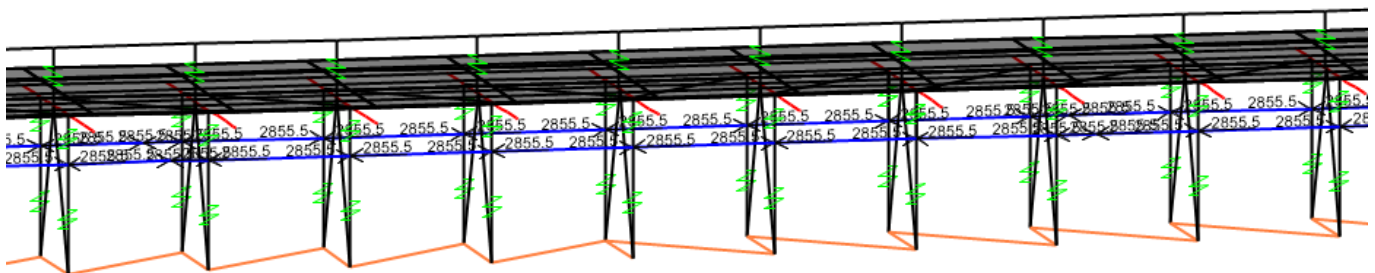


Fig. 58 – Ritiro: sollecitazione assiale applicata alle travi omogeneizzate

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 52 di 136

10.2.9 VARIAZIONI TERMICHE (Q9, Q10)

Si considera una variazione termica uniforme di $\pm 20^{\circ}\text{C}$ applicata agli elementi di trave e traversi dell'impalcato, come definito dalla normativa, mentre alla soletta è stata applicata una variazione termica uniforme di $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

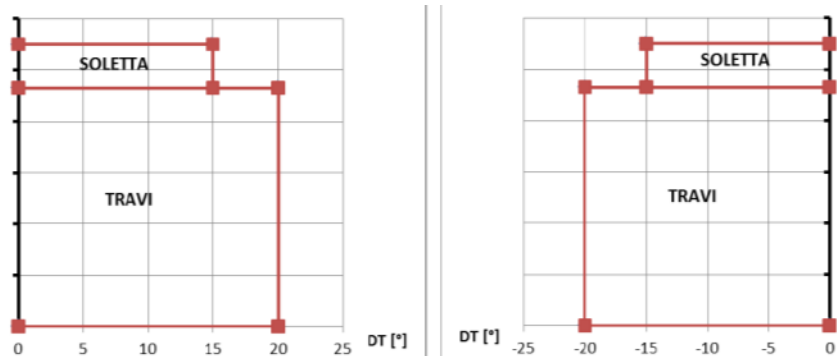


Fig. 59 – Variazione termica uniforme

Il carico è applicato nel modello di calcolo come carico termico uniforme sulle travi omogeneizzate. Inoltre, per rappresentare i 5°C di differenza di temperatura nella soletta, è stata applicata alla trave omogeneizzata una coppia di sollecitazioni (N ed M) tali da riprodurre l'effetto termico sulla soletta.

Si applica inoltre un gradiente termico pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$ fra soletta e travi in acciaio.

Il carico è applicato nel modello come gradiente termico sommato a un carico termico uniforme, in modo da ricostruire il valore nullo di DT in corrispondenza della soletta (come rappresentato in Fig. 60).

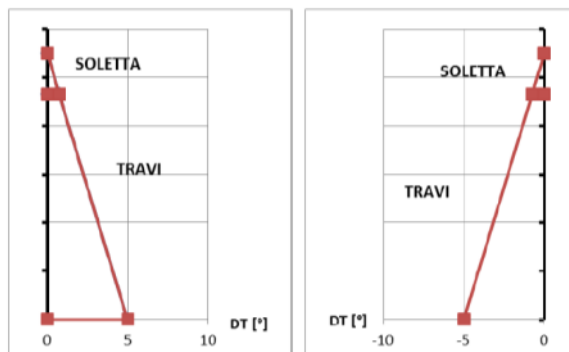


Fig. 60 – Variazione termica non uniforme: gradiente

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 53 di 136

10.2.10 VENTO (Q14, Q15, Q16)

L'azione del vento è composta dal carico agente sulle travi, sulla soletta, sul convoglio e sulle barriere antirumore. Nelle immagini seguenti (da Fig. 61 a Fig. 64) sono riportate solamente le azioni orizzontali applicate ai beam del modello; non sono rappresentate le coppie applicate.

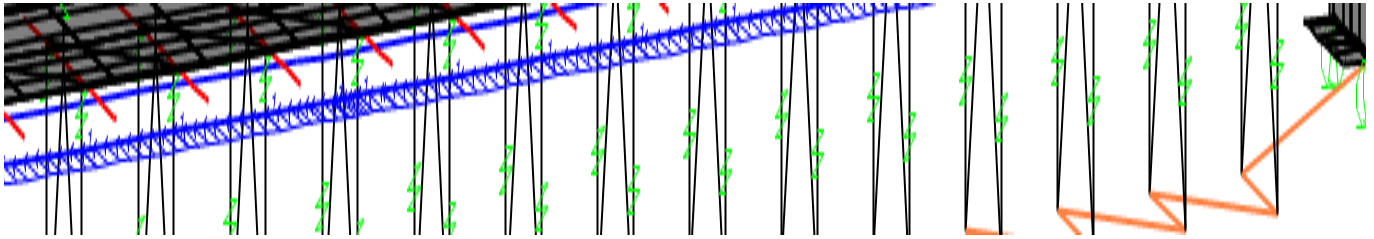


Fig. 61 – Forza da vento sulla trave

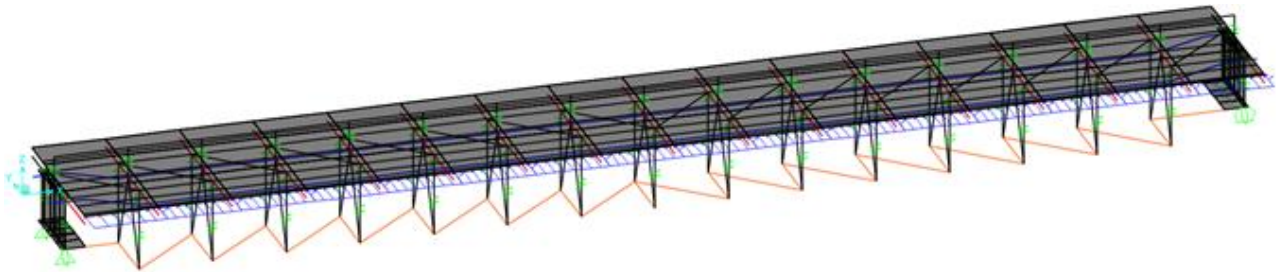


Fig. 62 – Forza da vento sulla soletta

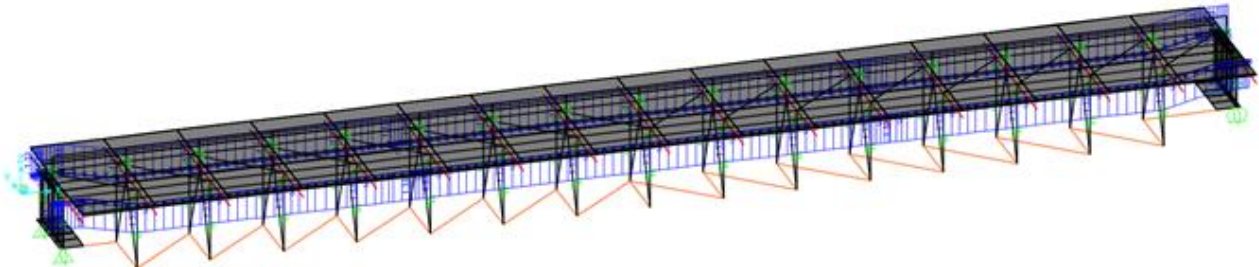


Fig. 63 – Forza da vento sul convoglio

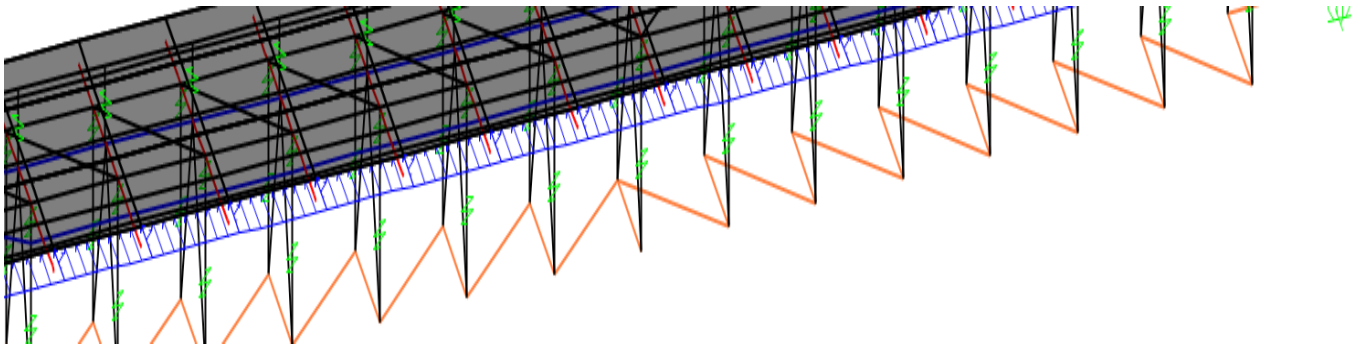


Fig. 64 – Forza da vento sulla barriera

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 55 di 136
PROGETTO ESECUTIVO						

10.2.11 AZIONI SISMICHE

Nel modello sono stati applicati i seguenti spettri di progetto in direzione orizzontale, considerando le masse partecipanti dei pesi propri e permanenti, considerando con un coefficiente $\psi_2 = 0,2$ il valore quasi permanente delle masse corrispondenti ai carichi da traffico.

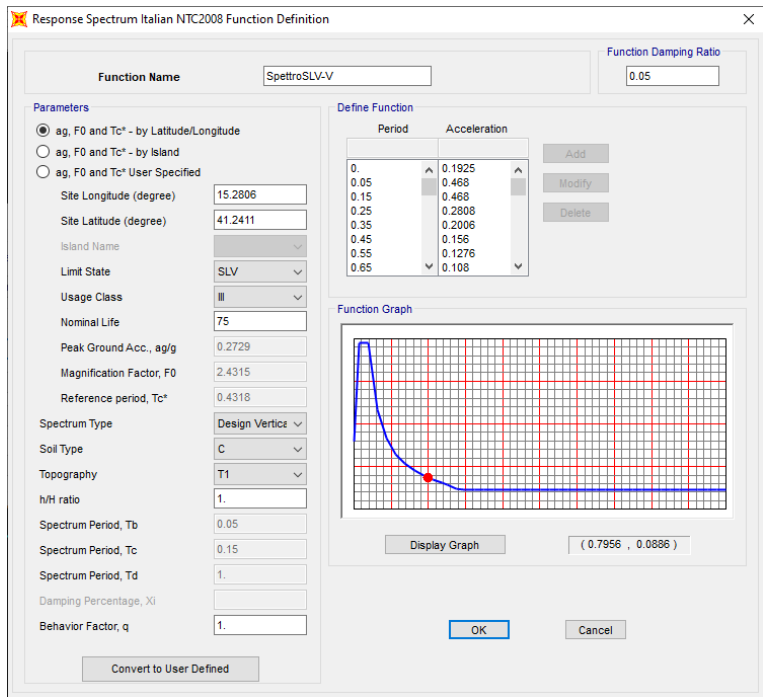
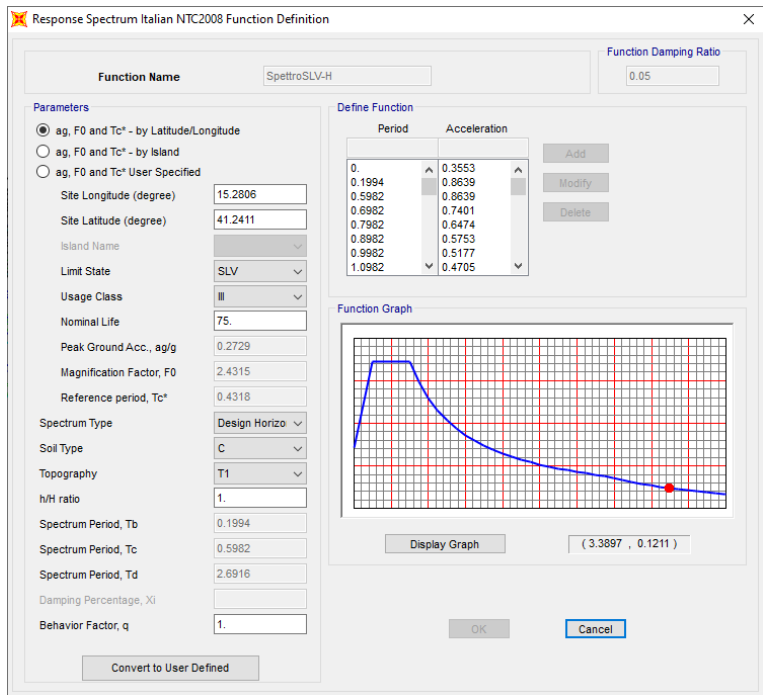


Fig. 65 – Spettro di risposta – componente orizzontale (sopra) e verticale(sotto)

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 56 di 136

10.3 ANALISI MODALE E PRIMA FREQUENZA PROPRIA DI VIBRAZIONE

La prima frequenza propria della struttura si calcola come da Manuale RFI con la formula:

$$n_0 = \frac{17,75}{\sqrt{\delta}}$$

Dove δ rappresenta la freccia in mm dovuta ai pesi propri della struttura ed ai carichi permanenti che risulta pari a 63 mm. La prima frequenza di vibrazione risulta di 2,2 Hz.

Questo valore di frequenza risulta interna al fascio descritto dalla normativa ferroviaria, in cui:

- Limite superiore: $n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748} = 4,5$ Hz
- Limite inferiore: $n_0 = 23,58 \cdot L^{-0,592} = 2,13$ Hz (per L = 58m, compresa tra 20m e 100m)

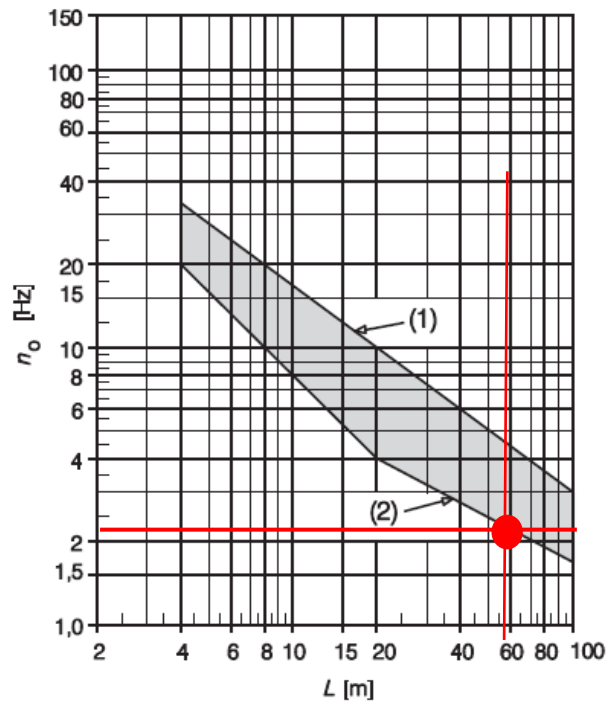


Fig. 66 – Limiti della frequenza naturale del ponte n_0 in funzione di L

Poiché il valore della frequenza risulta al limite del fascio in Fig. 66 ed essendo rispettati i requisiti richiesti dal manuale RFI ed indicati nel diagramma di flusso in Fig. 67, non è necessario effettuare alcuna analisi dinamica della struttura; pertanto le verifiche verranno effettuate considerando i coefficienti di incremento dinamico indicati al §8.3.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 57 di 136

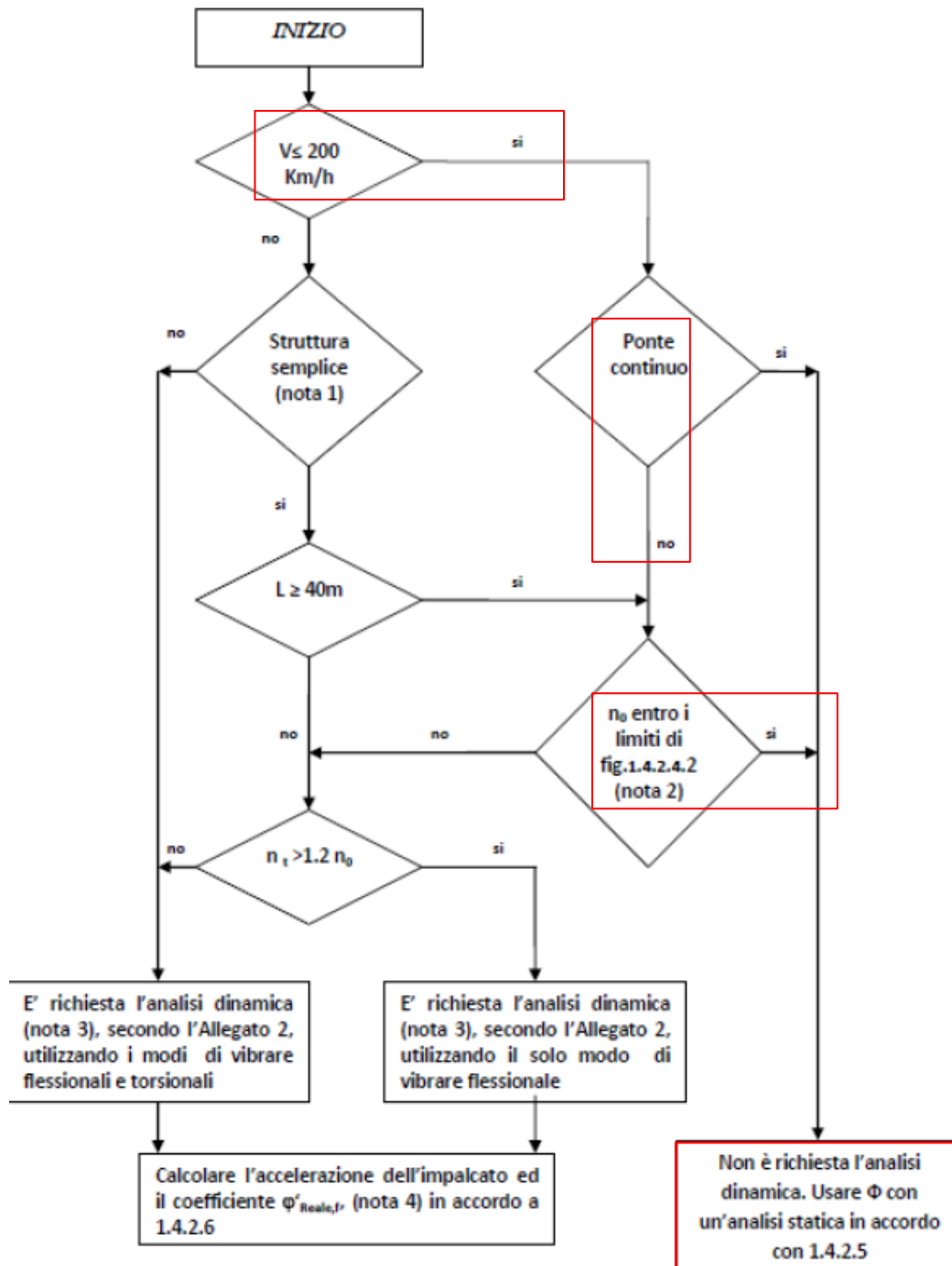


Fig. 67 – Manuale RFI – requisiti per analisi dinamica

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 58 di 136

L'analisi modale effettuata con programma di calcolo SAP2000, fornisce le frequenze proprie di vibrare dell'impalcato in esame, considerando le masse relative ai pesi propri e permanenti.

Si riportano in tabella i primi 40 modi di vibrare, con i quali si eccita una percentuale di massa superiore all'85%.

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.458	0.01	0.01	0.75	0.01	0.01	0.75	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.40	0.00	0.75	0.02	0.02	0.76	0.77	0.03	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
MODAL	Mode	3	0.25	0.01	0.04	0.01	0.02	0.80	0.78	0.77	0.00	0.00	0.82	0.00	0.00
MODAL	Mode	4	0.17	0.02	0.00	0.00	0.04	0.80	0.78	0.00	0.32	0.01	0.82	0.32	0.01
MODAL	Mode	5	0.13	0.05	0.00	0.00	0.09	0.80	0.78	0.00	0.06	0.54	0.82	0.38	0.56
MODAL	Mode	6	0.12	0.05	0.00	0.02	0.14	0.80	0.80	0.04	0.00	0.01	0.86	0.38	0.57
MODAL	Mode	7	0.12	0.26	0.00	0.01	0.40	0.80	0.81	0.00	0.05	0.11	0.86	0.43	0.68
MODAL	Mode	8	0.11	0.05	0.00	0.00	0.44	0.80	0.81	0.00	0.02	0.00	0.86	0.45	0.68
MODAL	Mode	9	0.10	0.04	0.00	0.01	0.48	0.80	0.82	0.01	0.01	0.00	0.87	0.46	0.68
MODAL	Mode	10	0.10	0.45	0.00	0.00	0.93	0.80	0.82	0.00	0.12	0.00	0.87	0.58	0.69
MODAL	Mode	11	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.80	0.82	0.00	0.02	0.00	0.87	0.60	0.69
MODAL	Mode	12	0.09	0.00	0.00	0.00	0.93	0.80	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.60	0.69
MODAL	Mode	13	0.09	0.00	0.00	0.00	0.93	0.80	0.82	0.00	0.01	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	14	0.09	0.00	0.00	0.00	0.93	0.80	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	15	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.80	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	16	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	17	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	18	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	19	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	20	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	21	0.09	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	22	0.08	0.00	0.00	0.00	0.94	0.81	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.61	0.69
MODAL	Mode	23	0.08	0.00	0.01	0.00	0.94	0.81	0.83	0.01	0.01	0.00	0.89	0.62	0.69
MODAL	Mode	24	0.08	0.00	0.01	0.00	0.94	0.82	0.83	0.01	0.01	0.00	0.90	0.63	0.69
MODAL	Mode	25	0.07	0.00	0.07	0.01	0.94	0.90	0.84	0.00	0.00	0.00	0.90	0.63	0.69
MODAL	Mode	26	0.07	0.00	0.00	0.00	0.94	0.90	0.84	0.00	0.04	0.00	0.90	0.67	0.69
MODAL	Mode	27	0.07	0.00	0.04	0.00	0.94	0.93	0.84	0.03	0.00	0.00	0.93	0.67	0.69
MODAL	Mode	28	0.06	0.00	0.01	0.05	0.94	0.94	0.90	0.01	0.00	0.00	0.95	0.67	0.69
MODAL	Mode	29	0.06	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.67	0.69
MODAL	Mode	30	0.06	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.67	0.69
MODAL	Mode	31	0.06	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.67	0.69
MODAL	Mode	32	0.05	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.00	0.12	0.95	0.67	0.81
MODAL	Mode	33	0.05	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.01	0.08	0.95	0.68	0.89
MODAL	Mode	34	0.05	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.05	0.04	0.95	0.73	0.93
MODAL	Mode	35	0.05	0.00	0.00	0.00	0.94	0.94	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.73	0.93
MODAL	Mode	36	0.04	0.00	0.01	0.00	0.94	0.96	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.73	0.93
MODAL	Mode	37	0.04	0.00	0.00	0.00	0.94	0.96	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.73	0.93
MODAL	Mode	38	0.04	0.00	0.00	0.00	0.94	0.96	0.90	0.00	0.00	0.00	0.95	0.73	0.93
MODAL	Mode	39	0.04	0.00	0.00	0.01	0.94	0.96	0.91	0.01	0.00	0.00	0.96	0.73	0.93
MODAL	Mode	40	0.04	0.00	0.00	0.00	0.94	0.96	0.91	0.00	0.00	0.00	0.96	0.73	0.93

Il primo modo di vibrare flessionale verticale ha un periodo $T = 0,458$ sec che corrisponde ad una frequenza di 2,18 Hz. Tale valore è interno al fuso definito dal Manuale RFI in quanto è compreso tra 2,13 Hz e 4,55 Hz.

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 59 di 136

 Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.45785; f = 2.18414

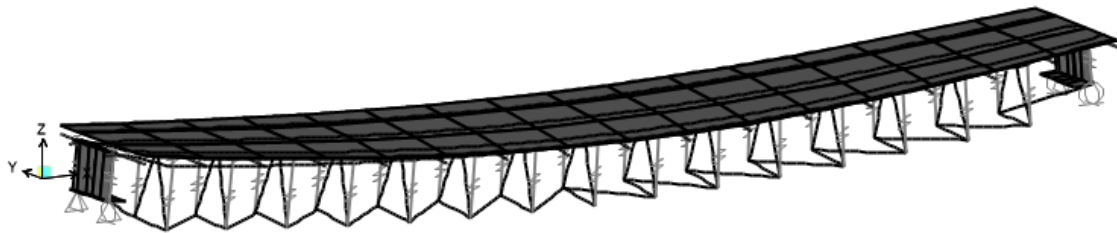


Fig. 68 – Modello FEM: primo modo di vibrare (flessionale) verticale

L'analisi pertanto conferma quanto calcolato, per cui non è necessario effettuare l'analisi dinamica della struttura.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				<p style="text-align: center;">ITINERARIO NAPOLI – BARI</p> <p style="text-align: center;">RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA</p> <p style="text-align: center;">II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA</p>						
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA										
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 60 di 136	

10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI PRINCIPALI

10.4.1 GEOMETRIA DELL'IMPALCATO

Le sezioni della trave principale sono illustrate di seguito.

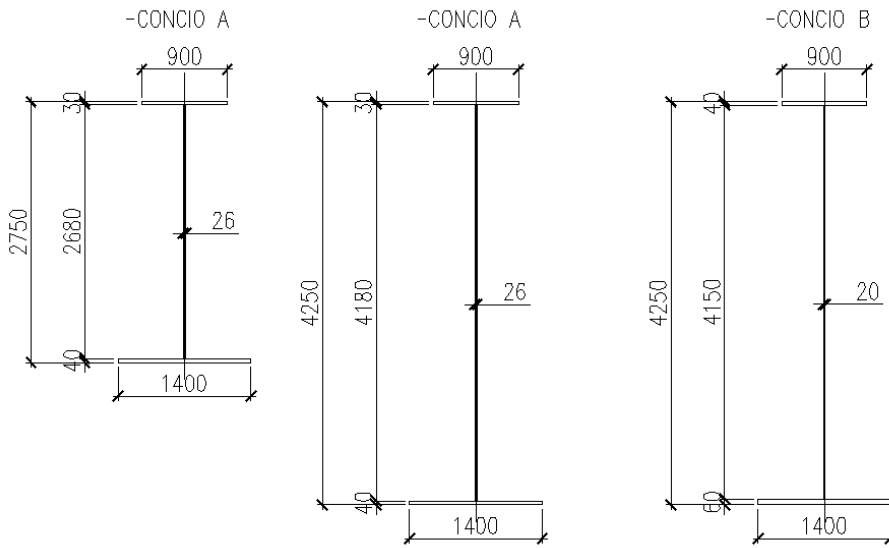


Fig. 69 – Trave principale: sezioni

Nelle tabelle seguenti si riassumono le caratteristiche geometriche delle sezioni.

Sezione	Sezione di acciaio							Soletta			
	B_{sup}	S_{sup}	h_w	S_w	B_{inf}	S_{inf}	A_{acc}	$B_{soletta}$	$S_{soletta}$ (getto)	$A_{soletta}$	$A_{soletta}$
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[mm]	[mm]	[cm ²]	[cm ²]
C01	900	30	2680	26	1400	40	1527	4850	375	1164	2963
C02	900	30	3430	26	1400	40	1722	4850	375	1164	2963
C03	900	30	4180	26	1400	40	1986	4850	375	1164	2963
C04	900	40	4150	20	1400	60	2099	4850	375	1164	2963
C05	900	30	2680	26	1400	40	1527	3720	375	893	2272
C06	900	30	3430	26	1400	40	1722	3720	375	893	2272
C07	900	30	4180	26	1400	40	1986	3720	375	893	2272
C08	900	40	4150	20	1400	60	2099	3720	375	893	2272
C09	900	30	4180	26	1400	40	1986	3720	375	893	2272
C10	900	30	3430	26	1400	40	1722	3720	375	893	2272
C11	900	30	2680	26	1400	40	1527	3720	375	893	2272

Le caratteristiche della sezione mista acciaio – calcestruzzo omogeneizzata ad acciaio, relativa alle fasi II e III precedentemente descritte sono riportate in tabella seguente.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 61 di 136

Sezione	Sezione mista omogeneizzata ad acciaio							
	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6	n = 16	n = 6
	A _{sez.mista} [cm ²]	A _{sez.mista} [cm ²]	J _{x,mista} [cm ⁴]	J _{x,mista} [cm ⁴]	J _{y,mista} [cm ⁴]	J _{y,mista} [cm ⁴]	Y _{G,mista} [mm]	Y _{G,mista} [mm]
C01	2691	4489	4.16E+07	5.39E+07	2.39E+07	5.91E+07	1928	2352
C02	2886	4684	6.83E+07	8.89E+07	2.39E+07	5.91E+07	2379	2901
C03	3150	4949	1.03E+08	1.35E+08	2.39E+07	5.91E+07	2831	3433
C04	3263	5062	1.20E+08	1.58E+08	2.44E+07	5.97E+07	2687	3327
C05	2420	3799	3.82E+07	5.06E+07	1.13E+07	2.73E+07	1809	2237
C06	2615	3994	6.27E+07	8.32E+07	1.13E+07	2.73E+07	2239	2756
C07	2879	4258	9.47E+07	1.26E+08	1.13E+07	2.73E+07	2675	3262
C08	2992	4372	1.11E+08	1.47E+08	1.19E+07	2.78E+07	2524	3143
C09	2879	4258	9.47E+07	1.26E+08	1.13E+07	2.73E+07	2675	3262
C10	2615	3994	6.27E+07	8.32E+07	1.13E+07	2.73E+07	2239	2756
C11	2420	3799	3.82E+07	5.06E+07	1.13E+07	2.73E+07	1809	2237

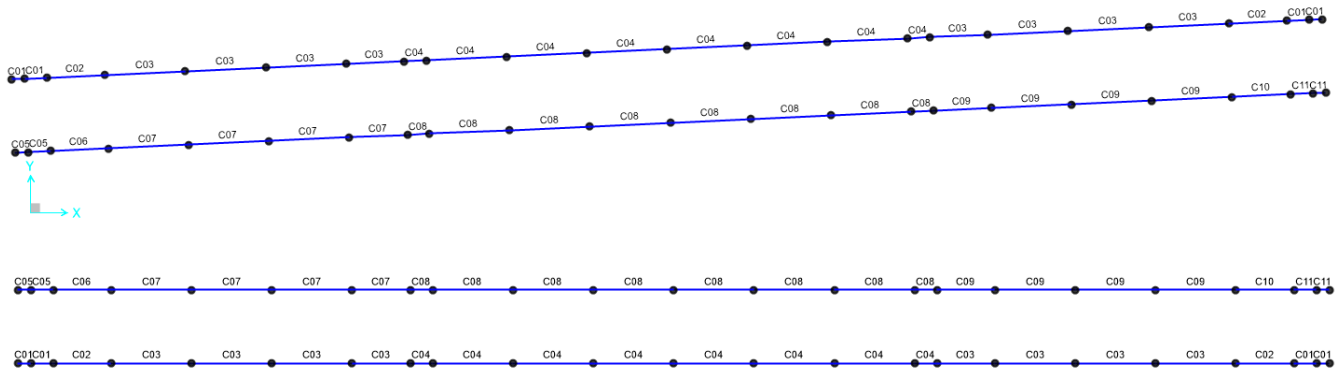


Fig. 70 – Distribuzione delle sezioni nel modello FEM

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 62 di 136

Calcolo delle caratteristiche statiche della sezione in acciaio

Viene sempre valuta l'area dei rib longitudinali anche quando non esplicitamente indicati nelle formule seguenti):

$$Peso = Area \cdot 7850$$

$$Y_g = \frac{\sum (b_i \cdot s_i \cdot Y_{retan\ golo})}{\sum b_i \cdot s_i}$$

$$J_x = n^{\circ}_{travi} \cdot \sum \left(\frac{1}{12} b_i \cdot s_i^3 + b_i \cdot s_i \cdot dist_y^2 \right); dist_y = Y_{retan\ golo} - Y_g$$

$$J_y = n^{\circ}_{travi} \cdot \sum \left(\frac{1}{12} s_i \cdot b_i^3 + b_i \cdot s_i \cdot dist_x^2 \right); dist_x = X_{retan\ golo} - \frac{b_{assi_travi}}{2}$$

$$J_t = \frac{4 \cdot \Omega^2}{\sum \frac{b_i}{s_i}}; \Omega = b_{assi_travi} \cdot H_{trave}$$

$$W_{x.acc.sup} = \frac{J_x}{H_{trave} - Y_g}; W_{x.an.sup} = \frac{J_x}{H_{trave} - Y_g - s_{p.sup}}$$

$$W_{x.acc.inf} = \frac{J_x}{Y_g}; W_{x.an.inf} = \frac{J_x}{Y_g - s_{p.inf}}$$

$$S_{x.an.sup} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.sup} \cdot s_{p.sup} \cdot \left(H_{trave} - Y_g - \frac{s_{p.sup}}{2} \right) \right]$$

$$S_{x.an.inf} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.inf} \cdot s_{p.inf} \cdot \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) \right]$$

$$S_{x.max} = n^{\circ}_{travi} \cdot \left[b_{p.inf} \cdot s_{p.inf} \cdot \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) + (Y_g - s_{p.inf}) \cdot s_{anima} \cdot \frac{(Y_g - s_{p.inf})}{2} \right]$$

$$W_{y-sup-E} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} + \frac{b_{p.sup}}{2}}; W_{y-sup-I} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} - \frac{b_{p.sup}}{2}}$$

$$W_{y-inf-E} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} + \frac{b_{p.inf}}{2}}; W_{y-inf-I} = \frac{J_y}{\frac{b_{assi_travi}}{2} - \frac{b_{p.inf}}{2}}$$

$$i_x = \sqrt{\frac{J_x}{Area}}; i_y = \sqrt{\frac{J_y}{Area}}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 63 di 136

Calcolo delle caratteristiche statiche della soletta di calcestruzzo:

$$Area = n^{\circ}_{travi} \cdot \left(\frac{B \cdot s_{getto}}{n} + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \right); n^{\circ}_{barresup/inf} = \frac{B}{passo_{barresup/inf}}$$

$$Y_g = \frac{\frac{B \cdot s_{getto}}{n} \cdot \left(H_{trave} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} \right) + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} + s_{getto} - coprif) + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall})}{\frac{Area}{n^{\circ}_{travi}}}$$

$$J_x = n^{\circ}_{travi} \left[\frac{\frac{1}{12} B \cdot s_{getto}^3 + B \cdot s_{getto} \cdot \left(H_{trave} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right)^2}{n} + n^{\circ}_{barresup} \cdot \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} + s_{getto} - coprif - Y_g)^2 + n^{\circ}_{barreinf} \cdot \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} \cdot (H_{trave} + s_{dall} - Y_g)^2 \right]$$

$$J_y = n^{\circ}_{travi} \left[\frac{\frac{1}{12} B^3 s_{getto} + B s_{getto} \left(\frac{b_{assi_travi}}{2} \right)^2}{n} + \sum \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} d_i + \sum \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} d_i \right]$$

dove d_i è funzione che calcola la posizione delle barre d'armatura in direzione Y

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 64 di 136

Calcolo delle caratteristiche statiche della sezione mista Acciaio-Calcestruzzo:

$$Area = Area_{acc} + Area_{cls}$$

$$Y_g = \frac{A_{acc} \cdot Y_{g-acc} + A_{cls} \cdot Y_{g-cls}}{Area}$$

$$J_x = J_{acc} + J_{cls} + A_{acc} (Y_g - Y_{g-acc})^2 + A_{cls} (Y_g - Y_{g-cls})^2$$

$$J_y = J_{y-acc} + J_{y-cls}$$

$$J_t = \frac{4 \cdot \Omega^2}{\sum \frac{b_i}{s_i}}; \Omega = b_{assi_travi} \cdot \left(H_{trave} + \frac{s_{soletta}}{2} \right)$$

$$W_{x-i} = \frac{J_x}{d_i}$$

$$W_{y-i} = \frac{J_y}{d_i}$$

Dove di rappresenta la distanza dal baricentro della sezione mista al punto in cui si vuole calcolare il modulo di resistenza.

$$S_{bar.sol} = n^{\circ}_{travi} \left\{ \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} n^{\circ}_{barresup} (H_{travi} + s_{soletta} - coprif - Y_g) + \left[\frac{s_{getto} B}{2} \left(H_{travi} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right) \right] \frac{1}{n} \right\}$$

$$S_{pioli} = n^{\circ}_{travi} \left\{ \frac{\pi \phi_{sup}^2}{4} n^{\circ}_{barresup} (H_{travi} + s_{soletta} - coprif - Y_g) + \frac{\pi \phi_{inf}^2}{4} n^{\circ}_{barreinf} (H_{travi} + s_{dall} - Y_g) + \left[\frac{s_{getto} B}{2} \left(H_{travi} + s_{dall} + \frac{s_{getto}}{2} - Y_g \right) \right] \frac{1}{n} \right\}$$

$$S_{an.sup} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.sup} s_{p.sup} \left(H_{travi} - \frac{s_{p.sup}}{2} - Y_g \right) \right] + A_{cls} (Y_{g-cls} - Y_g)$$

$$S_{an.inf} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.inf} s_{p.inf} \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) \right]$$

$$S_{x.max} = n^{\circ}_{travi} \left[b_{p.inf} s_{p.inf} \left(Y_g - \frac{s_{p.inf}}{2} \right) + s_{an} \frac{(Y_g - s_{p.inf})^2}{2} \right]$$

APPALTATORE: Consortio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 65 di 136

10.4.2 SOLLECITAZIONI

Si riportano di seguito le sollecitazioni calcolate tramite il modello f.em. per le principali condizioni di carico.

Le sollecitazioni sono estratte dagli elementi beam che rappresentano la sezione mista acciaio – calcestruzzo (omogeneizzata ad acciaio), come descritto al § 10.1.

In Fig. 71 è rappresentata la numerazione degli elementi beam che rappresentano la sezione mista acciaio-calcestruzzo nel modello FEM utilizzato per l’analisi globale dell’impalcato.

Sebbene la geometria delle due travate che costituiscono i ponti di luce 58 tra pile P2 e P1 sia uguale, si riportano di seguito le sollecitazioni e le tensioni calcolate per entrambi i ponti per tener conto dell’azione centrifuga e del rialzo del ballast sul binario dispari.

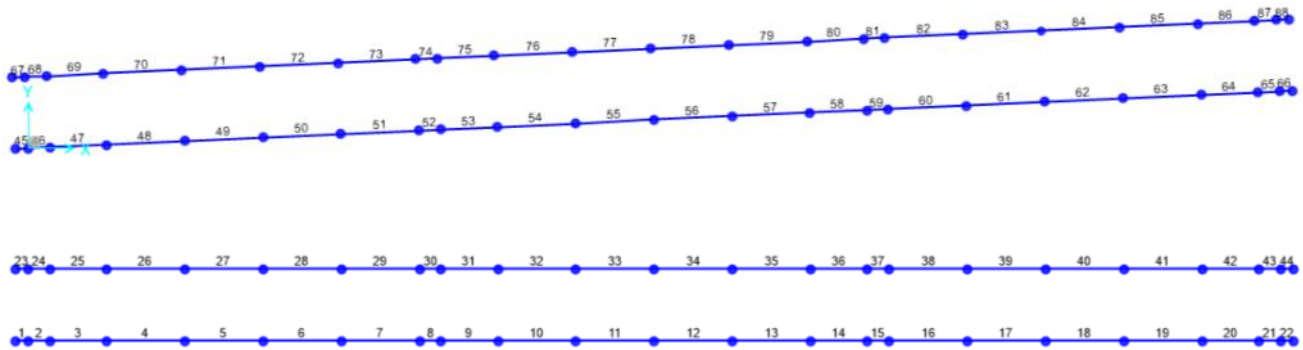


Fig. 71 – Modello FEM: numerazione degli elementi beam

Si riportano di seguito le tabelle dei parametri di sollecitazione relative alle principali condizioni di carico relative ai due ponti. Per i carichi ferroviari (verticali) si riportano le sollecitazioni relative ad un solo ponte, essendo i due ponti uguali per geometria.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO									

SOLLECITAZIONI				(kN x m)				SOLLECITAZIONI				(kN x m)					
Obj	StepType	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	StepType	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
37	Q2b_SW2 Max P	0.0	15	-29	-160	9	5916	-99	43	Q2b_SW2 Max P	0.0	1	-11	459	19	459	21
37	Q2b_SW2 Max P	1.0	15	-29	-160	9	6076	-70	43	Q2b_SW2 Max P	1.0	1	-11	459	19	-1	32
37	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-37	-56	990	17	18407	-124	43	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-7	-32	1788	38	1794	42
37	Q2b_SW2 Max V2	1.0	-37	-56	990	17	17416	-68	43	Q2b_SW2 Max V2	1.0	-7	-32	1788	38	6	74
37	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-26	-88	720	27	22737	-226	43	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-7	-32	1788	38	1794	42
37	Q2b_SW2 Max M3	1.0	-25	-88	717	27	22018	-139	43	Q2b_SW2 Max M3	1.0	-8	-20	1370	20	7	44
37	Q2b_SW2 Min P	0.0	-40	-59	900	18	17562	-130	43	Q2b_SW2 Min P	0.0	-9	-22	1389	21	1396	24
37	Q2b_SW2 Min P	1.0	-40	-59	900	18	16662	-71	43	Q2b_SW2 Min P	1.0	-9	-22	1389	21	7	46
37	Q2b_SW2 Min V2	0.0	15	-33	-163	11	6321	-107	43	Q2b_SW2 Min V2	0.0	0	0	0	0	0	0
37	Q2b_SW2 Min V2	1.0	15	-33	-163	11	6483	-74	43	Q2b_SW2 Min V2	1.0	0	0	0	0	0	0
37	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0	43	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0
37	Q2b_SW2 Min M3	1.0	0	0	0	0	0	0	43	Q2b_SW2 Min M3	1.0	1	-12	419	18	-1	30
38	Q2b_SW2 Max P	0.0	15	-29	-160	9	6076	-70	44	Q2b_SW2 Max P	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Max P	3.0	15	-29	-160	9	6495	6	44	Q2b_SW2 Max P	1.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-37	-56	990	17	17416	-68	44	Q2b_SW2 Max V2	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Max V2	3.0	-37	-56	990	17	14817	79	44	Q2b_SW2 Max V2	1.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-25	-88	717	27	22018	-139	44	Q2b_SW2 Max M3	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Max M3	3.0	-25	-88	710	27	20145	90	44	Q2b_SW2 Max M3	1.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min P	0.0	-40	-59	900	18	16662	-71	44	Q2b_SW2 Min P	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min P	3.0	-40	-59	900	18	14299	85	44	Q2b_SW2 Min P	1.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min V2	0.0	15	-33	-163	11	6483	-74	44	Q2b_SW2 Min V2	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min V2	3.0	15	-33	-163	11	6910	12	44	Q2b_SW2 Min V2	1.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0	44	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0
38	Q2b_SW2 Min M3	3.0	0	0	0	0	0	0	44	Q2b_SW2 Min M3	1.0	0	0	0	0	0	0
39	Q2b_SW2 Max P	0.0	14	-23	-95	8	4024	-77									
39	Q2b_SW2 Max P	4.0	14	-23	-95	8	4367	4									
39	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-44	-58	1154	18	17223	-101									
39	Q2b_SW2 Max V2	4.0	-44	-58	1154	18	13038	108									
39	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-30	-80	978	26	20012	-178									
39	Q2b_SW2 Max M3	4.0	-29	-80	970	26	16482	109									
39	Q2b_SW2 Min P	0.0	-44	-57	1108	18	16717	-102									
39	Q2b_SW2 Min P	4.0	-44	-57	1108	18	12700	107									
39	Q2b_SW2 Min V2	0.0	14	-22	-95	8	3910	-76									
39	Q2b_SW2 Min V2	4.0	14	-22	-95	8	4254	3									
39	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0									
39	Q2b_SW2 Min M3	4.0	0	0	0	0	0	0									
40	Q2b_SW2 Max P	0.0	8	-20	-43	7	2026	-59									
40	Q2b_SW2 Max P	4.0	8	-20	-43	7	2181	15									
40	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-46	-64	1337	20	14985	-91									
40	Q2b_SW2 Max V2	4.0	-46	-64	1337	20	10139	140									
40	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-37	-85	1239	28	16400	-154									
40	Q2b_SW2 Max M3	4.0	-36	-85	1233	28	11920	153									
40	Q2b_SW2 Min P	0.0	-46	-64	1337	21	15037	-93									
40	Q2b_SW2 Min P	4.0	-46	-64	1337	21	10192	141									
40	Q2b_SW2 Min V2	0.0	8	-19	-43	7	1909	-56									
40	Q2b_SW2 Min V2	4.0	8	-19	-43	7	2067	13									
40	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0									
40	Q2b_SW2 Min M3	4.0	0	0	0	0	0	0									
41	Q2b_SW2 Max P	0.0	2	-16	-10	5	540	-27									
41	Q2b_SW2 Max P	4.0	2	-16	-10	5	577	29									
41	Q2b_SW2 Max V2	0.0	-37	-46	1542	15	11529	-49									
41	Q2b_SW2 Max V2	4.0	-37	-46	1542	15	5940	117									
41	Q2b_SW2 Max M3	0.0	-35	-63	1505	21	11930	-84									
41	Q2b_SW2 Max M3	4.0	-34	-64	1501	21	6480	146									
41	Q2b_SW2 Min P	0.0	-37	-45	1541	15	11472	-46									
41	Q2b_SW2 Min P	4.0	-37	-45	1541	15	5885	115									
41	Q2b_SW2 Min V2	0.0	2	-15	-10	5	521	-26									
41	Q2b_SW2 Min V2	4.0	2	-15	-10	5	558	28									
41	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0									
41	Q2b_SW2 Min M3	4.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Max P	0.0	391	-32	1744	28	6490	-35									
42	Q2b_SW2 Max P	3.0	391	-32	1744	28	1794	51									
42	Q2b_SW2 Max V2	0.0	391	-32	1744	28	6491	-37									
42	Q2b_SW2 Max V2	3.0	391	-32	1744	28	1794	50									
42	Q2b_SW2 Max M3	0.0	391	-32	1744	28	6491	-37									
42	Q2b_SW2 Max M3	3.0	391	-32	1744	28	1794	50									
42	Q2b_SW2 Min P	0.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Min P	3.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Min V2	0.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Min V2	3.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Min M3	0.0	0	0	0	0	0	0									
42	Q2b_SW2 Min M3	3.0	0	0	0	0	0	0									

Fig. 76 – Sollecitazioni: treno SW2 – Q2

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO							
		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 76 di 136

SOLLECITAZIONI		(kN x m)						SOLLECITAZIONI		(kN x m)						SOLLECITAZIONI		(kN x m)						SOLLECITAZIONI		(kN x m)																																	
Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2															
1	Q10_grad	0.00	0	0	0	0	0	0	23	Q10_grad	0.00	0	0	0	0	0	0	45	Q10_grad	0.00	0	0	0	0	0	0	67	Q10_grad	0.00	0	0	0	0	0	0	0	67	Q10_grad	0.00	0	0	0	0	0	0	0	0												
1	Q10_grad	0.59	0	0	0	0	0	0	23	Q10_grad	0.59	0	0	0	0	0	0	45	Q10_grad	0.59	0	0	0	0	0	0	67	Q10_grad	0.59	0	0	0	0	0	0	0	67	Q10_grad	0.59	0	0	0	0	0	0	0	0												
2	Q10_grad	0.00	-35	-10	-4	8	-71	-20	24	Q10_grad	0.00	42	-9	1	8	94	-14	46	Q10_grad	0.00	45	10	3	-8	103	16	68	Q10_grad	0.00	-39	12	-7	-8	-80	23	Q10_grad	0.00	-39	12	-7	-8	-80	23	Q10_grad	0.00	-39	12	-7	-8	-80	23	Q10_grad	0.00	-39	12	-7	-8	-80	23
2	Q10_grad	1.00	-35	-10	-4	8	-67	-10	24	Q10_grad	1.00	42	-9	1	8	93	-5	46	Q10_grad	1.00	45	10	3	-8	100	6	68	Q10_grad	1.00	-39	12	-7	-8	-74	10	Q10_grad	1.00	-39	12	-7	-8	-74	10	Q10_grad	1.00	-39	12	-7	-8	-74	10								
3	Q10_grad	0.00	-33	-10	-12	5	-67	-11	25	Q10_grad	0.00	41	-9	10	7	93	-7	47	Q10_grad	0.00	44	10	13	-7	100	8	69	Q10_grad	0.00	-36	12	-15	-5	-74	12	Q10_grad	0.00	-36	12	-15	-5	-74	12	Q10_grad	0.00	-36	12	-15	-5	-74	12								
3	Q10_grad	2.69	-33	-10	-12	5	-34	17	25	Q10_grad	2.69	41	-9	10	7	66	16	47	Q10_grad	2.69	44	10	13	-7	65	-20	69	Q10_grad	2.69	-36	12	-15	-5	-33	-21	Q10_grad	2.69	-36	12	-15	-5	-33	-21	Q10_grad	2.69	-36	12	-15	-5	-33	-21								
4	Q10_grad	0.00	-31	-14	-1	4	-1	-20	26	Q10_grad	0.00	35	-13	1	4	37	-17	48	Q10_grad	0.00	38	15	4	-4	37	20	70	Q10_grad	0.00	-34	16	-4	-4	2	22	Q10_grad	0.00	-34	16	-4	-4	2	22	Q10_grad	0.00	-34	16	-4	-4	2	22								
4	Q10_grad	3.63	-31	-14	-1	4	5	29	26	Q10_grad	3.63	35	-13	1	4	32	29	48	Q10_grad	3.63	38	15	4	-4	24	-35	70	Q10_grad	3.63	-34	16	-4	-4	15	-34	Q10_grad	3.63	-34	16	-4	-4	15	-34	Q10_grad	3.63	-34	16	-4	-4	15	-34								
5	Q10_grad	0.00	-23	-13	0	4	30	-9	27	Q10_grad	0.00	27	-14	0	4	4	-10	49	Q10_grad	0.00	28	16	2	-4	-4	11	71	Q10_grad	0.00	-25	16	-2	-4	41	10	Q10_grad	0.00	-25	16	-2	-4	41	10	Q10_grad	0.00	-25	16	-2	-4	41	10								
5	Q10_grad	3.63	-23	-13	0	4	30	39	27	Q10_grad	3.63	27	-14	0	4	4	40	49	Q10_grad	3.63	28	16	2	-4	-12	-47	71	Q10_grad	3.63	-25	16	-2	-4	49	-46	Q10_grad	3.63	-25	16	-2	-4	49	-46	Q10_grad	3.63	-25	16	-2	-4	49	-46								
6	Q10_grad	0.00	-19	-12	1	4	51	-2	28	Q10_grad	0.00	20	-11	-1	4	-24	0	50	Q10_grad	0.00	20	13	1	-3	-41	-1	72	Q10_grad	0.00	-19	14	-1	-4	70	2	Q10_grad	0.00	-19	14	-1	-4	70	2	Q10_grad	0.00	-19	14	-1	-4	70	2								
6	Q10_grad	3.63	-19	-12	1	4	49	40	28	Q10_grad	3.63	20	-11	-1	4	-22	39	50	Q10_grad	3.63	20	13	1	-3	-46	-49	72	Q10_grad	3.63	-19	14	-1	-4	75	-49	Q10_grad	3.63	-19	14	-1	-4	75	-49																
7	Q10_grad	0.00	-16	-12	0	4	74	0	29	Q10_grad	0.00	17	-12	0	4	-44	0	51	Q10_grad	0.00	14	14	1	-3	-67	-4	73	Q10_grad	0.00	-12	17	-1	-4	100	-2	Q10_grad	0.00	-12	17	-1	-4	100	-2																
7	Q10_grad	2.63	-16	-12	0	4	74	31	29	Q10_grad	2.63	17	-12	0	4	-45	30	51	Q10_grad	2.63	14	14	1	-3	-71	-42	73	Q10_grad	2.63	-12	17	-1	-4	104	-46	Q10_grad	2.63	-12	17	-1	-4	104	-46																
8	Q10_grad	0.00	-16	-12	0	4	74	31	30	Q10_grad	0.00	17	-12	0	4	-45	30	52	Q10_grad	0.00	14	14	1	-3	-71	-42	74	Q10_grad	0.00	-12	17	-1	-4	104	-46	Q10_grad	0.00	-12	17	-1	-4	104	-46																
8	Q10_grad	1.00	-16	-12	0	4	74	42	30	Q10_grad	1.00	17	-12	0	4	-45	42	52	Q10_grad	1.00	14	14	1	-3	-72	-56	74	Q10_grad	1.00	-12	17	-1	-4	105	-63	Q10_grad	1.00	-12	17	-1	-4	105	-63																
9	Q10_grad	0.00	-10	-12	-1	3	102	3	31	Q10_grad	0.00	13	-12	1	3	-69	2	53	Q10_grad	0.00	6	8	0	-2	-98	-17	75	Q10_grad	0.00	-12	3	0	0	104	-28	Q10_grad	0.00	-12	3	0	0	104	-28																
9	Q10_grad	3.63	-10	-12	-1	3	106	46	31	Q10_grad	3.63	13	-12	1	3	-73	47	53	Q10_grad	3.63	6	8	0	-2	-99	-45	75	Q10_grad	3.63	-12	3	0	0	105	-40	Q10_grad	3.63	-12	3	0	0	105	-40																
10	Q10_grad	0.00	-3	-12	-2	3	137	10	32	Q10_grad	0.00	7	-13	2	3	-101	9	54	Q10_grad	0.00	8	10	1	-2	-100	-10	76	Q10_grad	0.00	-14	-1	-1	1	106	-23	Q10_grad	0.00	-14	-1	-1	1	106	-23																
10	Q10_grad	3.63	-3	-12	-2	3	146	53	32	Q10_grad	3.63	7	-13	2	3	-110	55	54	Q10_grad	3.63	8	10	1	-2	-104	-46	76	Q10_grad	3.63	-14	-1	-1	1	110	-21	Q10_grad	3.63	-14	-1	-1	1	110	-21																
11	Q10_grad	0.00	11	-14	-3	3	177	24	33	Q10_grad	0.00	-7	-15	3	3	-136	25	55	Q10_grad	0.00	1	13	3	-2	-97	-19	77	Q10_grad	0.00	1	22	-3	-4	137	4	Q10_grad	0.00	1	22	-3	-4	137	4																
11	Q10_grad	3.63	11	-14	-3	3	186	75	33	Q10_grad	3.63	-7	-15	3	3	-145	78	55	Q10_grad	3.63	1	13	3	-2	-107	-65	77	Q10_grad	3.63	1	22	-3	-4	147	-78	Q10_grad	3.63	1	22	-3	-4	147	-78																
12	Q10_grad	0.00	13	14	1	-3	184	74	34	Q10_grad	0.00	-9	14	-1	-3	-142	76	56	Q10_grad	0.00	-3	-11	0	3	-99	-62	78	Q10_grad	0.00	7	-10	0	3	140	-62	Q10_grad	0.00	7	-10	0	3	140	-62																
12	Q10_grad	3.63	13	14	1	-3	181	23	34	Q10_grad	3.63	-9	14	-1	-3	-140	24	56	Q10_grad	3.63	-3	-11	0	3	-99	-22	78	Q10_grad	3.63	7	-10	0	3	140	-25	Q10_grad	3.63	7	-10	0	3	140	-25																
13	Q10_grad	0.00	3	12	0	-3	146	50	35	Q10_grad	0.00	1	12	0	-3	-109	52	57	Q10_grad	0.00	5	-9	0	3	-66	-39	79	Q10_grad	0.00	-2	-9	0	3	104	-40	Q10_grad	0.00	-2	-9	0	3	104	-40																
13	Q10_grad	3.63	3	12	0	-3	144	8	35	Q10_grad	3.63	1	12	0	-3	-108	7	57	Q10_grad	3.63	5	-9	0	3	-67	-7	79	Q10_grad	3.63	-2	-9	0	3	105	-9	Q10_grad	3.63	-2	-9	0	3	105	-9																
14	Q10_grad	0.00	0	12	-1	-3	108	42	36	Q10_grad	0.00	3	12	1	-3	-75	43	58	Q10_grad	0.00	8	-9	1	3	-31	-30	80	Q10_grad	0.00	-6	-9	-1	3	67	-32	Q10_grad	0.00	-6	-9	-1	3	67	-32																
14	Q10_grad	3.63	0	12	-1	-3	112	-1	36	Q10_grad	3.63	3	12	1	-3	-79	-1	58	Q10_grad	3.63	8	-9	1	3	-37	-4	80	Q10_grad	3.63	-6	-9	-1	3	72	2	Q10_grad	3.63	-6	-9	-1	3	72	2																
15	Q10_grad	0.00	-1	12	-3	-3	79	37	37	Q10_grad	0.00	3	12	3	-4	-50	38	59	Q10_grad	0.00	10	-6	3	3	-8	-17	81	Q10_grad	0.00	-9	-12	-3	4	37	-26	Q10_grad	0.00	-9	-12	-3	4	37	-26																
15	Q10_grad	1.00	-1	12	-3	-3	82	26	37	Q10_grad	1.00	3	12	3	-4	-53	26	59	Q10_grad	1.00	10	-6	3	3	-11	-11	81	Q10_grad	1.00	-9	-12	-3	4	41	-14	Q10_grad	1.00	-9	-12	-3	4	41	-14																
16	Q10_grad	0.00	-1	12	-3	-3	82	26	38	Q10_grad	0.00	3	12	3	-4	-53	26	60	Q10_grad	0.00	10	-6	3	3	-11	-11	82	Q10_grad	0.00	-9	-12	-3	4	41	-14	Q10_grad	0.00	-9	-12	-3	4	41	-14																
16	Q10_grad	2.63	-1	12	-3	-3	89	-5	38	Q10_grad	2.63	3	12	3	-4	-60	-5	60	Q10_grad	2.63	10	-6	3	3	-20	4	82	Q10_grad	2.63	-9	-12	-3	4	50	17	Q10_grad	2.63	-9	-12	-3	4	50	17																
17	Q10_grad	0.00	0	12	-4	-4	60	35	39	Q10_grad	0.00	2	12	4	-4	-33	36	61	Q10_grad	0.00	3	-4	6	3	-14	-15	83	Q10_grad	0.00	-10	2	-6	0	21	-1	Q10_grad	0.00	-10	2	-6	0	21	-1																
17	Q10_grad	3.63	0	12	-4	-4	73	-7	39	Q10_grad	3.63	2	12	4	-4	-47	-9	61	Q10_grad	3.63	3	-4	6	3	-35	1	83	Q10_grad	3.63	-10	2	-6	0	42	-8	Q10_grad	3.63	-10	2	-6	0	42	-8																
18	Q10_grad	0.00	0	15	-																																																						

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 77 di 136

10.4.3 CALCOLO DELLE TENSIONI

Le verifiche di resistenza delle sezioni composte si conduce confrontando le tensioni normali prodotte dal momento flettente e dallo sforzo normale con la tensione limite definita dalla normativa come f_y / γ_{M0} .

In corrispondenza della sezione di attacco dell'anima alla piattabanda si calcola inoltre la tensione ideale che tiene conto delle tensioni tangenziali e si confronta la tensione ideale di Von Mises con il limite di ammissibilità f_y / γ_{M0} .

Gli effetti delle sollecitazioni nelle varie configurazioni sono stati cumulati in termini di tensioni, utilizzando la sezione di solo acciaio per la Fase I e le sezioni composte omogeneizzate ad acciaio tramite i relativi coefficienti per la Fase II e per la Fase III.

Le tensioni σ e τ sono calcolate nei punti più significativi della sezione, come indicato in Fig. 79.

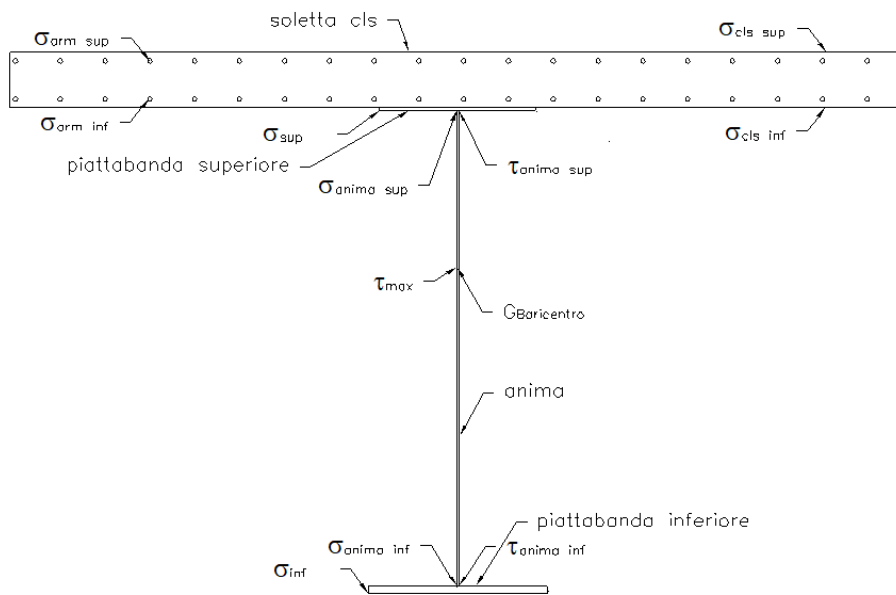


Fig. 79 – Posizioni della trave in cui sono calcolate le tensioni

Le tabelle seguenti riassumono i risultati ottenuti in termini di tensioni sulla carpenteria metallica delle travi principali e tramite i grafici in Fig. 81 si illustra l'andamento delle tensioni massima sulle piattabande superiori ed inferiori per tutto lo sviluppo del ponte.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 78 di 136

PONTE BINARIO DISPARI																							
TRAVE 2											TRAVE 1												
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max
C05	23	15	-39	9	-3	0	0	0	0	38	8	C01	1	11	-31	5	-1	0	0	0	0	31	4
C05	24	10	-71	57	-28	93	33	90	30	142	126	C01	2	20	-58	54	-43	129	59	125	55	187	169
C06	25	3	-102	110	-4	76	23	72	20	137	131	C02	3	3	-111	131	-5	107	45	101	42	175	175
C07	26	-20	-143	147	24	57	20	53	18	149	151	C03	4	-28	-149	163	23	74	32	69	30	169	177
C07	27	-54	-184	205	55	49	17	46	16	185	200	C03	5	-62	-191	217	58	62	27	58	25	199	220
C07	28	-79	-221	254	86	41	14	38	13	218	244	C03	6	-90	-226	263	88	52	22	48	20	227	260
C07	29	-102	-242	281	108	34	11	32	10	238	270	C03	7	-113	-242	286	111	41	17	38	16	241	281
C08	30	-100	-230	233	93	41	14	41	13	227	223	C04	8	-115	-232	238	98	51	21	50	20	234	235
C08	31	-107	-249	256	99	33	10	33	9	244	241	C04	9	-117	-248	256	101	39	14	38	14	246	247
C08	32	-117	-258	275	110	25	6	25	5	256	253	C04	10	-128	-253	269	110	27	8	26	7	252	252
C08	33	-116	-258	294	120	16	1	16	1	259	259	C04	11	-126	-251	282	119	15	2	15	2	253	250
C08	34	-116	-258	294	119	16	2	16	1	259	259	C04	12	-126	-251	282	119	15	1	14	1	252	250
C08	35	-116	-258	275	108	24	6	24	6	256	253	C04	13	-127	-252	269	111	26	8	25	7	252	252
C08	36	-106	-249	256	98	33	10	32	10	245	240	C04	14	-117	-248	256	101	38	14	37	14	246	247
C08	37	-100	-231	233	91	41	14	40	13	228	222	C04	15	-114	-232	237	99	49	21	49	20	234	234
C09	38	-102	-241	279	107	33	11	31	10	238	268	C03	16	-112	-242	286	112	40	17	38	15	241	280
C09	39	-79	-221	251	86	40	14	38	13	218	242	C03	17	-89	-225	263	90	50	22	47	20	226	260
C09	40	-53	-183	203	57	48	18	45	16	185	198	C03	18	-61	-190	217	62	61	27	57	25	198	220
C09	41	-20	-142	143	29	55	21	52	19	148	148	C03	19	-27	-148	160	31	72	32	67	30	168	173
C10	42	4	-98	100	9	72	27	67	24	130	122	C02	20	2	-110	124	11	99	46	92	42	166	163
C11	43	12	-66	35	-6	91	34	88	31	137	118	C01	21	17	-61	36	-17	126	58	122	55	183	160
C11	44	14	-37	4	-1	0	0	0	0	37	3	C01	22	11	-31	5	-1	0	0	0	0	31	4

PONTE BINARIO PARI																							
TRAVE 4 (lato esterno)											TRAVE 3 (lato interno)												
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an)}$	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO}		$\sigma_{id(an)}$	$\sigma_{id(an)}$
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max
C01	67	11	-31	5	-1	0	0	0	0	31	4	C05	45	15	-39	9	-3	0	0	0	0	38	8
C01	68	21	-57	59	-36	131	58	127	54	191	171	C05	46	13	-70	55	-26	95	33	92	31	145	123
C02	69	4	-112	131	-1	110	44	103	41	179	177	C06	47	4	-107	104	-4	79	23	74	21	141	130
C03	70	-26	-147	165	26	75	32	70	29	170	178	C07	48	-22	-143	153	23	58	20	55	19	152	155
C03	71	-59	-189	218	63	63	26	59	25	198	221	C07	49	-53	-190	207	63	50	18	47	16	190	206
C03	72	-87	-225	260	91	52	21	49	20	226	260	C07	50	-82	-229	256	90	42	14	39	13	224	252
C03	73	-111	-252	264	112	42	17	40	15	240	279	C07	51	-106	-248	287	113	34	11	32	10	243	279
C04	74	-120	-242	217	88	52	21	51	20	233	233	C08	52	-105	-237	237	97	42	14	41	13	233	230
C04	75	-125	-251	263	89	43	15	42	15	249	252	C08	53	-110	-259	247	103	31	8	31	8	248	247
C04	76	-129	-259	280	116	30	9	29	9	258	262	C08	54	-124	-271	253	104	23	4	22	4	256	254
C04	77	-134	-283	277	103	17	2	17	2	260	259	C08	55	-127	-269	266	105	16	0	15	0	257	257
C04	78	-142	-284	262	102	15	1	15	1	261	259	C08	56	-123	-267	264	108	16	2	16	2	256	257
C04	79	-133	-269	265	118	26	7	25	7	260	261	C08	57	-114	-263	258	104	25	7	25	6	252	251
C04	80	-125	-256	264	105	38	14	37	13	253	257	C08	58	-93	-247	249	100	34	11	33	11	241	238
C04	81	-119	-244	241	106	51	21	50	20	241	245	C08	59	-90	-218	247	96	41	14	41	14	224	219
C03	82	-105	-250	300	137	41	17	39	16	249	294	C09	60	-98	-226	291	103	34	11	32	11	232	263
C03	83	-87	-217	303	103	53	23	50	21	232	274	C09	61	-81	-221	247	81	39	14	37	13	215	241
C03	84	-71	-188	233	43	64	27	60	25	202	226	C09	62	-55	-192	202	63	47	17	44	15	187	205
C03	85	-25	-161	126	27	72	31	68	29	166	168	C09	63	-24	-146	146	27	58	22	54	20	153	156
C02	86	4	-110	116	10	98	44	92	41	165	159	C10	64	4	-108	92	10	74	29	70	26	135	127
C01	87	20	-58	35	-15	126	56	122	53	183	159	C11	65	15	-67	36	-1	95	36	92	34	142	123
C01	88	11	-31	5	-1	0	0	0	0	31	4	C11	66	14	-37	4	-1	0	0	0	0	37	3

Fig. 80 – Tensioni normale sulle piattabande superiori ed inferiori dei cassoni – Combinazioni SLU

Come si evince dalle tabelle, le tensioni nei cassoni sono sempre inferiori al limite $f_y / \gamma_{M0} = 335 / 1,05 = 319 \text{ N/mm}^2$ (per spessori maggiori di 40mm) con un picco di tensione in corrispondenza del frame 83 nel quale si calcola una tensione massima agli Stati Limite Ultimi sulle piattabande di 303 N/mm^2 . Pertanto la verifica di resistenza è soddisfatta ($\Delta = 0,95$).

La tensione massima di compressione all'estradosso della soletta risulta pari a -11 MPa , ossia inferiore alla tensione limite $f_{cd} = 0,85 \times 32 / 1,5 = 18,1 \text{ MPa}$ ($\Delta = 0,61$)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 79 di 136

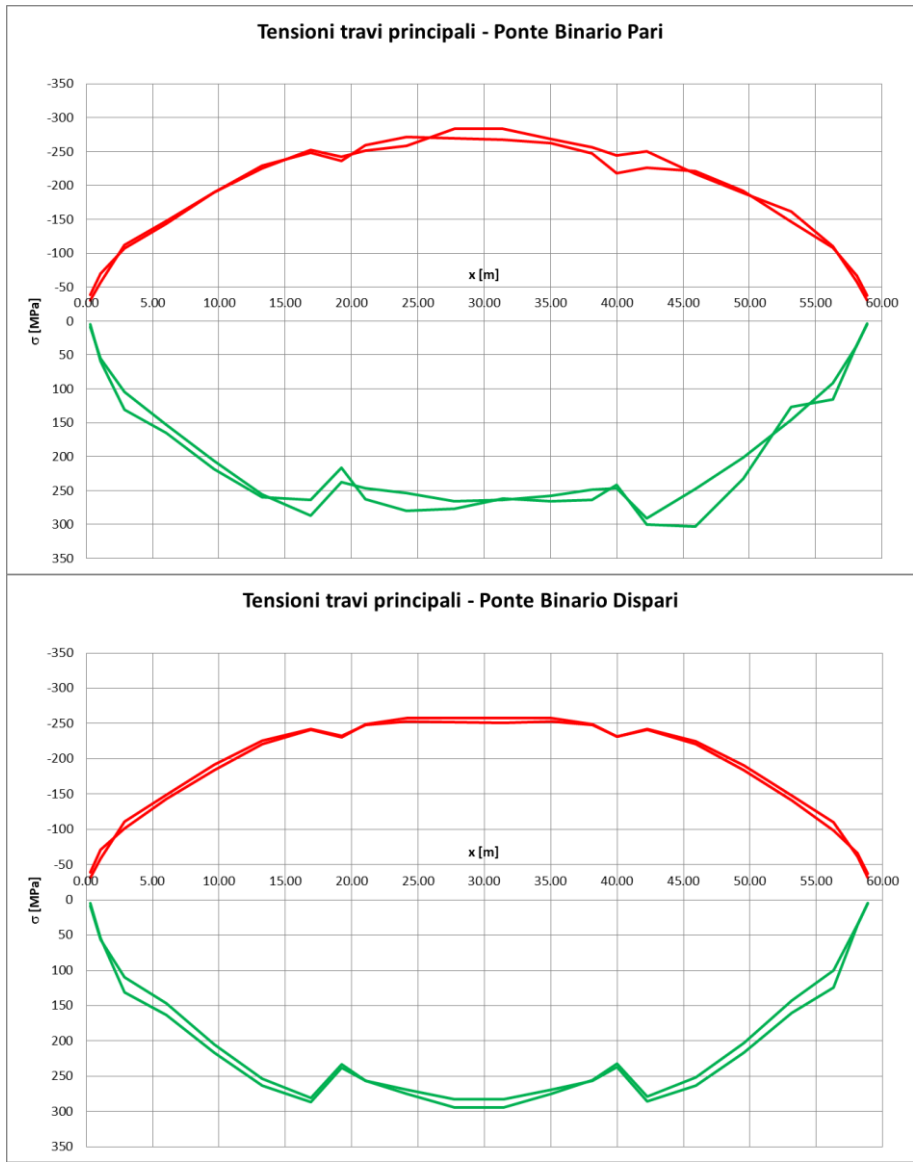


Fig. 81 – Tensioni normale sulle piattabande superiori (compressione) ed inferiori (trazione) delle travi principali – Combinazioni SLU

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA									
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 80 di 136

10.4.4 VERIFICA DI STABILITA' DEI PANNELLI D'ANIMA

Si esegue la verifica dell'imbozzamento dei pannelli d'anima delle travi principali, secondo la CNR – 10011/97 che impone la seguente condizione:

$$\frac{\sigma_{cr,id}}{\sigma_{id}} \geq \beta \cdot \nu$$

Dove:

- σ_1 massima tensione di compressione sul pannello
- $\beta = \frac{\sigma_N + 0,8 \cdot \sigma_M}{\sigma_N + \sigma_M}$ se il rapporto geometrico $\alpha = a/h \leq 1.5$
- $\beta = 0,8$ se il rapporto geometrico $\alpha = a/h > 1.5$
- $\nu = 1,0$ nel metodo agli stati limite qui adottato.

Nelle verifiche si assume il segno negativo per le tensioni di compressione.

Come si evince dalle tabelle riportate sotto, la verifica risulta sempre soddisfatta.

SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	$\beta \nu$
C01	1	11.4	0.9	-	-	C05	23	9.0	0.9	-	-	C05	45	9.0	0.9	-	-	C01	67	11.4	0.9	-	-
C01	2	1.6	1.0	-	-	C05	24	2.1	0.9	-	-	C05	46	2.0	0.9	-	-	C01	68	1.6	1.0	-	-
C02	3	1.3	0.9	-	-	C06	25	1.5	0.9	-	-	C06	47	1.5	0.9	-	-	C02	69	1.2	0.9	-	-
C03	4	1.9	1.0	1.5	0.9	C07	26	2.2	1.0	1.8	0.9	C07	48	2.1	1.0	1.7	0.9	C03	70	1.9	1.0	1.4	0.9
C03	5	1.7	1.0	1.6	0.9	C07	27	1.8	1.0	2.0	0.9	C07	49	1.8	1.0	2.0	0.9	C03	71	1.7	1.0	1.6	0.9
C03	6	1.5	1.0	1.9	0.9	C07	28	1.6	1.0	2.0	0.8	C07	50	1.5	1.0	1.9	0.8	C03	72	1.5	1.0	1.8	0.9
C03	7	1.4	1.0	1.8	0.8	C07	29	1.4	1.0	2.0	0.8	C07	51	1.4	1.0	2.0	0.8	C03	73	1.4	1.0	1.8	0.8
C04	8	1.4	1.0	0.9	0.8	C08	30	1.4	1.0	1.1	0.8	C08	52	1.4	1.0	1.0	0.8	C04	74	1.4	1.0	0.9	0.8
C04	9	1.3	1.0	1.0	0.8	C08	31	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	53	1.3	1.0	1.1	0.8	C04	75	1.3	1.0	1.0	0.8
C04	10	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	32	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	54	1.3	1.0	1.2	0.8	C04	76	1.3	1.0	1.1	0.8
C04	11	1.3	1.0	1.2	0.8	C08	33	1.3	1.0	1.2	0.8	C08	55	1.3	1.0	1.2	0.8	C04	77	1.3	1.0	1.2	0.8
C04	12	1.3	1.0	1.2	0.8	C08	34	1.3	1.0	1.2	0.8	C08	56	1.3	1.0	1.2	0.8	C04	78	1.3	1.0	1.2	0.8
C04	13	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	35	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	57	1.3	1.0	1.2	0.8	C04	79	1.3	1.0	1.1	0.8
C04	14	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	36	1.3	1.0	1.1	0.8	C08	58	1.4	1.0	1.1	0.8	C04	80	1.3	1.0	1.0	0.8
C04	15	1.4	1.0	1.0	0.8	C08	37	1.4	1.0	1.1	0.8	C08	59	1.4	1.0	1.1	0.8	C04	81	1.3	1.0	0.9	0.8
C03	16	1.4	1.0	1.8	0.8	C09	38	1.4	1.0	2.0	0.8	C09	60	1.5	1.0	2.0	0.8	C03	82	1.4	1.0	1.8	0.8
C03	17	1.5	1.0	1.7	0.8	C09	39	1.6	1.0	1.9	0.8	C09	61	1.6	1.0	2.0	0.8	C03	83	1.5	1.0	1.6	0.8
C03	18	1.7	1.0	1.7	0.9	C09	40	1.8	1.0	2.0	0.9	C09	62	1.8	1.0	2.1	0.9	C03	84	1.6	1.0	1.6	0.9
C03	19	1.9	1.0	1.5	0.9	C09	41	2.2	1.0	1.8	0.9	C09	63	2.1	1.0	1.8	0.9	C03	85	1.9	1.0	1.4	0.9
C02	20	1.4	0.9	-	-	C10	42	1.7	0.9	-	-	C10	64	1.7	0.9	-	-	C02	86	1.4	0.9	-	-
C01	21	1.7	1.0	-	-	C11	43	2.1	0.9	-	-	C11	65	2.1	0.9	-	-	C01	87	1.7	1.0	-	-
C01	22	11.4	0.9	-	-	C11	44	9.4	0.9	-	-	C11	66	9.4	0.9	-	-	C01	88	11.4	0.9	-	-

Fig. 82 – Verifica di stabilità dei pannelli d'anima

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 81 di 136

Nello specifico risulta:

- Tensione massima sul bordo superiore del pannello d'anima superiore $\sigma_{sup} = \sigma_1 = -229$ MPa
- Tensione sul bordo inferiore del pannello d'anima $\sigma_2 = 219$ MPa
- $\alpha = a / h = 1,14$ (rapporto tra lunghezza e altezza del pannello d'anima)
- $\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = -1,0$
- $k_\sigma = 23,9$ MPa e $k_\tau = 8,44$
- $\sigma_{cr,0} = 186200 \cdot (t/h)^2 = 7,3$ MPa
- $\sigma_{cr} = k_\sigma \cdot \sigma_{cr,0} = 175$ MPa e $\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_{cr,0} = 62$ MPa
- $\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau^2}}{\frac{1+\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = 141$ MPa $> 0,8 \times 355 = 284$ MPa
- $\sigma_{id} = 152$ MPa
- $\frac{\sigma_{cr,id}}{\sigma_{id}} = 0,93 \geq \beta \cdot \nu = 0,8$ → verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 82 di 136

10.4.5 VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI

Per le anime provviste di nervature trasversali e longitudinali si dovrà garantire una adeguata rigidità flessionale delle nervature di irrigidimento trasversali imponendo che

nervatura longitudinale (RIB)

$$I_{rib} \geq I_{min} = 0.15 m_L \gamma_L^* h_w t_w^3$$

γ_L^* da tabella 3.1 e 3.2 (CNR 10030/87)

$$\alpha = a/h_w$$

$$\varphi = \sigma_2/\sigma_1$$

$$\delta = A_L/(h_w \times t_w)$$

$$\eta_1 = h_1/h_w$$

$$\eta_2 = h_2/h_w$$

$$W = \sigma_1/\tau$$

a passo irrigiditori

nervatura trasversale (STIFFENER)

$$I_{stiff} \geq I_{min} = 0.15 \gamma_T^* h_w t_w^3$$

γ_T^* da tabella 3.1 e 3.2 (CNR 10030/87)

$$\alpha = a/h_w$$

a passo irrigiditori

CONCIO C03

n° beam	Sezione	A [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	σ_1 [N/mm ²]	σ_2 [N/mm ²]	τ [N/mm ²]
73	C03	3 625	4 180	26	970	3 210	-140.75	178.55	25.54
TIPO RIB	Aperto/ Chiuso	n° ribs	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	TIPO STIFF	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]		
L200x24	Aperto	1	9 024	239 880 448	250x16	10 992	1 325 129 616		
α	Ψ	δ	η_1	η_2	γ_T	$\gamma_{L,\tau}$	W		
0.87	-1.27	0.08	0.23	-	60.0	3.23	0.49		
$\gamma_{L,\sigma}$	γ_L^*	m _L	Inerzia min [mm ⁴]	RIB Inerzia / Inerzia min	Inerzia min [mm ⁴]	STIFFENER Inerzia / Inerzia min			
11.78	11.78	1.36	176 774 151	1.36	661 209 120	2.0			

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 83 di 136

CONCIO C04

n° beam	Sezione	A [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	τ [N/mm ²]
77	C04	3 625	4 150	20	960	3 190	-159.86	172.10	4.00
TIPO RIB	Aperto/ Chiuso	n° ribs	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	TIPO STIFF	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]		
L200x24	Aperto	1	9 024	239 880 448	250x16	11 040	1 325 136 000		
α	Ψ	δ	η ₁	η ₂	γ _T	γ _{L,τ}	W		
0.87	-1.08	0.11	0.23	-	60.0	3.31	0.22		
γ _{L,σ}	γ _L *	m _L	Inerzia min [mm ⁴]	RIB Inerzia / Inerzia min	Inerzia min [mm ⁴]	STIFFENER Inerzia / Inerzia min			
16.5	16.5	2.0	164 382 650	1.46	298 800 000	4.43			

CONCIO C07

n° beam	Sezione	A [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	τ [N/mm ²]
51	C07	3625	4180	26	970	3210	-133.84	184.82	20.27
TIPO RIB	Aperto/ Chiuso	n° ribs	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	TIPO STIFF	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]		
L200x24	Aperto	1	9 024	239 880 448	250x16	10 992	1 325 129 616		
α	Ψ	δ	η ₁	η ₂	γ _T	γ _{L,τ}	W		
0.87	-1.38	0.08	0.23	-	60.0	3.23	0.49		
γ _{L,σ}	γ _L *	m _L	Inerzia min [mm ⁴]	RIB Inerzia / Inerzia min	Inerzia min [mm ⁴]	STIFFENER Inerzia / Inerzia min			
11.78	11.78	1.36	176 774 151	1.36	661 209 120	2.0			

CONCIO C08

n° beam	Sezione	A [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	h ₁ [mm]	h ₂ [mm]	σ ₁ [N/mm ²]	σ ₂ [N/mm ²]	τ [N/mm ²]
55	C08	3625	4150	20	960	3190	-145.07	178.43	4.20
TIPO RIB	Aperto/ Chiuso	n° ribs	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	TIPO STIFF	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]		
L200x24	Aperto	1	9 024	239 880 448	250x16	119 040	1 325 1366 000		
α	Ψ	δ	η ₁	η ₂	γ _T	γ _{L,τ}	W		
0.87	-1.23	0.11	0.23	-	60.0	3.31	0.22		
γ _{L,σ}	γ _L *	m _L	Inerzia min [mm ⁴]	RIB Inerzia / Inerzia min	Inerzia min [mm ⁴]	STIFFENER Inerzia / Inerzia min			
16.50	16.50	2.00	164 382 650	1.46	298 800 000	4.43			

Per le sezioni simmetriche valgono le medesime verifiche

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 84 di 136

10.4.6 VERIFICA DELLE SALDATURE DI COMPOSIZIONE DELLE TRAVI

Il collegamento anima-piattabanda superiore è realizzato a piena penetrazione, pertanto per la verifica si rimanda alla tensione calcolata sul materiale base (si vedano le verifiche al § 10.4.3).

Il collegamento dell'anima alla piattabanda inferiore viene realizzato mediante due cordoni d'angolo aventi lato pari al 70% dello spessore minore dei lembi da collegare.

La tensione tangenziale limite del materiale base è data da

$$f_{v,d} = \frac{f_y / \sqrt{3}}{\gamma_{M0}} = 195 \text{ N/mm}^2$$

dove

$$f_y = 355 \text{ N/mm}^2$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

La resistenza della saldatura relativa alle sollecitazioni taglianti tra anima e piattabanda è data da

$$f_{vw,d} = \frac{f_u / \sqrt{3}}{\beta_w \gamma_{M2}} = 262 \text{ N/mm}^2$$

dove

$$f_u = 510 \text{ N/mm}^2$$

$$\beta_w = 0.9$$

$$\gamma_{M2} = 1.25$$

Il rapporto della resistenza del materiale base rispetto alla saldatura, per unità di lunghezza, deve risultare:

$$\frac{t_w \cdot f_{v,d}}{2 \cdot 0.7 \cdot t_w \cdot \sqrt{2} / 2 \cdot f_{vw,d}} = \frac{f_y}{f_u} \cdot \frac{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot \gamma_{M0}} \leq 1$$

dove

t_w spessore dell'anima

$0.7 t_w 2^{0.5} / 2$ sezione di gola della saldatura

Dato che la richiesta di duttilità dell'acciaio strutturale indicata nella normativa europea (EN 1993-1-1, §3.2.2) è pari almeno a $f_u / f_y \geq 1.1$, risulta che

$$\frac{f_y}{f_u} \cdot \frac{\beta_w \cdot \gamma_{M2}}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot \gamma_{M0}} = \frac{1}{1.1} \cdot \frac{0.9 \cdot 1.25}{0.7 \cdot \sqrt{2} \cdot 1.05} = 0.98 \leq 1$$

Pertanto, la verifica dei due cordoni di saldature anima-piattabanda inferiore, aventi lato pari a $0.7 t_w$ (essendo lo spessore dell'anima il minore degli spessori da saldare tra di loro), risulta sempre soddisfatta, per qualsiasi tipologia di acciaio strutturale che soddisfi i requisiti previsti nella normativa europea armonizzata.

Analogo ragionamento è applicabile alle saldature delle altre travi composte saldate.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 87 di 136

10.5.2 DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI

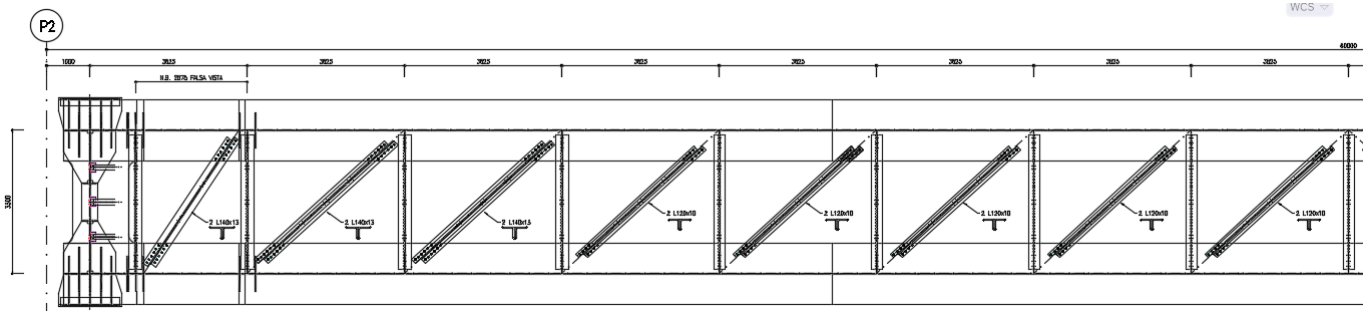


Fig. 85 – Pianta di controvento inferiore

I diagonali di controvento inferiori sono costituiti da profili angolari accoppiati, bullonati direttamente alle piattabande inferiori delle travi principali.

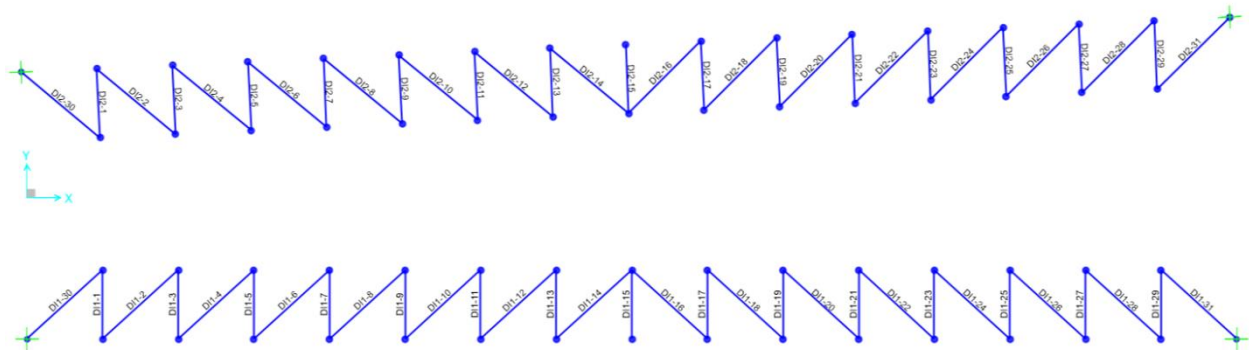


Fig. 86 – Modello FEM: label FRAME diagonali di controvento inferiori

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta maggiormente sollecitata.

- Profilo: 2L140x140x13
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 6.990 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 911$ kN
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 2198$ kN

- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,95$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 3,19$ m → $\lambda_Y = 75$
- Lunghezza $L_{0Z} = 0,8 \times 3,19 = 2,56$ m → $\lambda_Z = 40$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1446$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,63$ verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino. Risultata:

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 88 di 136

- Bulloni M27 cl.10.9: n°12
- Area netta = 6.272 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 60$ mm
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 85$ mm
- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 12 \times 233 = 2.796$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,82$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (si considera lo spessore minore della piattabanda inferiore, ossia $s_p = 40$ mm):
 $F_{b,Rd,p} = 590 \times 12 = 7.080$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,33$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
 $F_{b,Rd,L} = 256 \times 12 = 3.072$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,75$ verifica soddisfatta

COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SISMA			COMBINAZIONI - SISMA		
Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]
DI2-30	1210		DI1-30	1159		DI2-30	2198	-894	DI1-30	2176	-911
DI2-2	966		DI1-2	892		DI2-2	1788	-765	DI1-2	1760	-788
DI2-4	999		DI1-4	898		DI2-4	1528	-486	DI1-4	1484	-525
DI2-6	783		DI1-6	688		DI2-6	986	-176	DI1-6	932	-227
DI2-8	772		DI1-8	657		DI2-8	817	-51	DI1-8	748	-115
DI2-10	0		DI1-10	577		DI2-10	274	-273	DI1-10	540	-22
DI2-12	0		DI1-12	565		DI2-12	152	-151	DI1-12	394	0
DI2-14	556		DI1-14	571		DI2-14	298	0	DI1-14	348	0
DI2-16	500		DI1-16	585		DI2-16	326	0	DI1-16	362	0
DI2-18	563		DI1-18	578		DI2-18	432	0	DI1-18	428	0
DI2-20	632		DI1-20	589		DI2-20	582	0	DI1-20	553	-12
DI2-22	646		DI1-22	665		DI2-22	641	-152	DI1-22	721	-60
DI2-24	0		DI1-24	694		DI2-24	465	-465	DI1-24	839	-102
DI2-26	2		DI1-26	911		DI2-26	712	-710	DI1-26	1222	-210
DI2-28	1145		DI1-28	909		DI2-28	1423	-145	DI1-28	1303	-257
DI2-31	1369		DI1-31	1173		DI2-31	1726	-189	DI1-31	1636	-270

Per le aste diagonali aventi sezione 2L120x10, risulta:

- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = -465$ kN (DI2-24 L=3255 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 986$ kN (DI2-6 L=3255 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1483$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,66$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 3,25$ m → $\lambda_Y = 91$
- Lunghezza $L_{0Z} = 0,8 \times 3,25 = 2,6$ m → $\lambda_{z,eq} = 68$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 90 di 136

10.5.3 DIAFRAMMI

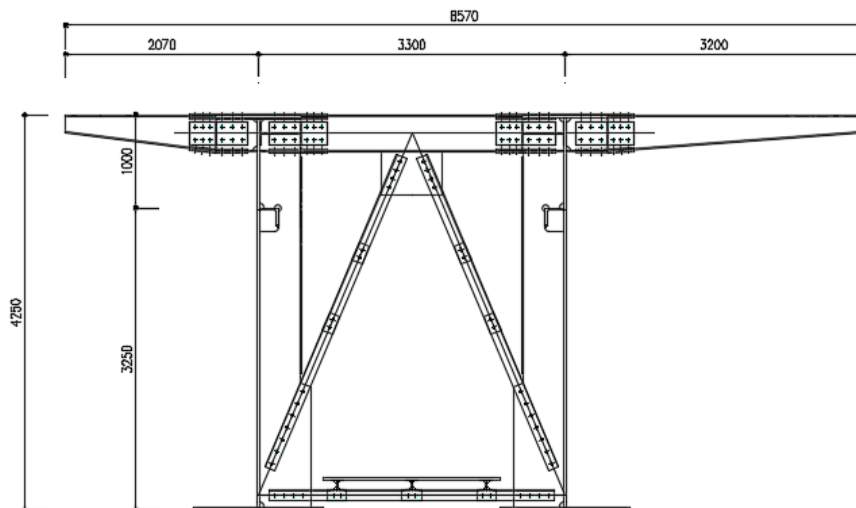


Fig. 87 – Sezione tipica: diaframma tipico

I diaframmi intermedi sono posizionati internamente a ciascun cassone, I diaframmi hanno uno schema a V e sono costituiti da coppie di angolari bullonati agli stiffeners delle travi principali.

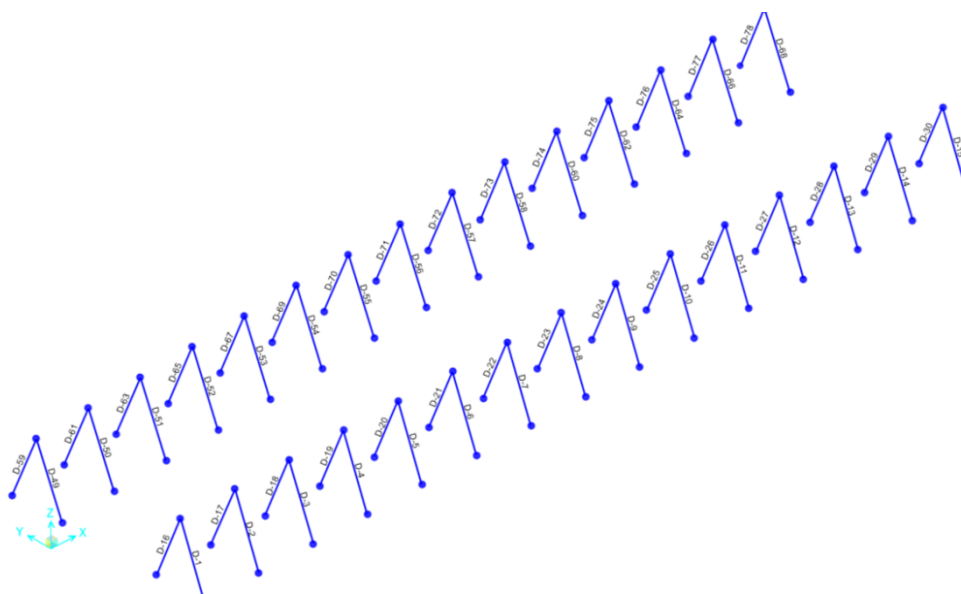


Fig. 88 – Modello FEM: label FRAME aste diagonali di diaframma

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI							
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA							
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 91 di 136		

COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU		
Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione
	N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]
D-1	129	-638	D-20	185	-535	D-49	222	-531	D-67	253	-465
D-2	136	-619	D-21	186	-530	D-50	202	-536	D-71	216	-501
D-3	155	-589	D-26	181	-532	D-51	167	-570	D-72	170	-552
D-4	140	-597	D-27	180	-533	D-52	161	-573	D-73	146	-589
D-5	139	-592	D-28	166	-553	D-53	92	-703	D-74	96	-658
D-6	136	-592	D-29	196	-521	D-56	138	-680	D-77	324	-410
D-11	134	-591	D-30	216	-522	D-57	154	-588	D-78	154	-600
D-12	131	-593	D-7	150	-562	D-58	175	-550	D-54	4	0
D-13	142	-580	D-8	251	-460	D-60	249	-518	D-69	150	-672
D-14	123	-608	D-22	165	-553	D-66	33	-776	D-55	4	0
D-15	120	-624	D-23	100	-682	D-68	178	-570	D-70	118	-741
D-16	234	-531	D-9	152	-564	D-59	129	-660	D-62	4	0
D-17	213	-533	D-24	165	-555	D-61	139	-642	D-75	65	-812
D-18	181	-561	D-10	136	-593	D-63	158	-604	D-64	5	0
D-19	188	-539	D-25	184	-531	D-65	160	-584	D-76	136	-680

COMBINAZIONI - SISMA			COMBINAZIONI - SISMA			COMBINAZIONI - SISMA			COMBINAZIONI - SISMA		
Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione
	N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]
D-1	140	-316	D-20	153	-170	D-49	149	-96	D-67	150	-90
D-2	164	-310	D-21	140	-154	D-50	136	-109	D-71	113	-127
D-3	168	-267	D-26	104	-125	D-51	107	-139	D-72	92	-151
D-4	117	-231	D-27	108	-132	D-52	104	-143	D-73	71	-172
D-5	96	-205	D-28	114	-164	D-53	32	-222	D-74	14	-226
D-6	89	-195	D-29	133	-132	D-56	74	-183	D-77	208	-35
D-11	52	-157	D-30	160	-129	D-57	98	-151	D-78	69	-181
D-12	49	-157	D-7	100	-175	D-58	117	-131	D-54	68	-63
D-13	69	-158	D-8	165	-99	D-60	168	-86	D-69	55	-206
D-14	43	-176	D-22	118	-159	D-66	0	-279	D-55	68	-63
D-15	38	-204	D-23	42	-222	D-68	114	-133	D-70	22	-240
D-16	291	-247	D-9	89	-165	D-59	37	-217	D-62	68	-63
D-17	279	-264	D-24	107	-149	D-61	48	-204	D-75	0	-288
D-18	231	-269	D-10	65	-170	D-63	71	-179	D-64	69	-62
D-19	185	-203	D-25	115	-131	D-65	77	-169	D-76	45	-215

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 92 di 136

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta maggiormente sollecitata per i diagonali:

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4.640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = 812 kN
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 324 kN

- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1498 kN > N_{ED} → Δ = 0,16 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 2,6 m → λ_Y = 73
- Lunghezza L_{0Z} = 2,6 m → λ_Z = 61
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 920 kN > N_{ED} → Δ = 0,88 verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino, pertanto risulta:

- Bulloni M27 cl.10.9: n°4
- Area netta = 4.090 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1498 kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: e₁ = 80 mm
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: e₁ = 60 mm
- Interasse dei bulloni: p₁ = 100 mm

- Resistenza a taglio dei bulloni:
F_{V,Rd} = 2x4x220 = 1760 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,85 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (sp = 16mm):
F_{b,Rd,p} = 414x4 = 1656 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,90 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:

F_{b,Rd,L} = 197x4x2 = 1576 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,95 verifica soddisfatta

Per le aste orizzontali inferiori, sono presenti due tipologie (2L140x13 e 2L120x10).

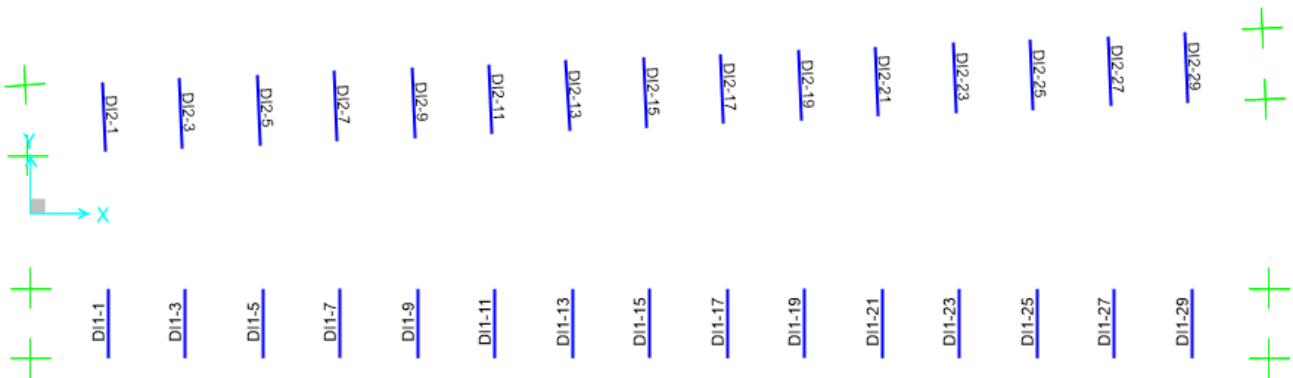


Fig. 89 – Modello FEM: label FRAME aste orizzontali inferiori

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO			COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 93 di 136

Per le aste orizzontali inferiori, la verifica sull'asta maggiormente sollecitata risulta del tipo 2L140x140x13.

- Materiale: S355
- Area (lorda) = 7000 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 1299$ kN
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 496$ kN
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2308$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,22$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 0,8 \times 2,97 = 2,38$ m → $\lambda_Y = 56$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,97$ m → $\lambda_Z = 47$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1753$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,74$ verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino, pertanto risulta:

- Area netta = 6.272 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 2.303$ kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 80$ mm
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: $e_1 = 60$ mm
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 100$ mm

Trattandosi di un giunto indiretto realizzato con 8 bulloni si considera, a favore di sicurezza, la resistenza fornita da 7 bulloni M27 cl.10.9 in doppia sezione.

- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 2 \times 7 \times 220 = 3.080$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,75$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra ($sp = 16$ mm):
 $F_{b,Rd,p} = 414 \times 7 = 2.898$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,79$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
 $F_{b,Rd,L} = 256 \times 7 \times 2 = 3.584$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,64$ verifica soddisfatta

COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SISMA			COMBINAZIONI - SISMA		
Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]	Frame	Trazione N [kN]	Compressione N [kN]
DI1-1		-684	DI2-1		-741	DI1-1	496	-1280	DI2-1	476	-1299
DI1-3		-654	DI2-3		-742	DI1-3	358	-1125	DI2-3	331	-1152
DI1-5		-534	DI2-5		-633	DI1-5	161	-786	DI2-5	128	-818
DI1-7		-500	DI2-7		-566	DI1-7	50	-600	DI2-7	28	-622
DI1-9		-465	DI2-9	1	-499	DI1-9	0	-467	DI2-9	0	-484
DI1-11		-435	DI2-15		-505	DI1-11	0	-358	DI2-15	0	-299
DI1-21		-476	DI2-17		-403	DI1-21	0	-461	DI2-17	0	-271
DI1-23		-524	DI2-19		-444	DI1-23	0	-559	DI2-19	0	-363
DI1-25		-598	DI2-21		-592	DI1-25	30	-681	DI2-21	0	-526
DI1-27		-714	DI2-27		-638	DI1-27	87	-898	DI2-27	150	-839
DI1-29		-720	DI2-29		-826	DI1-29	134	-975	DI2-29	97	-1010
DI1-13		-430	DI2-11		-2	DI1-13	0	-274	DI2-11	137	-140
DI1-15		-434	DI2-13		-2	DI1-15	0	-248	DI2-13	66	-69
DI1-17		-434	DI2-23		-2	DI1-17	0	-294	DI2-23	267	-270
DI1-19		-440	DI2-25		-4	DI1-19	0	-371	DI2-25	346	-352

APPALTATORE: <u>Consortio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 94 di 136

Si riassumono di seguito le verifiche di resistenza e stabilità dell'asta maggiormente sollecitata del tipo 2L120x120x10.

- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = -622 kN (DI2-7 L=2640 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 346 kN (DI-25 L=2640 mm)

- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN > N_{ED} → Δ = 0,23 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{OY} = 2,64 m → λ_Y = 74
- Lunghezza L_{OZ} = 2,64 m → λ_{Z,eq} = 62
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 950 kN > N_{ED} → Δ = 0,65 verifica soddisfatta

I giunti di collegamento delle aste sono dimensionati a completo ripristino, pertanto risulta:

- Bulloni M27 cl.10.9: n°4
- Area netta = 4.090 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: e₁ = 80 mm
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: e₁ = 60 mm
- Interasse dei bulloni: p₁ = 100 mm

- Resistenza a taglio dei bulloni:
F_{V,Rd} = 2x4x220 = 1760 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,85 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (sp = 16mm):
F_{b,Rd,p} = 414x4 = 1656 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,90 verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
F_{b,Rd,L} = 197x4x2 = 1576 kN > N_{t,Rd} → Δ = 0,95 verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C
					FOGLIO 95 di 136

10.5.4 TRAVERSI

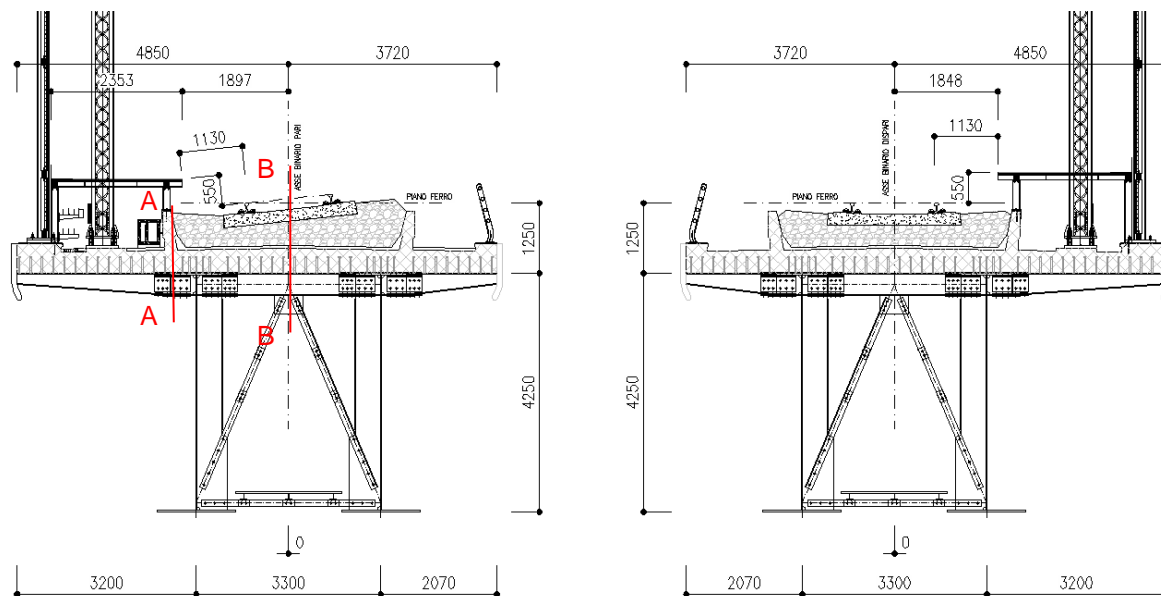


Fig. 90 - Sezione tipica impalcato

I traversi sono costituiti da un composto saldato a doppio T in acciaio S355 di altezza 400mm, piattabande 350x16 mm e anima di spessore 16mm. Il traverso è collegato alla soletta tramite piolatura.

Per la verifica del traverso si fa riferimento ad un modello FEM semplificato che rappresenta una parte dell'impalcato di lunghezza pari a 5 campi ($L = 5 \times 3,625 = 18m$). Il modello è costituito da elementi beam che rappresentano i traversi ed elementi plate che rappresentano la soletta in calcestruzzo. I plate hanno lo spessore del getto di calcestruzzo (le lastre predalle non sono collaboranti in direzione trasversale all'impalcato) e sono collegati agli elementi beam (traversi) sottostanti tramite link rigidi. I traversi sono vincolati verticalmente in corrispondenza dell'anima delle travi principali. Tramite degli elementi link rigidi, è stato ricreato lo schema del diaframma trasversale in modo da rappresentare le aste diagonali e quindi il vincolo verticale fornito dai diaframmi ai traversi.

Si considerano 3 diversi modelli che rappresentano le 3 diverse fasi descritte al §10.1, ossia:

- Modello di Fase I, costituito degli elementi beam in acciaio: in questo modello si applicano i pesi propri dell'acciaio e del calcestruzzo ai traversi come carichi uniformemente distribuiti;
- Modello di Fase II, costituito dagli elementi beam in acciaio e dagli elementi plate in calcestruzzo con modulo elastico E per carichi di lunga durata. In questa fase si applicano i carichi permanenti come carichi uniformemente distribuiti sugli elementi plate;
- Modello di Fase III, costituito dagli elementi beam in acciaio e dagli elementi plate in calcestruzzo con modulo elastico E per carichi di breve durata. In questa fase si applicano i sovraccarichi accidentali dovuti al transito dei treni come carichi uniformemente distribuiti sugli elementi plate. Si applica inoltre l'azione del vento, tramite degli elementi fittizi posti a metà altezza della barriera e collegati rigidamente all'impalcato tramite link.

APPALTATORE: Consortio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 96 di 136

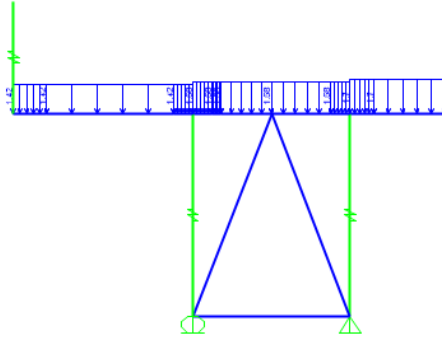


Fig. 91 – Modello Fase I (peso proprio della soletta applicato come carico uniformemente distribuito)

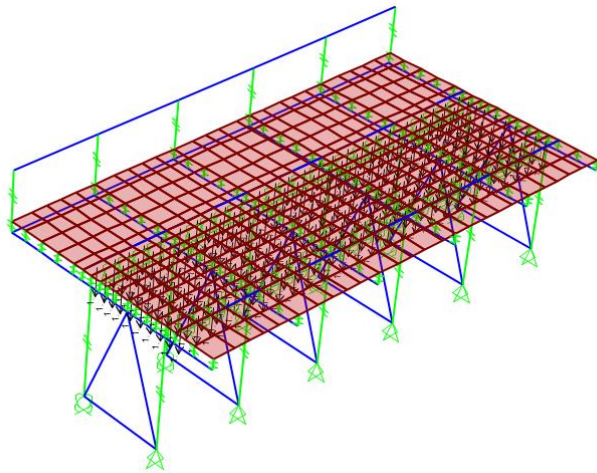


Fig. 92 – Modello Fase II (peso del ballast applicato come pressione uniforme sulla soletta)

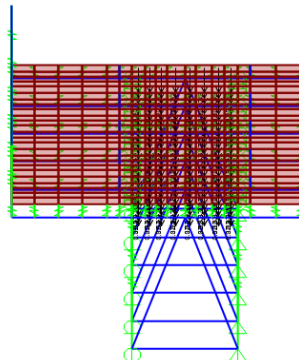


Fig. 93 – Modello Fase III (carico verticale del treno applicato come pressione uniforme su una larghezza pari a 4,3m)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 97 di 136

Nella tabella seguente si riportano i parametri di sollecitazione nel traverso in corrispondenza delle sezioni A-A e B-B (Fig. 90).

Sezione A-A								
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	Coeff. SLU	N [kN]	M [kNm]	V [kN]
P.P. acciaio+cls	Fase I	0	-209	125	1,35	0	-282	169
Permanenti	Fase II	0	-57	29	1,5	0	-86	44
Folla	Fase III	0	-12	7	1,5	0	-18	-11
Vento	Fase III	-82	-6	0	1,5	-123	-9	0
Totale						-123	-395	202

Le tensioni nel profilo risultano:

$$\sigma_{sup} = -123 \times 1000 / 17.088 - 395 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = +172 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,51$$

$$\sigma_{inf} = -123 \times 1000 / 17.088 - 395 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -157 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,46$$

$$\tau_{max} = 35 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,17$$

$$\sigma_{id} = 66 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,38$$

La verifica di resistenza del traverso risulta soddisfatta.

Sezione B-B								
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	Coeff. SLU	N [kN]	M [kNm]	V [kN]
P.P. acciaio+cls	Fase I	0	13	0	1,35	0	18	0
Permanenti	Fase II	-59	1	1	1,50	-89	2	0
Treno	Fase III	-11 (*)	2,4	20	1,45x2,0	-33	7	58
Serpeggiamento	Fase III	-14 (*)	1	0	1,45	-20	2	0
Totale						-142	29	58

(*) Le sollecitazioni assiali sono dovute all'effetto torcente del carico, pertanto sono ricavate dal modello FEM globale, determinando la quota parte di sollecitazione che interessa la sola area del traverso in acciaio (nel modello globale il beam che rappresenta il traverso ha una sezione mista acciaio-calcestruzzo)

Le tensioni nel profilo risultano:

$$\sigma_{sup} = -142 \times 1000 / 17.088 + 29 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -20 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,06$$

$$\sigma_{inf} = -142 \times 1000 / 17.088 + 29 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = 4 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,01$$

$$\tau_{max} = 10 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,06$$

$$\sigma_{id} = 24 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,07$$

La verifica di resistenza del traverso risulta abbondantemente soddisfatta.

L'abbassamento massimo del traverso si calcola all'estremità della mensola per sole azioni accidentali e risulta pari a 0,4 mm, valore assolutamente trascurabile.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 99 di 136

10.5.5 VERIFICA DEL DIAFRAMMA DI TESTA

Si verifica il diaframma di testa considerando la massima sollecitazione tagliante calcolata, che risulta pari a 3078 kN e si ottiene dalla combinazione di calcolo sismica.

La resistenza all'instabilità per taglio del pannello d'anima privo di irrigidimenti intermedi è definito dalla normativa come la somma di due termini: la resistenza dell'anima $V_{bw,Rd}$ ed il contributo fornito dalle piattabande $V_{bf,Rd}$, ossia:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}}$$

Trascurando il contributo fornito dalle piattabande e trascurando la presenza degli irrigidimenti verticali e trasversali del pannello, la resistenza all'instabilità per taglio dell'anima risulta:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{0,80 \cdot 355 \cdot 2680 \cdot 30}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 11.967 \text{ kN} \gg 3078 \text{ kN} \quad \rightarrow \Delta = 0,26 \text{ verifica soddisfatta}$$

Dove il parametro χ_w è definito dalla tabella C4.2.VII della normativa italiana (Fig. 94) ed è funzione di λ_w .

Tabella C4.2.VII Coefficienti χ_w per il calcolo della resistenza all'instabilità a taglio del pannello

Coefficiente di snellezza	Coefficiente χ_w per montanti d'appoggio rigidi	Coefficiente χ_w per gli altri casi
$\lambda_w < 0,83/\eta$	η	η
$(0,83/\eta) \leq \lambda_w < 1,08$	$0,83/\lambda_w$	$0,83/\lambda_w$
$\lambda_w \geq 1,08$	$1,37/(0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83/\lambda_w$

Fig. 94 - Tabella C4.2.VII del DM 2018

Nel caso in esame risulta:

$$\sigma_{cr} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot t^2}{12(1-\nu^2) \cdot h_w} = 190000 \left(\frac{t}{h_w} \right)^2 = 23,8 \text{ MPa}$$

$$k_\tau = 5,34 + 4,0 \cdot \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 = 7,98 \text{ per } a / h_w < 1$$

$$\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_E = 190 \text{ MPa}$$

$$\eta = 1,2$$

$$0,69 < \lambda_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = 1,04 < 1,08$$

$$\rightarrow \chi_w = 0,83 / \lambda_w = 0,80$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 100 di 136

10.6 VERIFICHE A FATICA

Le verifiche di resistenza a fatica sono effettuate con il metodo dei coefficienti λ come definito nel “Manuale di progettazione delle opere civili – parte II – sezione 2 – ponti e strutture”. Si riconduce pertanto la verifica a fatica ad una verifica convenzionale di resistenza, confrontando il delta convenzionale di tensione di progetto $\Delta\sigma_{Ed}$ con la classe del particolare $\Delta\sigma_c$.

La variazione di tensione convenzionale di calcolo $\Delta\sigma_{Ed}$ è definita come:

$$\Delta\sigma_{Ed} = \lambda \cdot \Phi_2 \cdot \Delta\sigma_{71}$$

dove:

- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4$ è un fattore di correzione che tiene conto della lunghezza di influenza, del volume di traffico, della vita di progetto del ponte e della contemporaneità dei transiti
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,01$ è il coeff. di incremento dinamico del sovraccarico teorico (definito al §8.3)
- $\Delta\sigma_{71}$ è la differenza di tensione tra i valori estremi σ_{max} e σ_{min} dovuti al sovraccarico teorico di calcolo adottato per il ponte (LM71) nella posizione più sfavorevole. Trattandosi di binario singolo, i valori tensionali sono calcolati considerando un coefficiente riduttivo λ_4 pari a 1,0.

La verifica impone che:

$$\Delta\sigma_{Ed} \leq \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} \text{ e } \Delta\tau_{Ed} \leq \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}}$$

dove:

- $\Delta\sigma_c$ e $\Delta\tau_c$ rappresentano la resistenza a fatica corrispondente a 2×10^6 cicli da ricavare sulle curve SN corrispondenti al particolare strutturale in esame
- $\gamma_{Mf} = 1,35$ per i ponti ferroviari metallici, considerati opere “sensibili ai fenomeni di fatica”

	Conseguenza della rottura per fatica	
	Moderate	Significative
Danneggiamento accettabile (strutture poco sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,00$	$\gamma_{Mf}=1,15$
Vita utile (strutture sensibili alla rottura per fatica)	$\gamma_{Mf}=1,15$	$\gamma_{Mf}=1,35$

Fig. 95 – Coefficienti parziali per verifiche a fatica

Il fattore di correzione si calcola come:

$$\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 \leq \lambda_{max} = 1,4$$

In particolare:

λ_1 dipende dalla lunghezza di influenza dell'elemento.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 101 di 136

Per stati tensionali provenienti da sollecitazioni di flessione $L = 58 \text{ m}$ e quindi $\lambda_1 = 0,63$. Per stati tensionali provenienti da sollecitazioni taglianti, $L = 58 \text{ m}$ nelle sezioni di mezzera ($\lambda_1 = 0,63$) ed $L = 0,4 \times 58\text{m} = 23\text{m}$ nelle sezioni in appoggio ($\lambda_1 = 0,66$).

λ_2 tiene conto del volume di traffico: si assume 25×10^6 tonnellate all'anno per ciascun binario

Traffico annuo [10^6 t/binario]	5	10	15	20	25	30	35	40	50
λ_2	0.72	0.83	0.90	0.96	1.00	1.04	1.07	1.10	1.15

Fig. 96 – Valori di λ_2 in termini di volume di traffico annuo

λ_3 tiene conto della vita di progetto del ponte (100 anni)

Vita utile a fatica [anni]	50	60	70	80	90	100	120
λ_3	0.87	0.90	0.93	0.96	0.98	1.00	1.04

Fig. 97 – Valori di λ_3 – vita utile a fatica

λ_4 tiene conto della contemporaneità dei convogli nel caso di ponti a più binari. Nel caso in esame è pari ad 1,0

Il fattore totale λ risulta pertanto pari a $\lambda_1 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0$.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 102 di 136

10.6.1 Dettaglio 56: attacco piatto di controvento superiore a cordone d'angolo

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80 (a) 71 (b) 63 (c) 56 (d)		Attacchi saldati longitudinali 1) La classe del dettaglio dipende dalla lunghezza dell'attacco (a) $L \leq 50$ mm (b) $50 < L \leq 80$ mm (c) $80 < L \leq 100$ mm (d) $L > 100$ mm	Spessore dell'attacco minore della sua altezza. In caso contrario vedi dettagli 5 e 6

Fig. 98 – Dettaglio 45 – attacchi trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 56 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura del piatto di attacco dei controventi superiori all'anima delle travi.

- $\Delta\sigma_1 = 16.47$ MPa
- $\Delta\sigma_2 =$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 16.47$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,63 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,63$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,01$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 10.48$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = 33.33$
- $\Delta = 0,31$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 103 di 136

DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.		
FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio	
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
2	C01	0.00	24	C05	0.00	46	C05	0.00	68	C01	0.00
2	C01	0.01	24	C05	0.02	46	C05	0.00	68	C01	0.00
3	C02	0.00	25	C06	0.01	47	C06	0.00	69	C02	0.00
3	C02	0.04	25	C06	0.07	47	C06	0.00	69	C02	0.00
4	C03	0.05	26	C07	0.07	48	C07	0.00	70	C03	0.00
4	C03	0.09	26	C07	0.13	48	C07	0.00	70	C03	0.00
5	C03	0.09	27	C07	0.13	49	C07	0.00	71	C03	0.00
5	C03	0.13	27	C07	0.18	49	C07	0.00	71	C03	0.00
6	C03	0.13	28	C07	0.18	50	C07	0.00	72	C03	0.00
6	C03	0.16	28	C07	0.22	50	C07	0.00	72	C03	0.00
7	C03	0.16	29	C07	0.22	51	C07	0.00	73	C03	0.00
7	C03	0.18	29	C07	0.25	51	C07	0.00	73	C03	0.00
8	C04	0.19	30	C08	0.26	52	C08	0.00	74	C04	0.00
8	C04	0.20	30	C08	0.27	52	C08	0.00	74	C04	0.00
9	C04	0.20	31	C08	0.27	53	C08	0.00	75	C04	0.00
9	C04	0.22	31	C08	0.29	53	C08	0.00	75	C04	0.00
10	C04	0.22	32	C08	0.30	54	C08	0.00	76	C04	0.00
10	C04	0.23	32	C08	0.31	54	C08	0.00	76	C04	0.00
11	C04	0.23	33	C08	0.31	55	C08	0.00	77	C04	0.00
11	C04	0.23	33	C08	0.31	55	C08	0.00	77	C04	0.00
12	C04	0.23	34	C08	0.31	56	C08	0.00	78	C04	0.00
12	C04	0.23	34	C08	0.31	56	C08	0.00	78	C04	0.00
13	C04	0.23	35	C08	0.31	57	C08	0.00	79	C04	0.00
13	C04	0.22	35	C08	0.29	57	C08	0.00	79	C04	0.00
14	C04	0.22	36	C08	0.29	58	C08	0.00	80	C04	0.00
14	C04	0.20	36	C08	0.27	58	C08	0.00	80	C04	0.00
15	C04	0.20	37	C08	0.27	59	C08	0.00	81	C04	0.00
15	C04	0.19	37	C08	0.26	59	C08	0.00	81	C04	0.00
16	C03	0.18	38	C09	0.24	60	C09	0.00	82	C03	0.00
16	C03	0.16	38	C09	0.22	60	C09	0.00	82	C03	0.00
17	C03	0.17	39	C09	0.22	61	C09	0.00	83	C03	0.00
17	C03	0.13	39	C09	0.18	61	C09	0.00	83	C03	0.00
18	C03	0.13	40	C09	0.18	62	C09	0.00	84	C03	0.00
18	C03	0.10	40	C09	0.13	62	C09	0.00	84	C03	0.00
19	C03	0.10	41	C09	0.13	63	C09	0.00	85	C03	0.00
19	C03	0.05	41	C09	0.07	63	C09	0.00	85	C03	0.00
20	C02	0.04	42	C10	0.06	64	C10	0.00	86	C02	0.00
20	C02	0.00	42	C10	0.01	64	C10	0.00	86	C02	0.00
21	C01	0.02	43	C11	0.02	65	C11	0.00	87	C01	0.00
21	C01	0.00	43	C11	0.00	65	C11	0.00	87	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 104 di 136

10.6.2 Dettaglio 71: attacchi trasversali

80 (a) 71 (b)		Attacchi trasversali 6) Saldati a una piastra 7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta 8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda (a) $l \leq 50$ mm (b) $50 < l \leq 80$ mm Le classi sono valide anche per nervature anulari	6) e 7) Le parti terminali delle saldature devono essere molate accuratamente per eliminare tutte le rientranze presenti 7) Se la nervatura termina nell'anima, $\Delta\sigma$ deve essere calcolato usando le tensioni principali
------------------	--	---	---

Fig. 99 – Dettaglio 71 – attacchi trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 71 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura tra stiffener e piattabanda (superiore e inferiore) delle travi principali-

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\sigma_1 = 47.97$ MPa
- $\Delta\sigma_2 =$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 47.97$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,63 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,63$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,01$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 30.53$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 46.76$
- $\Delta = 0,65$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 106 di 136

10.6.3 Dettaglio 80: giunti trasversali a piena penetrazione

80		Saldature senza piatto di sostegno 9) Giunti trasversali in travi com-poste, in assenza di lunette di scarico 10) Giunti trasversali completi di profili laminati, in presenza di lunette di scarico 11) Giunti trasversali di lamiere, piatti, profilati e travi composte Per spessori $t > 25$ mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente $k_s = (25/t)^{0,2}$	Saldature effettuate da entrambi i lati, non molate e sottoposte a controlli non distruttivi. Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi Sovrappessore di saldatura non maggiore del 20% della larghezza del cordone, per i dettagli 9) e 11), o del 10% per il dettaglio 10, con zone di transizione regolari
----	--	---	---

Fig. 100 – Dettaglio 80 – giunti trasversali (D.M.2018)

Si verifica il dettaglio 80 considerando la variazione di tensione in corrispondenza della saldatura all'intradosso delle travi principali (filo inferiore della piattabanda inferiore).

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\sigma_1 = 50.13$ MPa
- $\Delta\sigma_2 =$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 50.13$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,63 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,63$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,01$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 31.9$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = 47.61$
- $\Delta = 0,67$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 107 di 136

DETT.80: GIUNTO PIENA PENET. TRASV. INTRAD.			DETT.80: GIUNTO PIENA PENET. TRASV. INTRAD.			DETT.80: GIUNTO PIENA PENET. TRASV. INTRAD.			DETT.80: GIUNTO PIENA PENET. TRASV. INTRAD.		
FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio		FRAME	ratio	
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
2	C01	0.02	24	C05	0.03	46	C05	0.00	68	C01	0.00
2	C01	0.10	24	C05	0.05	46	C05	0.00	68	C01	0.00
3	C02	0.08	25	C06	0.05	47	C06	0.00	69	C02	0.00
3	C02	0.22	25	C06	0.21	47	C06	0.00	69	C02	0.00
4	C03	0.17	26	C07	0.15	48	C07	0.00	70	C03	0.00
4	C03	0.31	26	C07	0.30	48	C07	0.00	70	C03	0.00
5	C03	0.30	27	C07	0.30	49	C07	0.00	71	C03	0.00
5	C03	0.42	27	C07	0.42	49	C07	0.00	71	C03	0.00
6	C03	0.41	28	C07	0.42	50	C07	0.00	72	C03	0.00
6	C03	0.51	28	C07	0.52	50	C07	0.00	72	C03	0.00
7	C03	0.51	29	C07	0.52	51	C07	0.00	73	C03	0.00
7	C03	0.56	29	C07	0.58	51	C07	0.00	73	C03	0.00
8	C04	0.51	30	C08	0.53	52	C08	0.00	74	C04	0.00
8	C04	0.53	30	C08	0.55	52	C08	0.00	74	C04	0.00
9	C04	0.52	31	C08	0.55	53	C08	0.00	75	C04	0.00
9	C04	0.58	31	C08	0.61	53	C08	0.00	75	C04	0.00
10	C04	0.57	32	C08	0.61	54	C08	0.00	76	C04	0.00
10	C04	0.60	32	C08	0.65	54	C08	0.00	76	C04	0.00
11	C04	0.59	33	C08	0.65	55	C08	0.00	77	C04	0.00
11	C04	0.60	33	C08	0.67	55	C08	0.00	77	C04	0.00
12	C04	0.60	34	C08	0.67	56	C08	0.00	78	C04	0.00
12	C04	0.59	34	C08	0.65	56	C08	0.00	78	C04	0.00
13	C04	0.60	35	C08	0.65	57	C08	0.00	79	C04	0.00
13	C04	0.56	35	C08	0.61	57	C08	0.00	79	C04	0.00
14	C04	0.57	36	C08	0.61	58	C08	0.00	80	C04	0.00
14	C04	0.52	36	C08	0.55	58	C08	0.00	80	C04	0.00
15	C04	0.53	37	C08	0.55	59	C08	0.00	81	C04	0.00
15	C04	0.51	37	C08	0.53	59	C08	0.00	81	C04	0.00
16	C03	0.56	38	C09	0.58	60	C09	0.00	82	C03	0.00
16	C03	0.50	38	C09	0.52	60	C09	0.00	82	C03	0.00
17	C03	0.51	39	C09	0.53	61	C09	0.00	83	C03	0.00
17	C03	0.41	39	C09	0.42	61	C09	0.00	83	C03	0.00
18	C03	0.42	40	C09	0.43	62	C09	0.00	84	C03	0.00
18	C03	0.29	40	C09	0.30	62	C09	0.00	84	C03	0.00
19	C03	0.30	41	C09	0.31	63	C09	0.00	85	C03	0.00
19	C03	0.16	41	C09	0.16	63	C09	0.00	85	C03	0.00
20	C02	0.21	42	C10	0.22	64	C10	0.00	86	C02	0.00
20	C02	0.06	42	C10	0.07	64	C10	0.00	86	C02	0.00
21	C01	0.07	43	C11	0.08	65	C11	0.00	87	C01	0.00
21	C01	0.00	43	C11	0.00	65	C11	0.00	87	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 108 di 136

10.6.4 Dettaglio 80: saldature a cordoni d'angolo

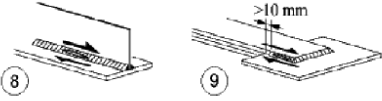
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80		<p>8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconnessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate</p> <p>9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali</p>	<p>8) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone</p> <p>9) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone, considerando la lunghezza totale del cordone, che deve terminare a più di 10 mm dal bordo della piastra</p>

Fig. 101 – Dettaglio 80 – saldatura longitudinale anima-piattabanda (DM.2018)

Si verifica il dettaglio 80 considerando la variazione di tensione in corrispondenza del cordone di saldatura tra l'anima e le piattabande (superiore ed inferiore) delle travi principali.

Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta\tau_1 = 19.24 \text{ MPa}$
- $\Delta\tau_2 = \text{MPa}$
- $\Delta\tau_{1+2} = 19.24 \text{ MPa}$
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,63 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,63$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,01$
- $\Delta\tau_{Ed} = 12.24$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\tau_c}{\gamma_{Mf}} = 58.68$
- $\Delta = 0,21$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE:
Consorzio Soci
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

PROGETTAZIONE:
Mandatario Mandanti
**ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF
ELETTRI-FER M-INGEGNERIA**

ITINERARIO NAPOLI – BARI
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF3A 02 E ZZ CL VI0009 004 C 109 di 136

DETT.80: PTB SUP			DETT.80: PTB SUP			DETT.80: PTB SUP			DETT.80: PTB SUP		
FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
1	C01	0.00	23	C05	0.00	45	C05	0.00	67	C01	0.00
2	C01	0.20	24	C05	0.21	46	C05	0.00	68	C01	0.00
2	C01	0.20	24	C05	0.21	46	C05	0.00	68	C01	0.00
3	C02	0.15	25	C06	0.16	47	C06	0.00	69	C02	0.00
3	C02	0.15	25	C06	0.16	47	C06	0.00	69	C02	0.00
4	C03	0.12	26	C07	0.12	48	C07	0.00	70	C03	0.00
4	C03	0.12	26	C07	0.12	48	C07	0.00	70	C03	0.00
5	C03	0.10	27	C07	0.10	49	C07	0.00	71	C03	0.00
5	C03	0.10	27	C07	0.10	49	C07	0.00	71	C03	0.00
6	C03	0.09	28	C07	0.09	50	C07	0.00	72	C03	0.00
6	C03	0.09	28	C07	0.09	50	C07	0.00	72	C03	0.00
7	C03	0.07	29	C07	0.08	51	C07	0.00	73	C03	0.00
7	C03	0.07	29	C07	0.08	51	C07	0.00	73	C03	0.00
8	C04	0.09	30	C08	0.10	52	C08	0.00	74	C04	0.00
8	C04	0.09	30	C08	0.10	52	C08	0.00	74	C04	0.00
9	C04	0.08	31	C08	0.08	53	C08	0.00	75	C04	0.00
9	C04	0.08	31	C08	0.08	53	C08	0.00	75	C04	0.00
10	C04	0.06	32	C08	0.07	54	C08	0.00	76	C04	0.00
10	C04	0.06	32	C08	0.07	54	C08	0.00	76	C04	0.00
11	C04	0.05	33	C08	0.06	55	C08	0.00	77	C04	0.00
11	C04	0.05	33	C08	0.06	55	C08	0.00	77	C04	0.00
12	C04	0.05	34	C08	0.06	56	C08	0.00	78	C04	0.00
12	C04	0.05	34	C08	0.06	56	C08	0.00	78	C04	0.00
13	C04	0.06	35	C08	0.07	57	C08	0.00	79	C04	0.00
13	C04	0.06	35	C08	0.07	57	C08	0.00	79	C04	0.00
14	C04	0.08	36	C08	0.08	58	C08	0.00	80	C04	0.00
14	C04	0.08	36	C08	0.08	58	C08	0.00	80	C04	0.00
15	C04	0.10	37	C08	0.10	59	C08	0.00	81	C04	0.00
15	C04	0.10	37	C08	0.10	59	C08	0.00	81	C04	0.00
16	C03	0.08	38	C09	0.08	60	C09	0.00	82	C03	0.00
16	C03	0.08	38	C09	0.08	60	C09	0.00	82	C03	0.00
17	C03	0.09	39	C09	0.09	61	C09	0.00	83	C03	0.00
17	C03	0.09	39	C09	0.09	61	C09	0.00	83	C03	0.00
18	C03	0.10	40	C09	0.10	62	C09	0.00	84	C03	0.00
18	C03	0.10	40	C09	0.10	62	C09	0.00	84	C03	0.00
19	C03	0.12	41	C09	0.11	63	C09	0.00	85	C03	0.00
19	C03	0.12	41	C09	0.11	63	C09	0.00	85	C03	0.00
20	C02	0.16	42	C10	0.16	64	C10	0.00	86	C02	0.00
20	C02	0.16	42	C10	0.16	64	C10	0.00	86	C02	0.00
21	C01	0.21	43	C11	0.21	65	C11	0.00	87	C01	0.00
21	C01	0.21	43	C11	0.21	65	C11	0.00	87	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00
22	C01	0.00	44	C11	0.00	66	C11	0.00	88	C01	0.00

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 110 di 136

10.6.5 Dettaglio 112: giunti bullonati

Si verifica il dettaglio 112 considerando la variazione di tensione assiale presente nelle aste che costituiscono i diaframmi.

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
112		8) Giunti bullonati con coprigiunti doppi e bulloni AR precaricati o bulloni precaricati iniettati	$\Delta\sigma$ riferiti alla sezione lorda

Nelle tabelle seguenti si riassumono i risultati per tutti i beam del modello, nelle sezioni iniziali e finali di ciascun elemento beam. Si riportano di seguito i calcoli relativi alla sezione maggiormente sollecitata.

- $\Delta N_1 = 150 \text{ kN}$
- $\Delta N_2 = 0 \text{ kN}$
- $\Delta \sigma_1 = 32.35 \text{ MPa}$
- $\Delta \sigma_2 = \text{MPa}$
- $\Delta \sigma_{1+2} = 32.35 \text{ MPa}$
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,63 \times 1,0 \times 1,0 \times 1,0 = 0,63$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,01$
- $\Delta \sigma_{Ed} = 20.58$
- $k_s \cdot \frac{\Delta \sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 82.96$
- $\Delta = 0,25$

→ verifica soddisfatta

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA																	
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="text-align: left; width: 25%;">COMMESSA</td> <td style="text-align: left; width: 10%;">LOTTO</td> <td style="text-align: left; width: 20%;">CODIFICA</td> <td style="text-align: left; width: 20%;">DOCUMENTO</td> <td style="text-align: left; width: 10%;">REV.</td> <td style="text-align: left; width: 5%;">FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>IF3A</td> <td>02</td> <td>E ZZ CL</td> <td>VI0009 004</td> <td>C</td> <td>111 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 004	C	111 di 136
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO													
IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 004	C	111 di 136													
PROGETTO ESECUTIVO																		

DETT.112: GIUNTO BULLONATO					
ASTA ORIZZONTALE INFERIORE INTERNE AI CASSONI					
FRAME		ratio	FRAME		ratio
D-1	2 L 120 x 10	0.23	D-20	2 L 120 x 10	0.23
D-2	2 L 120 x 10	0.23	D-21	2 L 120 x 10	0.23
D-3	2 L 120 x 10	0.23	D-26	2 L 120 x 10	0.23
D-4	2 L 120 x 10	0.23	D-27	2 L 120 x 10	0.23
D-5	2 L 120 x 10	0.23	D-28	2 L 120 x 10	0.24
D-6	2 L 120 x 10	0.24	D-29	2 L 120 x 10	0.23
D-11	2 L 120 x 10	0.24	D-30	2 L 120 x 10	0.24
D-12	2 L 120 x 10	0.24	D-7	2 L 120 x 10	0.23
D-13	2 L 120 x 10	0.24	D-8	2 L 120 x 10	0.23
D-14	2 L 120 x 10	0.23	D-22	2 L 120 x 10	0.23
D-15	2 L 120 x 10	0.23	D-23	2 L 120 x 10	0.25
D-16	2 L 120 x 10	0.24	D-9	2 L 120 x 10	0.23
D-17	2 L 120 x 10	0.23	D-24	2 L 120 x 10	0.23
D-18	2 L 120 x 10	0.23	D-10	2 L 120 x 10	0.24
D-19	2 L 120 x 10	0.23	D-25	2 L 120 x 10	0.23

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 112 di 136

10.6.6 Verifica di resistenza a fatica nei traversi

Con riferimento ai parametri di sollecitazione riportati al § 10.5.4 relativamente alla sezione B-B in, la variazione di tensione nel profilo dovuta al solo transito del treno risulta pari a $\phi \Delta\sigma = 1,60 \times 1,7 = 2,7$ MPa.

$$\Delta\sigma_{sup} = -11 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -1,7 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{inf} = -11 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = 0,3 \text{ MPa}$$

Tale valore risulta inferiore al $\Delta\sigma_L$ calcolato per il dettaglio più gravoso previsto dalla normativa, ossia

$$\Delta\sigma_L = 0,549 \Delta\sigma_D = 0,549 \times 0,737 \Delta\sigma_C = 15 \text{ MPa (per } \Delta\sigma_C = 36 \text{ MPa)}$$

Pertanto la verifica risulta implicitamente soddisfatta.

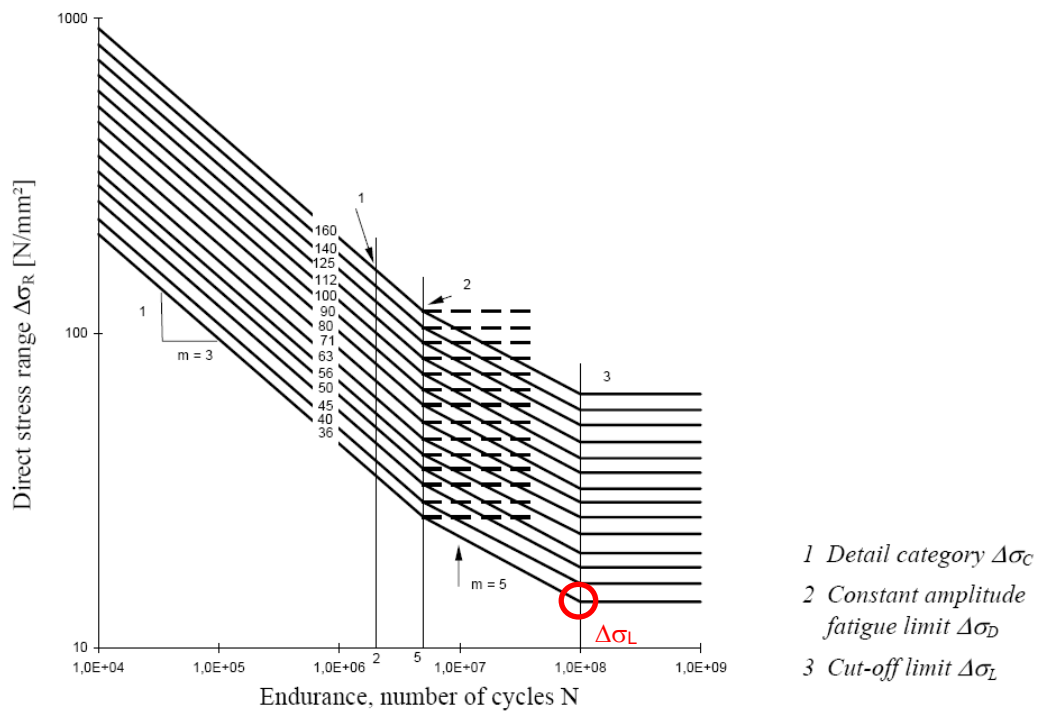


Figure 7.1: Fatigue strength curves for direct stress ranges

Fig. 102 – Curve di fatica N - $\Delta\sigma$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 113 di 136

10.7 VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELL'IMPALCATO

10.7.1 Stato limite di esercizio per la sicurezza del traffico ferroviario

Il manuale di progettazione delle opere civili "RFI DTC SI PS MA IFS 001 E" prescrive al §2.5.1.8.3.2.2. "Requisiti concernenti le deformazioni e le vibrazioni" prescrive una limitazione alla deformazione verticale dell'impalcato tra gli stati limite di servizio per la sicurezza del traffico ferroviario.

Il valore massimo di deformazione verticale ammesso è calcolato come $L/600$ e risulta pari a $58000/600 = 97$ mm.

La freccia massima calcolata con i modelli di carico LM71 e SW2 (incrementati con il coefficiente dinamico e con il coefficiente di adattamento α) è di 28 mm (< 97 mm). La verifica è pertanto soddisfatta.

10.7.2 Stato limite per il comfort dei passeggeri

La normativa ferroviaria limita i valori della freccia verticale per i ponti in funzione della luce e del numero delle campate consecutive, dello schema statico del ponte e della velocità di percorrenza del convoglio.

Nel caso in esame si tratta di un ponte di luce 58m con velocità di progetto 200 km/h, per cui il limite L/δ risulta di 1200 dal grafico di Fig. 103. La freccia limite pertanto risulta di $58000/1200 = 48$ mm.

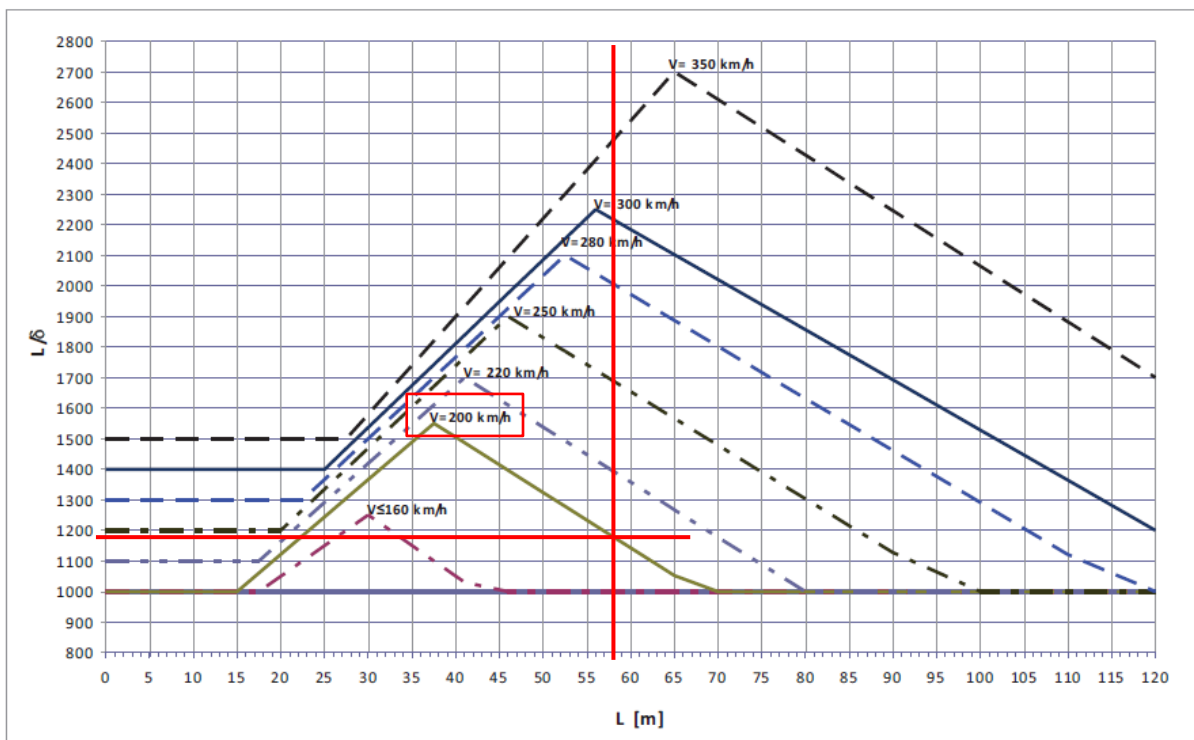


Fig. 103 – Valori del limite di deformabilità L/d per il comfort dei passeggeri (estratto dal manuale di progettazione delle opere civili)

La deformazione del ponte ottenuta dal modello FEM considerando il modello di carico LM71 (con il relativo incremento dinamico e coefficiente di adattamento α) risulta di 28 mm ossia inferiore al limite previsto da normativa (48 mm). La verifica è pertanto soddisfatta.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 114 di 136

10.7.3 Inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato

Considerando la presenza del treno di carico LM 71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,02$) e con il coefficiente α , l'azione del vento, la forza laterale (serpeggio), la forza centrifuga e gli effetti della variazione di temperatura, l'inflessione totale nel piano orizzontale dell'impalcato risulta pari a 7,3 mm.

Considerata la velocità massima di progetto pari a 200km/h, i limiti previsti dal Manuale RFI per l'inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato sono:

- variazione angolare massima pari a 0,0020 rad
- raggio di curvatura orizzontale minimo pari a 6000m (per ponti a singola travata).

Tab. 5.2.VIII - Massima variazione angolare e minimo raggio di curvatura

Velocità [km/h]	Variazione Angolare massima	Raggio minimo di curvatura	
		Singola campata	Più campate
$V \leq 120$	0,0035 rd	1700 m	3500 m
$120 < V \leq 200$	0,0020 rd	6000 m	9500 m
$200 < V$	0,0015 rd	14000 m	17500 m

Fig. 104 – Valori del limite di inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato (Manuale RFI)

Il massimo spostamento orizzontale risulta:

$$\delta_{\max} = \frac{L^2}{8 \cdot R} = \frac{58^2}{8 \cdot 6000} = 0,070 \text{ m} = 70 \text{ mm} > 7,3 \text{ mm}$$

Pertanto per $\delta = 7,3$ mm, risulta:

- $R = 57.603$ m
- $1/R = 0,000017 \ll 0,002$ rad

L'inflessione orizzontale risulta pertanto inferiore ai limiti previsti dal Manuale RFI per impalcato ferroviari.

10.7.4 Deformazioni torsionali dell'impalcato

La torsione dell'impalcato del ponte è calcolata considerando il treno di carico LM71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,02$) e con il coefficiente α . Il massimo sghembo, misurato su una lunghezza di 3m e considerando le rotaie solidali all'impalcato, non deve eccedere il valore di 3mm / 3m, per strutture con velocità di progetto pari o inferiore a 200km/h.

Nel modello FEM si applicano 8 forze concentrate pari a $250/2 = 125$ kN ciascuna ad una distanza di 1,6m in direzione longitudinale e di 1,435 m in direzione trasversale (corrispondente allo scartamento delle rotaie), centrate rispetto all'asse binario.

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 115 di 136

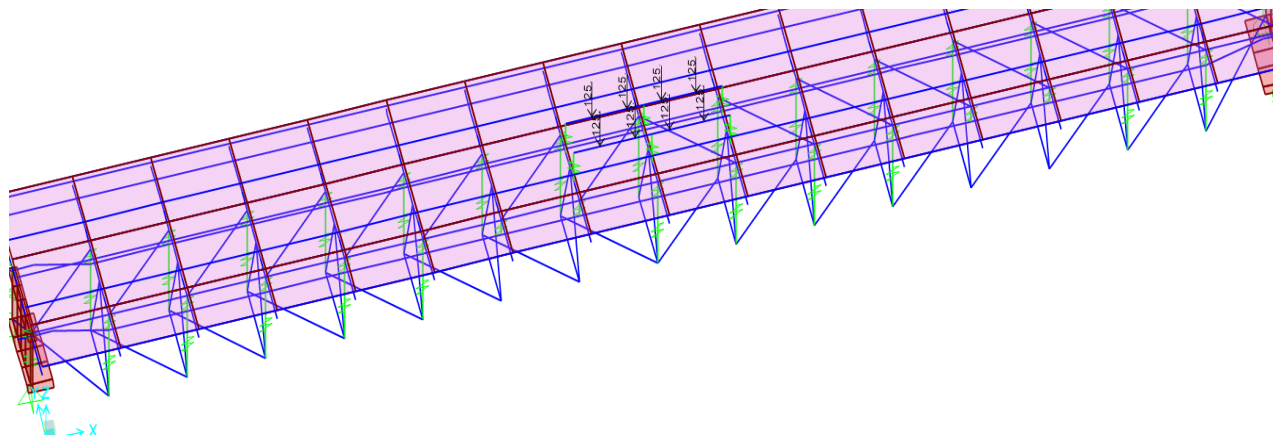


Fig. 105 – Modello FEM: carichi concentrati del treno LM71 - sghebo

Si calcola l’abbassamento differenziale dell’impalcato approssimando i nodi della maglia prevista dal Manuale Rfi ($3m \times s$) con i nodi della mesh del modello FEM. Si considerano pertanto i quattro nodi di intersezione tra due trasversi consecutivi (aventi passo $3,165m \approx 3m$) e le travi principali di impalcato (con interasse pari a $3,3m$, pari a circa il doppio dello scartamento s). Gli abbassamenti calcolati risultano:

	Nodo A	Nodo B	Nodo C	Nodo D
Abbassamento [mm]	8,2	8,0	8,06	8,26

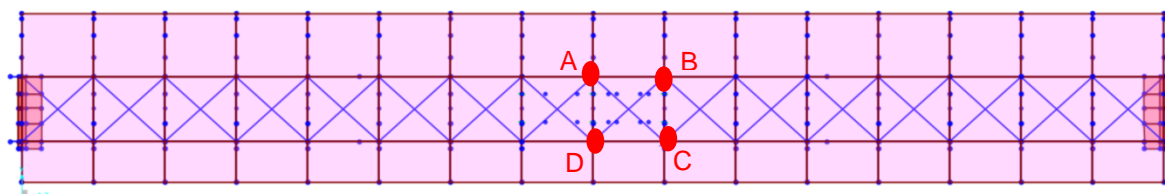


Fig. 106 – Modello FEM: nodi di riferimento nel calcolo dello sghebo

Pur considerando una maglia di dimensioni maggiori rispetto a quella prevista dal Manuale RFI, l’abbassamento differenziale tra i nodi risulta pari a $(8,26-8,0) = 0,26$ mm e pertanto lo sghebo risulta implicitamente inferiore al limite di $3mm$. La verifica a deformazione torsionale dell’impalcato risulta soddisfatta.

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 116 di 136

10.8 CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO

Si prevede opportuna controfreccia di costruzione come definita da normativa, al fine di contrastare le deformazioni elastiche dovute ai seguenti carichi:

- peso proprio della struttura metallica e della soletta (f_p);
- peso delle opere di finitura (f_r);
- effetti del ritiro e della viscosità (f_r);
- carichi verticali da traffico (f_s)

La controfreccia risulta quindi:

$$c_f = f_p + f_r + f_r + 0,25 \times \Phi \times f_s = 86 + 35 + 9 + 0,25 \times 1,02 \times 32 = 138 \approx 140 \text{ mm}$$

10.9 VERIFICHE IN FASE DI SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO

Per la sostituzione degli apparecchi d'appoggio sono previsti 8 punti di sollevamento: si dispongono due martinetti in corrispondenza di ciascuna anima del cassone.

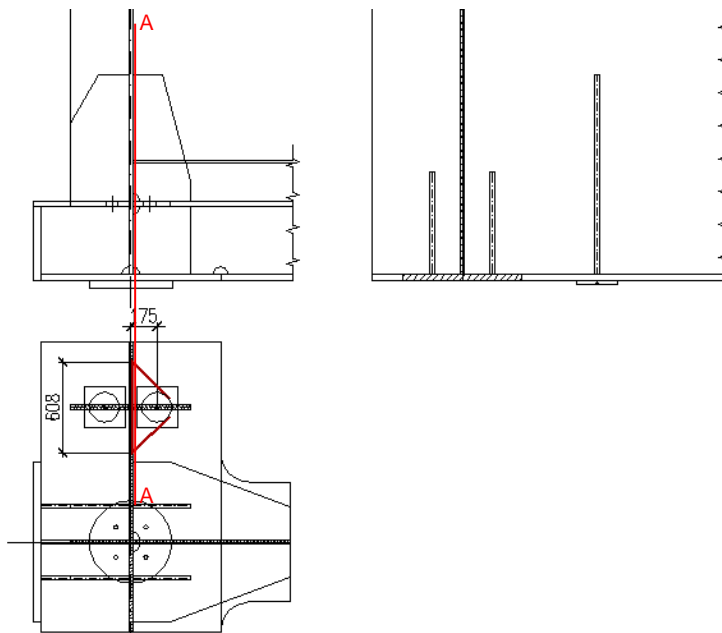


Fig. 107 – Sollevamento per sostituzione apparecchi d'appoggio

Per la sostituzione degli apparecchi d'appoggio, i martinetti devono essere posizionati sotto le anime delle travi principali, in corrispondenza degli appositi alloggi. L'azione esercitata dal martinetto viene trasferita all'anima della trave tramite la saldatura verticale del piatto di irrigidimento verticale. Come si evince dalle reazioni vincolari riportate al §10.10, la forza massima che deve esercitare il martinetto per il sollevamento è pari a 5126 kN

Le sollecitazioni agenti in corrispondenza della sezione A-A di Fig. 107 sono:

- Taglio $V = 5126 \times 1,5 / 2 = 3845 \text{ kN (SLU)}$
- Momento flettente $M = 5126 \times 1,5 / 2 \times 0,175 = 673 \text{ kNm (SLU)}$

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: <u>Mandatario</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 117 di 136

La verifica della nervatura di irrigidimento risulta:

- sp. piatto = 30mm
- altezza piatto = 1335 mm
- larghezza piattabanda inferiore = 610 mm
- sp. piattabanda inferiore = 40 mm
- Inerzia $J = 1,38 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{sup} = 1,66 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{inf} = 2,52 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Tensione massima $\sigma_{sup} = M / W = 40 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $\tau = 3845 \times 1000 / (1335 \times 30) = 96 \text{ MPa}$
- tensione ideale $\sigma_{id} = (40^2 + 3 \times 96^2)^{0.5} = 171 < 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,50$ - verificato

Si verifica la saldatura a cordone d'angolo di collegamento della nervatura verticale all'anima della trave:

- sp. piatto = 30mm
- lato di un cordone di saldatura = $0,7 \times 26 = 18 \text{ mm}$
- gola della saldatura = 13 mm
- altezza saldatura = 1335 mm
- Inerzia $J = 1,19 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{sup} = 1,24 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{inf} = 2,81 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Tensione nella saldatura (estremo superiore) $n_{sup \perp} = M / W = 54 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $t_{\parallel} = 3845 \times 1000 / (1335 \times 13 \times 2) = 112 \text{ MPa}$
- tensione totale = $(54^2 + 112^2)^{0.5} = 124 < 0,7 \times 355 = 249 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,50$ - verificato

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 118 di 136

10.10 REAZIONI VINCOLARI

La tabella seguente riassume le reazioni vincolari per le principali condizioni di carico relative al ponte corrispondente al binario pari e al binario dispari.

REAZIONI VINCOLARI		G1a		G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71 max	Q1a_LM71 min	Q1b_LM71 max	Q1b_LM71 min	Q2a_SW2 max	Q2a_SW2 min	Q2b_SW2 max	Q2b_SW2 min	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	Q14_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q14_v2	Q15_v2	Q16_v2	Q7-max	Q8-max	Q5-max	Q6-max	SismaX	SismaY	SismaZ	
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
PILA2	RA1	F1	-6	177	241	-94	0	0	1	-116	0	-147	0	0	0	-891	-564	0	-94	43	17	668	736	-1301	-1301	133	0	210	114	3136	9946	355		
	RA1	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RA1	F3	638	1967	2521	-20	0	0	1599	0	1936	0	0	0	0	-72	-45	0	-15	7	8	652	754	-1048	-1048	-1048	105	0	208	119	1033	4503	727	
	RA2	F1	6	-176	-240	93	0	0	116	-1	147	0	0	0	0	-848	-537	0	94	-43	-17	-651	-717	1262	1262	1262	130	0	205	111	2977	10168	352	
	RA2	F2	1	-18	-25	10	0	0	12	0	15	0	0	0	0	-39	-25	0	10	-4	-14	-389	-435	890	890	890	91	0	127	72	527	5633	156	
	RA2	F3	615	921	466	20	0	0	1539	0	1879	0	0	0	0	-78	-49	0	15	-7	-8	-652	-754	1048	1048	1048	105	0	208	119	1109	4140	340	
PILA1	RA3	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RA3	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RA3	F3	644	1910	2471	20	0	0	1639	0	1992	0	0	0	0	72	45	0	15	-7	6	530	583	-799	-799	-799	120	0	169	94	886	3119	703	
	RA4	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RA4	F2	0	10	14	-5	0	0	0	-7	0	-8	0	0	0	0	0	0	0	-5	2	-11	-283	-319	683	683	683	100	0	97	54	465	4582	139
	RA4	F3	609	978	516	-20	0	0	1499	0	1823	0	0	0	0	78	49	0	-15	7	-6	-530	-583	799	799	799	120	0	169	94	1066	2737	311	

Fig. 108 – Reazioni vincolari ponte – binario pari

REAZIONI VINCOLARI		G1a		G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71 max	Q1a_LM71 min	Q1b_LM71 max	Q1b_LM71 min	Q2a_SW2 max	Q2a_SW2 min	Q2b_SW2 max	Q2b_SW2 min	Q3a_LM71	Q4a_SW2	Q3b_LM71	Q4b_SW2	Q9_U	Q10_grad	Q14_v1	Q15_v1	Q16_v1	Q14_v2	Q15_v2	Q16_v2	Q7-max	Q8-max	Q5-max	Q6-max	SismaX	SismaY	SismaZ	
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	
PILA2	RB1	F1	13	-209	-295	74	156	-1	0	0	0	0	197	0	-537	0	0	-849	84	-40	1300	1300	1300	-17	-662	-731	0	130	0	0	2977	10168	352	
	RB1	F2	-1	12	17	-4	0	-9	0	0	0	0	0	-11	-2	0	0	-3	-5	2	-831	-831	-831	13	358	402	0	86	0	0	527	5633	156	
	RB1	F3	612	938	296	5	1634	0	0	0	0	0	0	1992	0	-49	0	0	-78	6	-3	1050	1050	1050	-8	-645	-748	0	105	0	0	1109	4140	340
	RB2	F1	-13	209	295	-74	1	-156	0	0	0	0	0	-197	-565	0	0	-891	-84	40	-1300	-1300	-1300	17	660	731	0	130	0	0	3136	9946	355	
	RB2	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB2	F3	641	1956	2517	-5	1503	0	0	0	0	0	0	1822	0	-45	0	0	-72	-6	3	-1050	-1050	-1050	8	645	748	0	105	0	0	1033	4503	727
PILA1	RB3	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB3	F2	1	-12	-17	4	9	0	0	0	0	0	11	0	2	0	0	3	5	-2	-683	-683	-683	11	283	319	0	100	0	0	465	4582	139	
	RB3	F3	612	947	345	-5	1612	0	0	0	0	0	0	1962	0	49	0	0	78	-6	3	797	797	797	-6	-537	-589	0	120	0	0	1066	2737	311
	RB4	F1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB4	F2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	RB4	F3	641	1947	2468	5	1526	0	0	0	0	0	0	1853	0	45	0	0	72	6	-3	-797	-797	-797	6	537	589	0	120	0	0	886	3119	703

Fig. 109 – Reazioni vincolari ponte – binario dispari

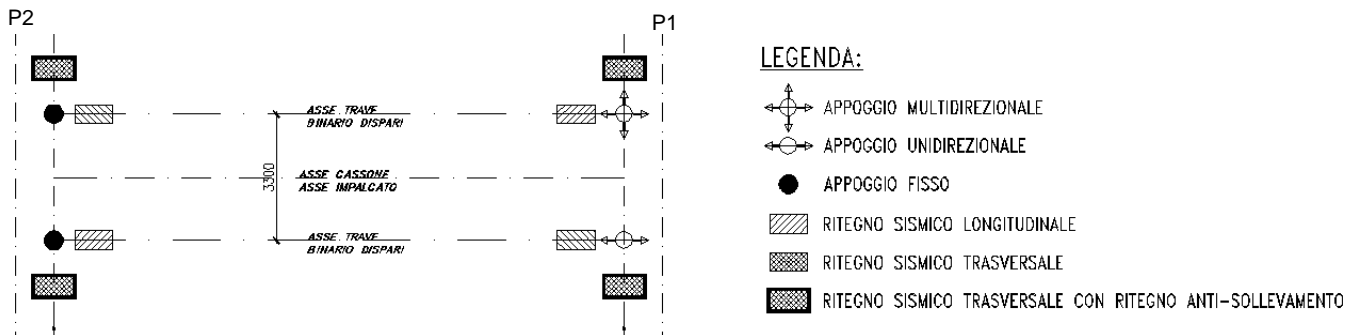


Fig. 110 – Schema dei dispositivi di appoggio

Le reazioni trasversali (FY) riportate in tabella sono calcolate considerando un solo dispositivo fisso, come già spiegato in precedenza (§10.1). I dispositivi fissi saranno dimensionati per resistere alle medesime reazioni.

APPALTATORE: <u>Conorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA		RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
		IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 004	C	119 di 136

Le tabelle seguenti riassumono le reazioni vincolari massime per ciascuna direzione (FX, FY, FZ) ottenute per le combinazioni SLU e SLV, ed i rispettivi valori concomitanti.

	TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SLU				TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SISMICHE		
		FX	FY	FZ			FX	FY	FZ
		[kN]					[kN]		
BIN.PARI PILA 2	F	2282	0	8160	BIN.PARI PILA 2	F	11543	0	10223
		458	0	5134			-5788	0	2526
		2039	0	10806			11482	0	10595
	F	2148	1040	6298		F	10915	5843	6941
		1720	1317	3833			10905	5848	6948
		1876	1031	6888			10890	5835	7004
BIN.PARI PILA 1	M	0	0	5017	BIN.PARI PILA 1	M	0	0	2994
		0	0	5017			0	0	2994
		0	0	10596			0	0	9069
	U	0	26	2110		U	0	-1858	121
		0	1066	3921			0	4830	5353
		0	853	6695			0	4818	5668
BIN.DISPARI PILA 2	F	1983	-829	6128	BIN.DISPARI PILA 2	F	10803	5848	6838
		-934	497	1640			10595	5887	6395
		1708	-859	6654			10795	5843	6845
	F	2257	0	7802		F	11573	0	10164
		531	0	5117			-5694	0	2535
		1906	0	10772			11526	0	10535
BIN.DISPARI PILA 1	U	0	-30	1905	BIN.DISPARI PILA 1	U	0	-1907	-79
		0	402	4293			0	4761	5402
		0	-788	6480			0	4714	5475
	M	0	0	5055		M	0	0	3027
		0	0	5055			0	0	3027
		0	0	10663			0	0	9052

10.11 ESCURSIONE LONGITUDINALE, GIUNTI E VARCHI

Per la definizione delle escursioni e dei varchi si rimanda alla relazione di calcolo delle strutture in elevazione IF3A02EZZCLVI0105002 e IF3A02EZZCLVI0105003.

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA				RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO				COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 120 di 136

10.12 RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI E TRASVERSALI

I ritegni sismici trasversali e longitudinali sono realizzati tramite elementi in carpenteria metallica saldati o bullonati alle travi principali e dimensionati per resistere all'azione sismica in caso di perdita di funzionalità dei dispositivi di appoggio.

La forza sismica utilizzate per la verifica dei ritegni viene calcolata tramite l'analisi spettrale in direzione longitudinale (X) e trasversale (Y) al ponte. La tabella seguente mostra le masse partecipanti nelle direzioni principali, ottenute dall'analisi modale.

TABLE: Modal Participating Mass Ratios									
OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
-	-	-	Sec	-	-	-	-	-	-
MODAL	Mode	1	0.479	0.015	0.005	0.766	0.015	0.005	0.766
MODAL	Mode	2	0.412	0.001	0.770	0.008	0.016	0.775	0.774
MODAL	Mode	3	0.251	0.005	0.030	0.006	0.021	0.805	0.780
MODAL	Mode	4	0.168	0.030	0.000	0.000	0.050	0.805	0.781
MODAL	Mode	5	0.137	0.036	0.000	0.000	0.086	0.805	0.781
MODAL	Mode	6	0.123	0.266	0.000	0.001	0.352	0.805	0.782
MODAL	Mode	7	0.119	0.040	0.000	0.027	0.392	0.805	0.809
MODAL	Mode	8	0.107	0.205	0.000	0.002	0.597	0.805	0.812
MODAL	Mode	9	0.104	0.336	0.000	0.003	0.934	0.805	0.815
MODAL	Mode	10	0.100	0.000	0.000	0.006	0.934	0.806	0.821
MODAL	Mode	11	0.096	0.001	0.000	0.000	0.934	0.806	0.821
MODAL	Mode	12	0.094	0.000	0.000	0.002	0.934	0.806	0.823
MODAL	Mode	13	0.092	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.823
MODAL	Mode	14	0.091	0.000	0.000	0.001	0.934	0.806	0.824
MODAL	Mode	15	0.089	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.824
MODAL	Mode	16	0.088	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.825
MODAL	Mode	17	0.087	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.825
MODAL	Mode	18	0.086	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.825
MODAL	Mode	19	0.085	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.825
MODAL	Mode	20	0.084	0.000	0.000	0.000	0.934	0.806	0.825
MODAL	Mode	21	0.083	0.000	0.011	0.003	0.934	0.817	0.827
MODAL	Mode	22	0.079	0.000	0.035	0.000	0.934	0.852	0.828
MODAL	Mode	23	0.077	0.000	0.067	0.009	0.935	0.919	0.837
MODAL	Mode	24	0.072	0.000	0.000	0.000	0.935	0.919	0.837
MODAL	Mode	25	0.070	0.001	0.013	0.000	0.936	0.932	0.837
MODAL	Mode	26	0.068	0.004	0.011	0.058	0.940	0.943	0.895
MODAL	Mode	27	0.059	0.000	0.000	0.000	0.940	0.943	0.895
MODAL	Mode	28	0.055	0.000	0.000	0.000	0.940	0.943	0.895
MODAL	Mode	29	0.052	0.000	0.000	0.000	0.940	0.943	0.895
MODAL	Mode	30	0.050	0.000	0.000	0.000	0.940	0.943	0.895

Fig. 111 – Tabella delle masse partecipanti relative ai modi di vibrare per sisma trasversale (Y) e verticale (Z)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. FOGLIO C 121 di 136

10.12.1 Ritegno sismico trasversale

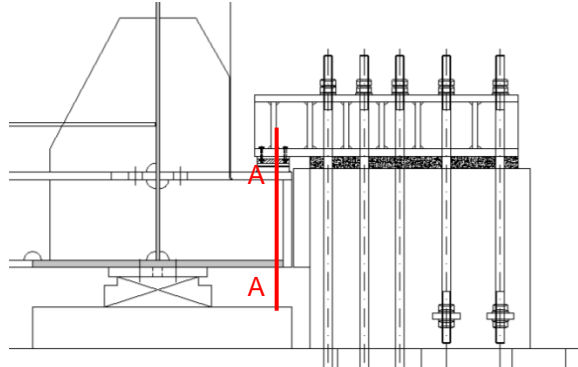


Fig. 112 – Ritegno sismico laterale

Il ritegno sismico laterale è realizzato tramite un elemento in carpenteria metallica saldato alla trave principale. Il ritegno è di tipo unidirezionale in quanto lavora solamente a compressione, in battuta sulla pila. La forza trasversale massima agente su ciascuna pila risulta pari a 5.887 kN.

Si verifica la tensione di compressione presente nella sezione A-A di carpenteria metallica indicata in Fig. 112:

- N° 5 Piatti verticali: Altezza $H = 450 \text{ mm}$; Spessore $t = 30 \text{ mm}$
- Area totale = $5 \times 450 \times 30 = 67500 \text{ mm}^2$
- Compressione $\sigma = 5887 \times 1000 / 67500 = 87 \text{ MPa} < 355/1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,26$

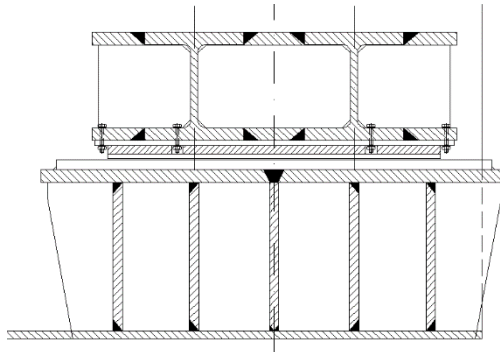


Fig. 113 – Sezione A-A

APPALTAZIONE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A. NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 122 di 136

10.12.2 Ritegno sismico longitudinale

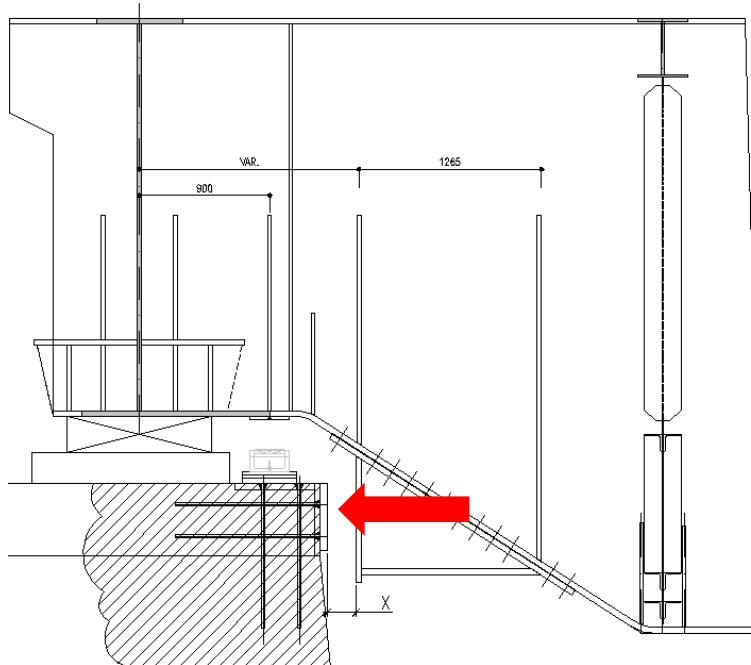


Fig. 114 – Ritegno sismico longitudinale

Il ritegno sismico longitudinale è costituito da quattro composti saldati bullonati alla piattabanda inferiore delle travi principali.

La massima forza longitudinale si ottiene combinando l'azione sismica trasversale con il 30% dell'azione sismica longitudinale e verticale (infatti il doppio vincolo fisso costituisce un incastro per il ponte in direzione trasversale). La forza agente in direzione longitudinale risulta pertanto pari a 11.573 kN, come indicato nelle tabelle al § 10.10

La forza agente orizzontalmente, si scompone in un taglio parallelo alla piattabanda inferiore della trave e una componente ad essa ortogonale. Si verifica pertanto la flangia per resistere alla sollecitazione tagliante.

- $F = 11.573 \text{ kN}$
- $V = 11.573 \times \cos 30^\circ = 10.023 \text{ kN}$
- N° bulloni = 24 M27 cl.10.9 (considerando solamente quelli vicini all'anima, a favore di sicurezza)
- Precarico bulloni $F_{p,c} = 165 \text{ kN}$ (come da tabella materiali)
- Resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 ridotta del 15%:

$$F_{v,Rd} = (1-0,15) \times 0,6 \times f_{tb} \times A / \gamma_{M2} = 0,85 \times 0,6 \times 1000 \times 573 / 1,25 = 234 \text{ kN}$$
- Forza tagliante su ciascun bullone $F_{V,Ed} = 10.023 / 48 = 209 \text{ kN} < F_{v,Rd} = 234 \text{ kN} \rightarrow \Delta = 0,89$

La verifica del giunto bullonato risulta soddisfatta.

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 123 di 136

10.13 ANTISOLLEVAMENTO

In condizioni sismiche si rende necessario il dispositivo di anti-sollevamento.

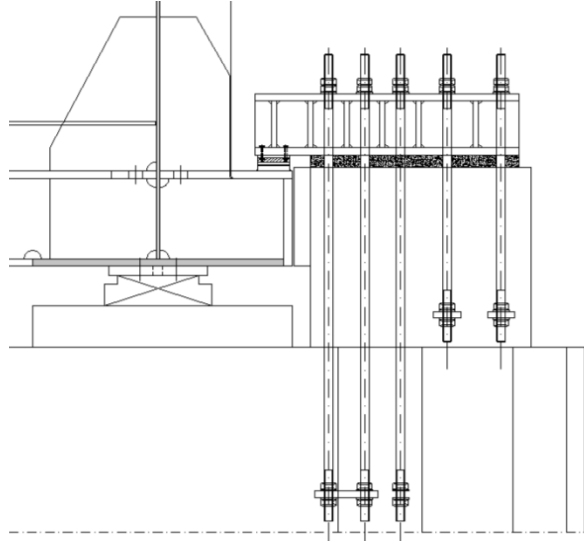


Fig. 115 – Sistema antisollevamento

Considerando il baricentro dei pesi propri, dei carichi permanenti e del 20% del carico del convoglio ferroviario, si determinano i seguenti momenti stabilizzanti e ribaltanti. Visti i modi di vibrare e le masse partecipanti riportate nella tabella al § 0, si considera l'80% della massa eccitata da un'accelerazione pari a 0,864 [g], mentre al restante 20% si assegna un'accelerazione pari a 0,6 [g].

	Momento Ribaltante M_R [kNm]	Momento Stabilizzante M_S [kNm]
Azioni gravitazionali:		
Carpenteria metallica (ponte)	0	$2505 \times 1,65 = 4.133$
Soletta in c.a.	$2160 \times 1,57 = 3.391$	$3625 \times 2,63 = 9.534$
Ballast (incluso rialzo)	0	$3564 \times 1,81 = 6.454$
Altri Permanenti	$2087 \times 2,22 = 4.640$	$457 \times 4,62 = 2.112$
0,2 SW2	0	$1500 \times 1,65 = 2.475$
Totale	8.031	24.708
Azione sismica:		
Carpenteria metallica (ponte)	$2505 \times 0 = 0$	0
Soletta in c.a.	$0,864 \times (0,8 \times 5785) \times 2,96 +$ $0,55 \times (0,2 \times 5785) \times 2,96 = 13.696$	0
Ballast (incluso rialzo)	$0,864 \times (0,8 \times 3564) \times 3,56 +$ $0,55 \times (0,2 \times 3564) \times 3,56 = 10.164$	0
Altri Permanenti	$0,864 \times (0,8 \times 2545) \times 3,96 +$	0

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatara Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
PROGETTO ESECUTIVO	IF3A	02	E ZZ CL	VI0009 004	C	124 di 136

	$0,55 \times (0,2 \times 2545) \times 3,96 = 8.077$	
0,2 x SW2	$0,864 \times (0,8 \times 1500) \times 3,96 +$ $0,55 \times (0,2 \times 1500) \times 3,96 = 4.760$	0
Totale	36.697	
TOTALE COMPLESSIVO	44.728	24.708

Pertanto il momento ribaltante totale risulta pari a 44.728 kNm, mentre il momento stabilizzante totale risulta 24.708 kNm. Considerando un coefficiente di sicurezza antiribaltamento di 1,25, è necessario garantire un momento stabilizzante di $44.728 \times 1,25 = 55.910$ kNm. Pertanto il dispositivo anti-sollevamento deve fornire un momento stabilizzante di $55.910 - 24.708 = 31.202$ kNm, che corrisponde ad una forza di sollevamento di $31.202/3,3 = 9.455$ kN da ripartire sulle due pile. Si verifica pertanto il ritegno anti-sollevamento per resistere ad una forza di $9.455/2 = 4728$ kN.

La forza di sollevamento è ripresa tramite un composto saldato posto nella parte più esterna della trave e rappresenta una sollecitazione tagliante per il composto saldato costituito da 2HEM300. Pertanto risulta:

$$V = 4728 \text{ kN}$$

$$A = 2 \times 30310 = 60620 \text{ mm}^2$$

La tensione risulta pertanto $\tau = V / A = 78 \text{ MPa} < 355 / 3^{0.5} / 1,05 = 195 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,40$ verifica soddisfatta

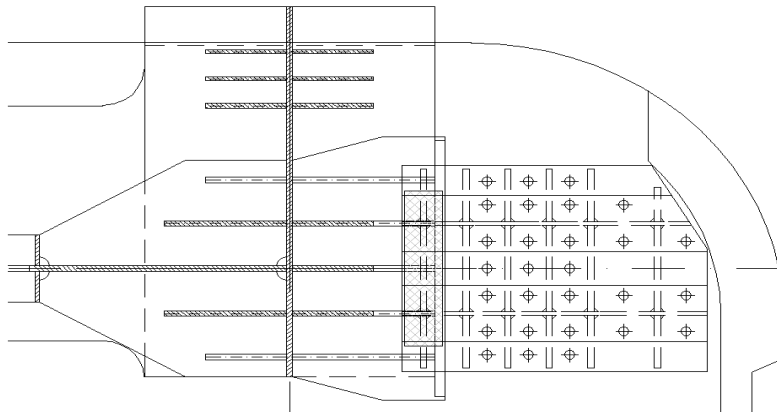


Fig. 116 – Sistema antisollevamento - pianta

La trazione sulle barre si determina tramite uno schema di trave in semplice appoggio caricata all'estremità dello sbalzo con una forza $V = 4728$ kN, pertanto la forza di trazione sulle barre risulta di 8580 kN. Tale forza divisa per 21 barre M48, determina una trazione di 408 kN per barra che corrisponde ad una tensione di $408 \times 1000 / 1377 = 296 \text{ MPa} < 355 \text{ MPa}$ (verifica soddisfatta).

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 125 di 136

10.14 VERIFICA DEL CAMMINAMENTO FFP

Il camminamento FFP è realizzato mediante un telaio saldato (trave colonna) incernierato alla base avente passo 1.5 m. Il carico dei pesi propri della struttura in acciaio è calcolato in automatico dal programma considerando un peso specifico dell'acciaio pari a 78,5 kN/m³ incrementato del 20%.

Il carico del piano di calpestio, realizzato con un grigliato (piatto portante 4x3 maglia 15x76), è pari a 0.61 kN/m².

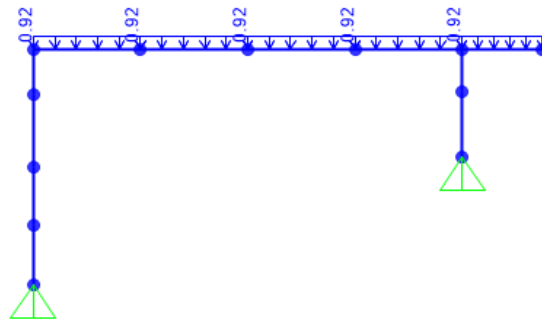


Fig. 117 – Peso del piano di calpestio

Il carico accidentale considerato è pari a 10 kN/m².

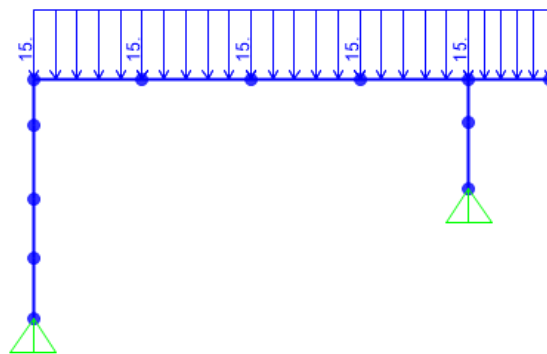


Fig. 118 – Carico accidentale

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per la combinazione SLU:

$$1.35 \times (\text{Peso Proprio} + \text{piano calpestio}) + 1.5 \times \text{Accidentale}$$

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA			
PROGETTO ESECUTIVO			

ITINERARIO NAPOLI – BARI					
RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 126 di 136

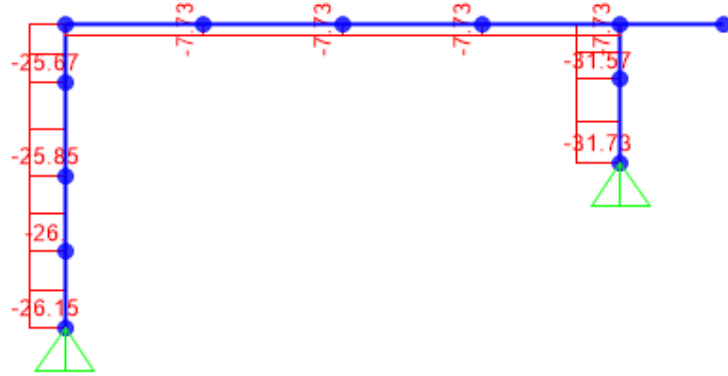


Fig. 119 – Diagramma dello Sforzo normale (kN)

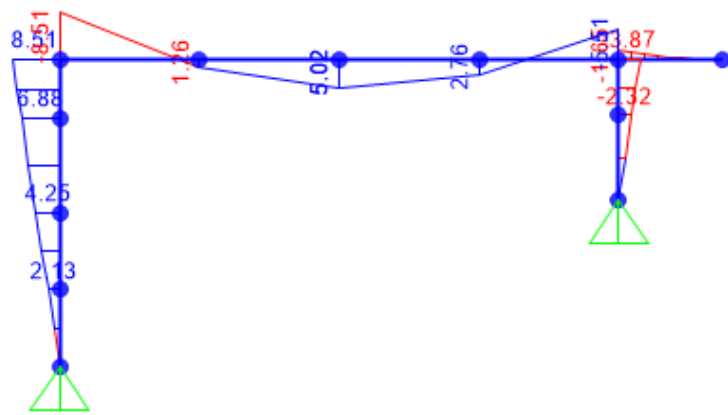


Fig. 120 – Diagramma del Momento flettente (kNm)

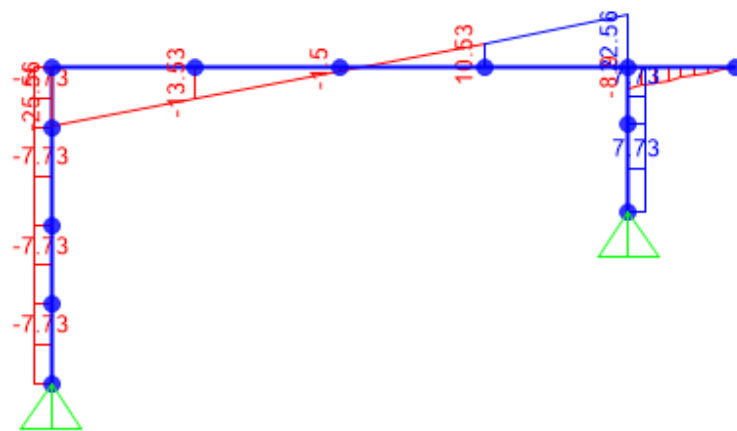


Fig. 121 – Diagramma del Taglio (kN)

APPALTATORE: <u>Consorzio</u> <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA											
PROGETTAZIONE: <u>Mandataria</u> <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;">COMMESSA IF3A</td> <td style="width: 16.6%;">LOTTO 02</td> <td style="width: 16.6%;">CODIFICA E ZZ CL</td> <td style="width: 16.6%;">DOCUMENTO VI0009 004</td> <td style="width: 16.6%;">REV. C</td> <td style="width: 16.6%;">FOGLIO 127 di 136</td> </tr> </table>						COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 127 di 136
COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 127 di 136							

Si riportano le verifiche della trave HEB 100

MATERIALE:						[N/mm ²]		
f_y	=	355	f_u	=	510	ε	=	0.81
E	=	210000	ν	=	0.300	G	=	80769

COEFFICIENTI DI SICUREZZA:						[R.1.1]		
γ_{M0}	=	1.05	γ_{M1}	=	1.05	γ_{M2}	=	1.25

PROPRIETA' DELLA SEZIONE LORDA:				HE 100 B / S355		[mm]		
h	=	100	$A \times 10^2$	=	26.0	$W_{el, y, tf} \times 10^3$	=	89.9
b_{tf}	=	100	Z_G	=	50.0	$W_{el, y, bf} \times 10^3$	=	89.9
b_{bf}	=	100	Z_C	=	50.0	$W_{pl, y} \times 10^3$	=	104.2
t_w	=	6.0	$I_y \times 10^4$	=	449.5			
t_{tf}	=	10.0	$I_z \times 10^4$	=	167.3	$W_{el, z, tf} \times 10^3$	=	33.5
t_{bf}	=	10.0	$I_t \times 10^4$	=	9.25E+00	$W_{el, z, bf} \times 10^3$	=	33.5
r	=	12.0	$I_w \times 10^6$	=	3.38E+03	$W_{pl, z} \times 10^3$	=	51.4

SOLLECITAZIONI:						[R.6.3], [kN, m]		
N_{Ed}	=	7.7	$V_{z, Ed}$	=	25.6	$V_{y, Ed}$	=	0.0
$M_{y, h, Ed}$	=	-8.5	$\psi M_{y, h, Ed}$	=	-5.5	$M_{y, s, Ed}$	=	5.0
						c_{my}	=	0.57
$M_{z, h, Ed}$	=	0.0	$\psi M_{z, h, Ed}$	=	0.0	$M_{z, s, Ed}$	=	0.0
						c_{mz}	=	1.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE:		Class 1	[R.4.1], [mm]	
A) ANIMA		C_w	=	56.0
compressione:	Class 1	C_w / t_w	=	9.33
flessione:	Class 1	$Z_{y, n}$	=	48.19
flessione e compressione:	Class 1	α	=	0.53
		ψ	=	-0.98
B) PIATTABANDA SUPERIORE		C_{tf}	=	35.0
compressione:	Class 1	C_{tf} / t_{tf}	=	3.50
flessione e compressione:	Class 1	ψ	=	1.00
		k_σ	=	0.43
C) PIATTABANDA INFERIORE		C_{bf}	=	35.0
compressione:	Class 1	C_{bf} / t_{bf}	=	3.50
flessione e compressione:	Class 1	ψ	=	1.00
		k_σ	=	0.43

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 128 di 136

VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE: [R.5.2]

$$\begin{aligned}
 A_{net} &= 1251.6 && [\text{mm}^2] \\
 N_{pl,Rd} &= -880.3 && [\text{KN}] \\
 N_{u,Rd} &= -459.6 && [\text{KN}] \\
 N_{t,Rd} &= -459.6 && [\text{KN}] \\
 \Delta &= 0.00
 \end{aligned}$$

COMPRESSIONE [R.5.4]

$$\begin{aligned}
 N_{c,Rd} &= 880.3 && [\text{KN}] \\
 \Delta &= 0.01
 \end{aligned}$$

MOMENTO FLETTENTE M_{y-y} [R.5.5]

$$\begin{aligned}
 M_{c,Rd,y} &= 23.8 && [\text{KNm}] \\
 \Delta &= 0.36
 \end{aligned}$$

MOMENTO FLETTENTE M_{z-z} [R.5.5]

$$\begin{aligned}
 M_{c,Rd,z} &= 11.4 && [\text{KNm}] \\
 \Delta &= 0.00
 \end{aligned}$$

TAGLIO V_z (PARALELLO ALL'ANIMA) [R.5.6]

$$\begin{aligned}
 \eta &= 1.0 \\
 A_{vz} &= 903.6 && [\text{mm}^2] \\
 V_{Pl,Rd,z} &= 176.4 && [\text{KN}] \\
 \Delta &= 0.15
 \end{aligned}$$

TAGLIO V_y (PARALELLO ALLE PIATTABANDE) [R.5.6]

$$\begin{aligned}
 A_{vy} &= 2267.6 && [\text{mm}^2] \\
 V_{Pl,Rd,y} &= 442.6 && [\text{KN}] \\
 \Delta &= 0.00
 \end{aligned}$$

FLESSIONE E TAGLIO [R.5.7]

$$\begin{aligned}
 M_{c,Rd,y} &= 23.8 && [\text{KNm}] \\
 \Delta &= 0.36 \\
 M_{c,Rd,z} &= 11.4 && [\text{KNm}] \\
 \Delta &= 0.00
 \end{aligned}$$

PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE [R.5.8]

sezioni ad I di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche

$$\begin{aligned}
 n &= 0.01 \\
 a &= 0.23 \\
 \alpha &= 1.00 \\
 \beta &= 1.00 \\
 M_{N,Rd,y} &= 23.8 && [\text{KNm}] \\
 M_{N,Rd,z} &= 11.4 && [\text{KNm}] \\
 \Delta &= 0.36
 \end{aligned}$$

APPALTATORE: Conorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 130 di 136

VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE: [R.5.2]

A_{net}	=	2683.6	[mm ²]
$N_{pl,Rd}$	=	-1452.3	[KN]
$N_{u,Rd}$	=	-985.4	[KN]
$N_{t,Rd}$	=	-985.4	[KN]
Δ	=	0.00	

COMPRESSIONE [R.5.4]

$N_{c,Rd}$	=	1452.3	[KN]
Δ	=	0.02	

MOMENTO FLETTENTE M y-y [R.5.5]

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.13	

MOMENTO FLETTENTE M z-z [R.5.5]

$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	

TAGLIO Vz (PARALELLO ALL'ANIMA) [R.5.6]

η	=	1.0	[R.5.6]
A_{vz}	=	1307.6	[mm ²]
$V_{Pl,Rd,z}$	=	255.2	[KN]
Δ	=	0.03	

TAGLIO Vy (PARALELLO ALLE PIATTABANDE) [R.5.6]

A_{vy}	=	3651.6	[mm ²]
$V_{Pl,Rd,y}$	=	712.8	[KN]
Δ	=	0.00	

FLESSIONE E TAGLIO [R.5.7]

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.13	
$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	


PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE [R.5.8]

sezioni ad I di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche	n	=	0.02	
	a	=	0.22	
	α	=	1.00	
	β	=	1.00	
	$M_{N,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
	$M_{N,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
	Δ	=	0.13	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 131 di 136

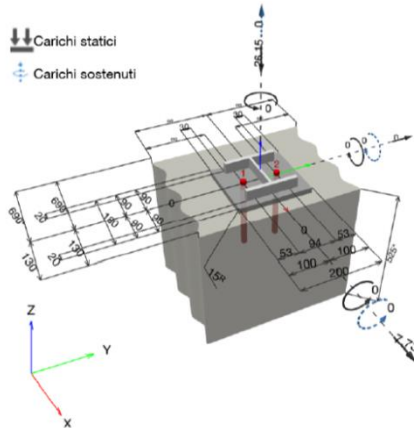
Verifica su soletta

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M16	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223869 HAS-U 5.8 M16x260 (inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 180,0$ mm ($h_{ef,limit} = -$ mm)	
Materiale:	5.8	
Certificazione No.:	ETA 11/0493	
Emesso Valido:	10/12/2021 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0$ mm (Senza distanziamento); $t = 15,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 180,0$ mm x $200,0$ mm x $15,0$ mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPB/HEB, IPB 140 / HE 140 B; (L x W x T x FT) = $140,0$ mm x $140,0$ mm x $7,0$ mm x $12,0$ mm	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 525,0$ mm. Breve/Lungo: 0/0 °C. Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \emptyset) o ≥ 100 mm ($\emptyset \leq 10$ mm) senza armatura di bordo longitudinale	

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max. Tassello [%]
1	SLU	$N = -26,150$; $V_x = 7,730$; $V_y = 0,000$; $M_x = 0,000$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$; $N_{sust} = 0,000$; $M_{x,sust} = 0,000$; $M_{y,sust} = 0,000$;	no	no	39

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

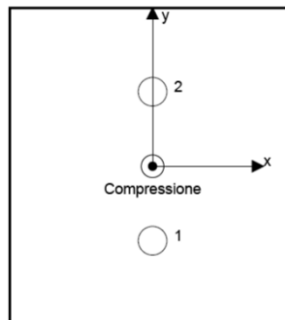
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	3,865	3,865	0,000
2	0,000	3,865	3,865	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,02 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 0,73 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 26,150 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presuppone una piastra di ancoraggio rigida.



APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 132 di 136

3 Carico di trazione ((EN 1992-4, sezione 7.2.1))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

4 Carico di taglio ((EN 1992-4, sezione 7.2.2))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_V [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,865	37,680	11	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	7,730	85,772	10	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	7,730	20,326	39	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
47,100	1,000	47,100	1,250	37,680	3,865

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_8 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk} \leq 3 \cdot h_{ef}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{\sqrt{n} - (\sqrt{n} - 1)} \cdot \left(\frac{\tau_{Rk}}{\tau_{Rk,c}}\right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef} \cdot f_{ck}} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

ID gruppo ancoranti

1, 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 133 di 136

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,v}}{A_{c,v}^0} \cdot \psi_{s,v} \cdot \psi_{h,v} \cdot \psi_{a,v} \cdot \psi_{ec,v} \cdot \psi_{re,v} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^\alpha \cdot l_f^\beta \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,v}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,v} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,v} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,v} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,i}}{3 \cdot c_1}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{a,v} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
180,0	16,00	1,700	0,118	0,066	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,v}$ [mm ²]	$A_{c,v}^0$ [mm ²]			
130,0	94.380	76.050			
$\psi_{s,v}$	$\psi_{h,v}$	$\psi_{a,v}$	$e_{c,v}$ [mm]	$\psi_{ec,v}$	$\psi_{re,v}$
1,000	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
24,567	1,0	1,500	20,326	7,730	

Verifica su muretto parabolast:

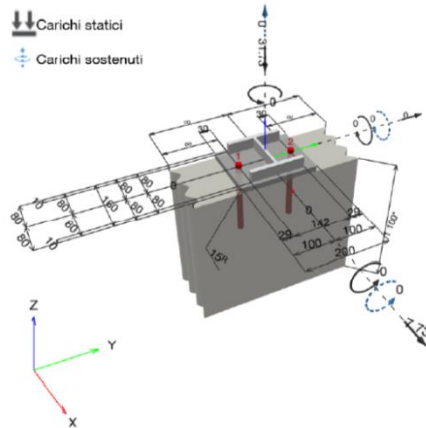
1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HAS-U 5.8 M16	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2223869 HAS-U 5.8 M16x260 (inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,act} = 180,0$ mm ($h_{ef,lim} = -$ mm)	
Materiale:	5.8	
Certificazione No.:	ETA 11/0493	
Emesso l Valido:	10/12/2021 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica	
Fissaggio distanziato:	$e_b = 0,0$ mm (Senza distanziamento); $t = 15,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 160,0$ mm x $200,0$ mm x $15,0$ mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	IPB/HEB, IPB 140 / HE 140 B; (L x W x T x FT) = $140,0$ mm x $140,0$ mm x $7,0$ mm x $12,0$ mm	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, C25/30, $f_{c,cyl} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 1.100,0$ mm. Temp. Breve/Lungo: 0/0 °C. Coefficiente parziale di sicurezza materiale definito dall'utente $\gamma_c = 1,500$	
Installazione:	Foro eseguito con perforatore, Condizioni di installazione: asciutto	
Armatura:	nessuna armatura o interasse tra le armature ≥ 150 mm (qualunque \emptyset) o ≥ 100 mm ($\emptyset \leq 10$ mm) senza armatura di bordo longitudinale	

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 134 di 136

^R - Il calcolo dell'ancoraggio presuppone la presenza di una piastra di ancoraggio rigida.

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	SLU	$N = -31,730; V_x = 7,730; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{susc} = 0,000; M_{x,susc} = 0,000; M_{y,susc} = 0,000;$	no	no		55

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

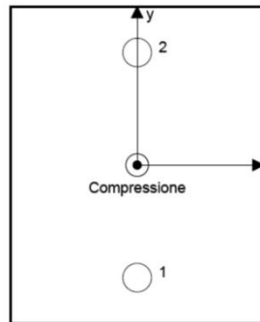
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	3,865	3,865	0,000
2	0,000	3,865	3,865	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,03 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 0,99 [N/mm²]
 risultante delle forze di trazione nel (x/y)=(0,0/0,0): 0,000 [kN]
 risultante delle forze di compressione (x/y)=(0,0/0,0): 31,730 [kN]

Le forze di ancoraggio vengono calcolate presupponendo una piastra di ancoraggio rigida.



3 Carico di trazione ((EN 1992-4, sezione 7.2.1))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_N [%]	Stato
Rottura dell'acciaio*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura conica del calcestruzzo**	N/A	N/A	N/A	N/A
Fessurazione**	N/A	N/A	N/A	N/A

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti sollecitati)

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI					
PROGETTAZIONE: Mandatario <u>Mandanti</u> ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C	FOGLIO 135 di 136

4 Carico di taglio ((EN 1992-4, sezione 7.2.2))

	Carico [kN]	Resistenza [kN]	Utilizzo β_v [%]	Stato
Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)*	3,865	37,680	11	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	7,730	36,193	22	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+**	7,730	14,252	55	OK

*ancorante più sollecitato **gruppo di ancoranti (ancoranti specifici)

4.1 Rottura dell'acciaio (senza braccio di leva)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,s} = \frac{V_{Rk,s}}{\gamma_{M,s}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,s} = k_7 \cdot V_{Rk,s}^0 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.35)}$$

$V_{Rk,s}^0$ [kN]	k_7	$V_{Rk,s}$ [kN]	$\gamma_{M,s}$	$V_{Rd,s}$ [kN]	V_{Ed} [kN]
47,100	1,000	47,100	1,250	37,680	3,865

4.2 Rottura per pryout (adesione)

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,cp} = \frac{V_{Rk,cp}}{\gamma_{M,c,p}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,cp} = k_3 \cdot \min\{N_{Rk,c}; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,p} = N_{Rk,p}^0 \cdot \frac{A_{p,N}}{A_{p,N}^0} \cdot \psi_{g,Np} \cdot \psi_{s,Np} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,Np} \cdot \psi_{ec2,Np} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.13)}$$

$$N_{Rk,p}^0 = \psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,c} \cdot \pi \cdot d \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14)}$$

$$\psi_{sus} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.14a)}$$

$$s_{cr,Np} = 7,3 \cdot d \cdot \sqrt{\psi_{sus} \cdot \tau_{Rk,c}} \leq 3 \cdot h_{ef} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.15)}$$

$$\psi_{g,Np} = \psi_{g,Np}^0 \cdot \left(\frac{s}{s_{cr,Np}}\right)^{0,5} \cdot (\psi_{g,Np}^0 - 1) \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.17)}$$

$$\psi_{g,Np}^0 = \sqrt{n} \cdot (\sqrt{n} - 1) \cdot \left(\frac{\tau_{Rk,c}}{\tau_{Rk,c}^0}\right)^{1,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.18)}$$

$$\tau_{Rk,c} = \frac{k_3}{\pi \cdot d} \cdot \sqrt{h_{ef}} \cdot f_{ck} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.19)}$$

$$\psi_{s,Np} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{cr,Np}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.20)}$$

$$\psi_{ec1,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c1,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$$\psi_{ec2,Np} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c2,N}}{s_{cr,Np}}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.21)}$$

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{Rk,UGF,20}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,GF}$ [N/mm ²]
102,006	245,560	18,00	247,8	495,5	80,0	25,00
ψ_c	$\tau_{Rk,cr}$ [N/mm ²]	k_3	$\tau_{Rk,c}$ [N/mm ²]	k_8	$\psi_{g,Np}^0$	
1,023	8,69	7,700	10,28	2,000	1,092	
$\psi_{g,Np}$	$e_{c1,V}$ [mm]	$\psi_{ec1,Np}$	$e_{c2,V}$ [mm]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,043	0,0	1,000	0,0	1,000	0,797	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}			
1,000	0,740	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,cp}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
78,642	27,145	1,500	36,193	7,730		

ID gruppo ancoranti

1, 2

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI				
PROGETTAZIONE: Mandataria Mandanti ROCKSOIL S.P.A NET ENGINEERING PINI GCF ELETTRI-FER M-INGEGNERIA	RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA				
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 004	REV. C FOGLIO 136 di 136

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x+

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,c} = \frac{V_{Rk,c}}{\gamma_{M,c}} \quad \text{EN 1992-4, Tabella 7.2}$$

$$V_{Rk,c} = k_T \cdot V_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,V}^0}{A_{c,V}^0} \cdot \psi_{s,V} \cdot \psi_{h,V} \cdot \psi_{a,V} \cdot \psi_{ec,V} \cdot \psi_{re,V} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.40)}$$

$$V_{Rk,c}^0 = k_g \cdot d_{nom}^a \cdot l_f^b \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot c_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{c_1}\right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{c_1}\right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot c_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{s,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c_2}{1,5 \cdot c_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot c_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$

$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c,V}}{3 \cdot c_1}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

$$\psi_{a,V} = \sqrt{\frac{1}{(\cos \alpha_v)^2 + (0,5 \cdot \sin \alpha_v)^2}} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.48)}$$

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_g	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
180,0	16,00	1,700	0,150	0,072	25,00
c_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
80,0	45.840	28.800			
$\psi_{s,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{a,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,000	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}^0$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
13,432	1,0	1,500	14,252	7,730	

11 SOLETTA

Le verifiche della soletta in calcestruzzo e dei pioli connettori saranno riportati nella relazione di calcolo del Progetto Esecutivo di Dettaglio.