

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 40m doppio (P4-P3)

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

COMMESSA	LOTTO	FASE	ENTE	TIPO DOC.	OPERA/DISCIPLINA	PROGR.	REV.	SCALA:
IF3A	02	E	ZZ	CL	VI0009	002	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

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 002	REV. C	FOGLIO 2 di 134

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.....	17
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: 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 002	REV. C	FOGLIO 3 di 134

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	23
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	39
10.1	MODELLO DI CALCOLO	39
10.1.1	VALIDAZIONE DEL MODELLO	42
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)	47
10.2.4	CARICHI SUI MARCIAPIEDI (Q17)	48
10.2.5	FRENATURA E AVVIAMENTO DEI TRENI (Q3, Q4)	48
10.2.6	AZIONE CENTRIFUGA (Q5, Q6)	49
10.2.7	SERPEGGIO (Q7, Q8)	50
10.2.8	RITIRO DEL CALCESTRUZZO (Q13)	50
10.2.9	VARIAZIONI TERMICHE (Q9, Q10)	51
10.2.10	VENTO (Q14, Q15, Q16)	52
10.2.11	AZIONI SISMICHE	54
10.3	ANALISI MODALE E PRIMA FREQUENZA PROPRIA DI VIBRAZIONE	55
10.4	VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI PRINCIPALI	59
10.4.1	GEOMETRIA DELL'IMPALCATO	59
10.4.2	SOLLECITAZIONI	63
10.4.3	CALCOLO DELLE TENSIONI	78
10.4.4	VERIFICA DI STABILITA' DEI PANNELLI D'ANIMA	81

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 002	REV. C	FOGLIO 4 di 134

10.4.5	VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI TRASVERSALI	83
10.4.6	VERIFICA DELLE SALDATURE DI COMPOSIZIONE DELLE TRAVI.....	85
10.5	VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' DELLE ASTE	86
10.5.1	DIAGONALI DI CONTROVENTO SUPERIORI.....	86
10.5.2	DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI	88
10.5.3	DIAFRAMMI	90
10.5.4	TRAVERSI.....	94
10.5.5	VERIFICA DEL DIAFRAMMA DI TESTA	98
10.6	VERIFICHE A FATICA.....	99
10.6.1	DETTAGLIO 56: ATTACCO PIATTO DI CONTROVENTO SUPERIORE A CORDONE D'ANGOLO	101
10.6.2	DETTAGLIO 71: ATTACCHI TRASVERSALI.....	103
10.6.3	DETTAGLIO 80: GIUNTI TRASVERSALI A PIENA PENETRAZIONE	105
10.6.4	DETTAGLIO 80: SALDATURE A CORDONI D'ANGOLO	107
10.6.5	DETTAGLIO 112: GIUNTI BULLONATI.....	109
10.6.6	VERIFICA DI RESISTENZA A FATICA NEI TRAVERSI.....	111
10.7	VERIFICHE DI DEFORMABILITA' DELL'IMPALCATO	112
10.7.1	STATO LIMITE DI ESERCIZIO PER LA SICUREZZA DEL TRAFFICO FERROVIARIO.....	112
10.7.2	STATO LIMITE PER IL COMFORT DEI PASSEGGERI	112
10.7.3	INFLESSIONE NEL PIANO ORIZZONTALE DELL'IMPALCATO	113
10.7.4	DEFORMAZIONI TORSIONALI DELL'IMPALCATO	113
10.8	CONTROFRECCIA DI MONTAGGIO	115
10.9	VERIFICHE IN FASE DI SOSTITUZIONE DEGLI APPARECCHI D'APPOGGIO.....	115
10.10	REAZIONI VINCOLARI.....	117
10.11	ESCURSIONE LONGITUDINALE, GIUNTI E VARCHI.....	118
10.12	RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI E TRASVERSALI.....	119
10.12.1	RITEGNO SISMICO TRASVERSALE	120
10.12.2	RITEGNO SISMICO LONGITUDINALE.....	121
10.13	VERIFICA DELLA BANCHINA.....	124
11	SOLETTA.....	134

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 002	REV. C	FOGLIO 5 di 134

1 INTRODUZIONE

Il presente documento contiene le verifiche delle sovrastrutture di impalcato da ponte ferroviario relative alla travata di luce 38m a doppio 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.

APPALDATTORE: <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 002	REV. C	FOGLIO 9 di 134

2.5 CARATTERISTICHE GEOMETRICO STATICO INERZIALI

2.5.1 Sezione resistente principale

Y_g	coordinata del baricentro valutata dal bordo inferiore della trave in acciaio	[mm]
J_x	momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse X	[cm ⁴]
J_y	momento d'inerzia della sezione rispetto all'asse Y	[cm ⁴]
$W_{x\text{ cls sup}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo superiore della sezione di calcestruzzo	[cm ³]
$W_{x\text{ arm sup}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza delle armature superiori	[cm ³]
$W_{x\text{ arm inf}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza delle armature inferiori	[cm ³]
$W_{x\text{ acc}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo del bordo superiore della sezione di acciaio	[cm ³]
$W_{x\text{ an sup}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza dell'anima al lembo superiore	[cm ³]
$W_{x\text{ an inf}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza dell'anima al lembo inferiore	[cm ³]
$W_{x\text{ acc inf}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse X valutato in corrispondenza del bordo inferiore della sezione di acciaio	[cm ³]
$W_{y\text{ cls}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno del calcestruzzo	[cm ³]
$W_{y\text{ supE}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno della piattabanda superiore	[cm ³]
$W_{y\text{ supI}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo interno della piattabanda superiore	[cm ³]
$W_{y\text{ an}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza dell'anima di acciaio	[cm ³]
$W_{y\text{ infE}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo esterno della piattabanda inferiore	[cm ³]
$W_{y\text{ infI}}$	modulo di resistenza rispetto all'asse Y valutato in corrispondenza del lembo interno della piattabanda inferiore	[cm ³]
S_{sol}	momento statico valutato sul baricentro della soletta di calcestruzzo	[cm ³]
S_{pioli}	momento statico valutato all'attacco dei pioli sulla piattabanda superiore	[cm ³]
$S_{\text{an sup}}$	momento statico valutato all'estremo superiore dell'anima	[cm ³]
$S_{\text{an inf}}$	momento statico valutato all'estremo inferiore dell'anima	[cm ³]
$S_{x\text{ max}}$	momento statico valutato sul baricentro della sezione	[cm ³]
J_{tors}	momento d'inerzia torsionale della sezione in esame	[cm ⁴]

2.5.2 Anima trave principale

I	momento d'inerzia dell'irrigiditore rispetto alla sezione d'attacco con l'anima	[cm ⁴]
h_w	altezza dell'anima fra le piattabande	[mm]
t_w	spessore dell'anima	[mm]
σ_1	tensione normale al lembo compresso della trave	[N/mm ²]
σ_2	tensione normale al lembo teso della trave	[N/mm ²]
τ	tensione tangenziale	[N/mm ²]
α	rapporto tra a e h _w	

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 002	REV. C	FOGLIO 10 di 134

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: 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 002	REV. C	FOGLIO 11 di 134

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: 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 002	REV. C	FOGLIO 12 di 134

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)
IF3A02EZZCLVI0009003	Relazione di calcolo ponte 60m doppio (P3-P2)
IF3A02EZZCLVI0009004	Relazione di calcolo ponte 60m singolo (P2-P1)
IF3A02EZZCLVI0009005	Relazione di calcolo ponte 33m singolo (P1-SPA)

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario 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 002	REV. C	FOGLIO 14 di 134

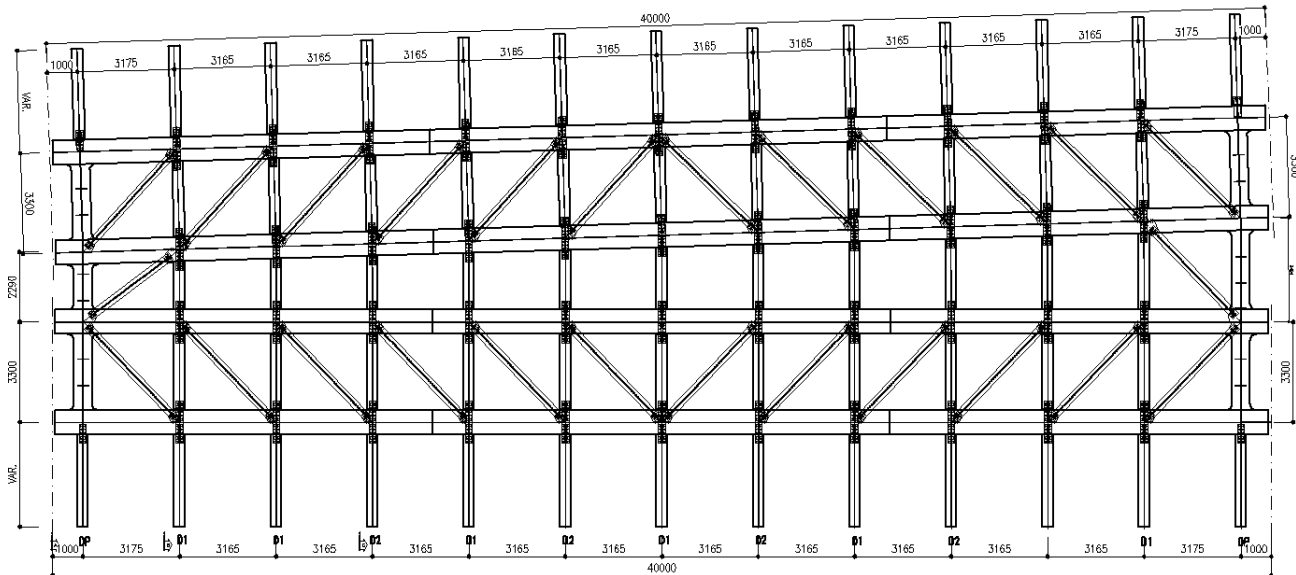


Fig. 3 – Pianta di impalcato superiore

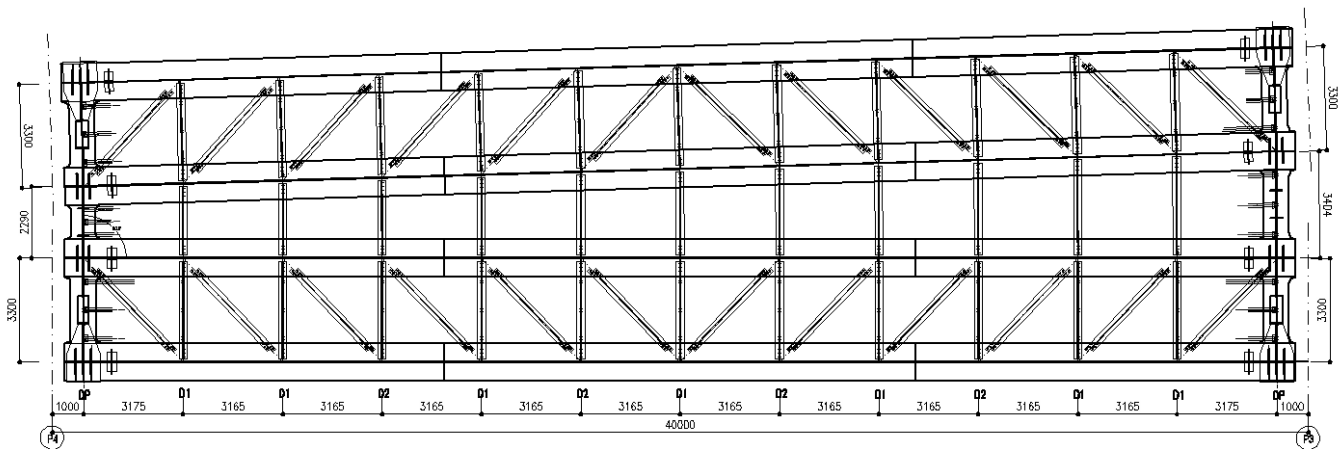


Fig. 4 – Pianta di impalcato inferiore

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.

APPALTATORE: Conorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI		ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria <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 002	REV. C	FOGLIO 15 di 134

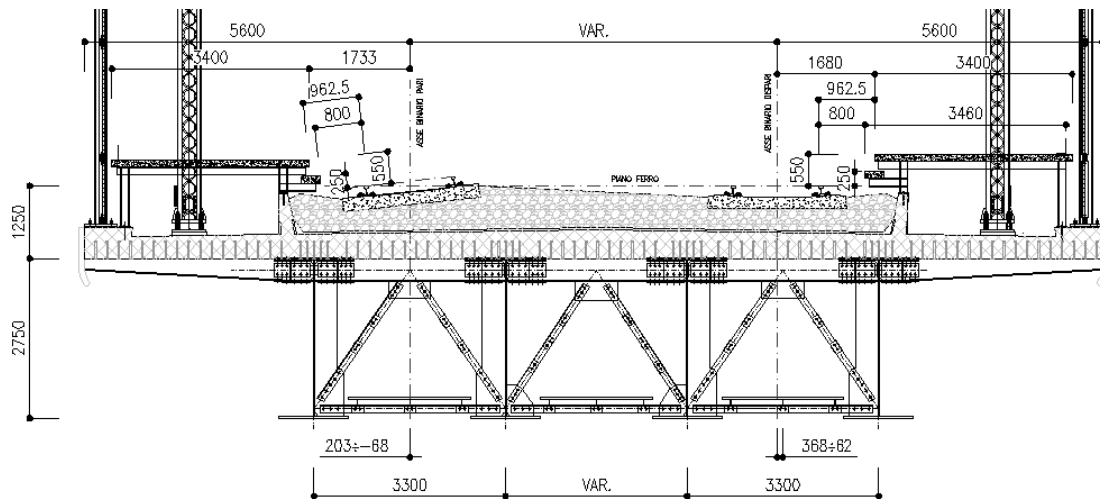


Fig. 5 – Sezione trasversale architettonica

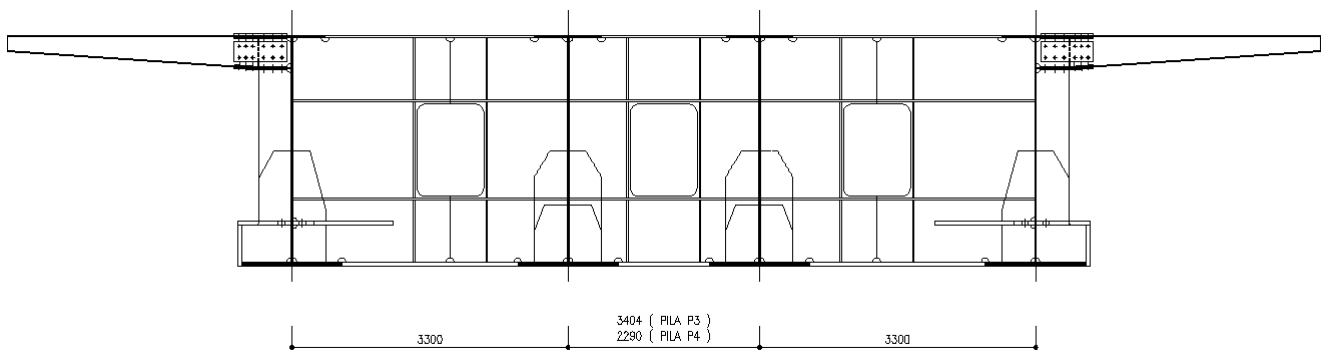


Fig. 6 – Diaframma di testa

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

- due appoggi fissi e due mobili su un lato: blocco di tutte le componenti di traslazione in corrispondenza dei due appoggi centrali (fissi) e la possibilità di traslazioni sia trasversali che longitudinali per i due appoggi esterni (multidirezionali)
- un appoggio unidirezionale (scorrevole in senso longitudinale) e tre multidirezionali, sul lato opposto



Fig. 7 – Schema appoggi

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 002	REV. C	FOGLIO 17 di 134

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 DM2008 si ricava l'apertura ammissibile delle fessure per le condizioni ambientali molto aggressive e in presenza di armatura poco sensibile.

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Fig. 8 – Stato limite di fessurazione – tabella 4.1.IV del DM2008

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.

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.

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 002	REV. C	FOGLIO 18 di 134

- $1.15 \leq (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ 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 $\leq 20 \text{ mm}$

Acciaio

Barre e reti elettrosaldate in acciaio B450C saldabile

- $5 < \emptyset < 30 \text{ mm}$. acciaio per cemento armato B450C.
- $1.15 < (f_t/f_y)_k < 1.35$
- $f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$ tensione caratteristica di snervamento
- $f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$ 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 $\emptyset \leq 20 \text{ mm}$ e non superiore a 0,5 mm per $\emptyset > 20 \text{ mm}$, essendo \emptyset 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:

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

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. 9). Infatti la resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 calcolata secondo D.M.2018 risulta:

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 002	REV. C	FOGLIO 19 di 134

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

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. 9 – 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: 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 002	REV. C	FOGLIO 20 di 134

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. 10 – 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. 10) 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. 11).

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

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 002	REV. C	FOGLIO 22 di 134

Per la verifica delle travi principali del ponte, si considera come lunghezza caratteristica L_{ϕ} la luce della travata (Fig. 12) ossia 38 m, pertanto l'incremento dinamico risulta:

- $\Phi_3 = 1,09$ per le verifiche di resistenza e stabilità
- $\Phi_{2,fatica} = 1,06$ 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)	4,0	8,0	1,55	1,37
Traverso interno ai cassoni	3,3	6,6	1,64	1,43
Traverso di collegamento dei cassoni (Lmin)	2,3	4,6	1,84	1,56
Traverso di collegamento dei cassoni (Lmax)	3,4	6,8	1,63	1,42

A favore di sicurezza si considera per tutti i traversi:

- $\Phi_3 = 1,84$ 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. 12 – 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 estremità	caso più sfavorevole tra: - 2 volte la lunghezza delle travi trasversali. - 3,60 m

Fig. 13 – Coefficienti dinamici – estratto dal Manuale RFI

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 002	REV. C FOGLIO 23 di 134

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. 14).

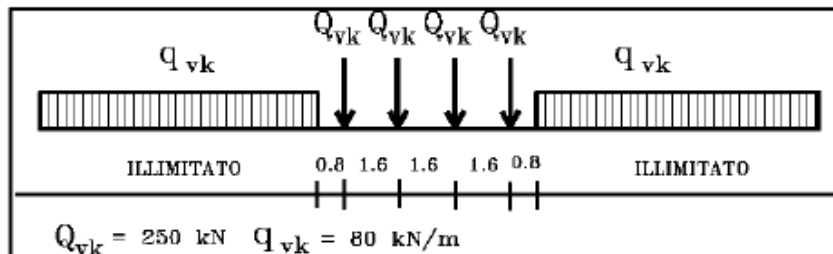


Fig. 14 – Modello di carico LM71 – estratto da D.M.2018 § 5.2.2.3.1

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. 15.

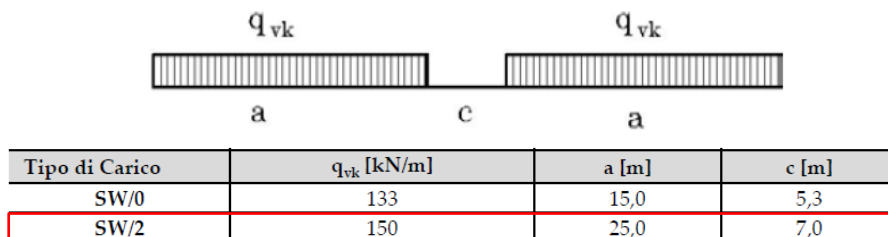


Fig. 15 – Modello di carico SW/2 – estratto da D.M.2018

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.

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.

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 002	REV. C	FOGLIO 24 di 134

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

Nel caso di ponti a doppio binario si devono considerare due treni in transito in versi opposti, uno in fase di avviamento, l'altro in fase di frenatura, pertanto nel caso in esame risulta:

- Avviamento di LM71: $Q_{la,k} = 33 \text{ kN/m}$ applicato su una lunghezza di $1000 / 33 = 30,3 \text{ m}$
- Frenatura di SW/2: $Q_{lb,k} = 35 \text{ kNm}$ applicato sulla lunghezza "a" del modello 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:

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

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

dove:

Q_{ik} - q_{ik} = 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. 16 – 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 ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 002	REV. C	FOGLIO 25 di 134

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. 16:

- 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) $V = 200 \text{ km/h}$, $\alpha = 1$, $f = 0,66$ (con $L_f = 38 \text{ m}$)

$$Q_{tk} = \frac{v^2}{g \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{V^2}{127 \cdot r} \cdot (f \cdot \alpha \cdot Q_{vk}) = \frac{200^2}{127 \cdot 5000} \cdot (0,66 \cdot 1,0 \cdot 250) = 10,4 \text{ kN}$$

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

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: $E_m = 33346 \text{ MPa}$
- dimensione fittizia: $h_0 = 2xAc/u = 2x5600000/17830 = 628 \text{ mm}$

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 002	REV. C	FOGLIO 26 di 134

- resistenza caratteristica del calcestruzzo $R_{ck} = 40$ MPa
- resistenza cilindrica del calcestruzzo $f_{ck} = 32$ 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. 17 – Valori di ϵ_0 – tabella 11.2.Va del D.M. 2018

- deformazione per ritiro da essiccamento $\epsilon_{c0} = -304 \times 10^{-6}$
- deformazione da ritiro per essiccamento a tempo infinito $\epsilon_{cd,\infty} = k_h \times \epsilon_{c0} = -213 \times 10^{-6}$
- deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito $\epsilon_{ca,\infty} = -2.5 (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -55 \times 10^{-6}$

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:

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

Il modulo elastico del calcestruzzo a lungo termine pertanto risulta:

$$E_{c\infty} = E_{cm} / (1 + \varphi) = 12663 \text{ MPa.}$$

8.10 VARIAZIONE TERMICHE

8.10.1 UNIFORME

La variazione termica uniforme da considerare per un impalcato in struttura mista acciai – 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

- C_p è il coefficiente aerodinamico

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 002	REV. C FOGLIO 27 di 134

c_d è il coefficiente dinamico (si assume pari ad 1,0)

L'opera oggetto della presente è situata in zona 3 (Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria), pertanto i parametri di riferimento sono:

- $v_{b,0} = 27$ [m/s] – definita dalla normativa per un tempo di ritorno di 50 anni
- $v_{b,0} = 28,1$ [m/s] – calcolata come da normativa per un tempo di ritorno di 100 anni
- $a_0 = 500$ [m]
- $k_a = 0,02$ [1/s]

Si ottiene una pressione cinetica di riferimento q_b di 0,492 kN/m².



Fig. 18 – mappa delle zone in cui è diviso il territorio italiano per l'azione del vento – D.M.2018

Per il calcolo del coefficiente di esposizione si considera una classe di rugosità D (area priva di ostacoli), una zona 3 e di conseguenza una categoria II da cui si ottengono i seguenti parametri:

- $k_r = 0,19$ [-]
- $z_0 = 0,05$ [m]
- $z_{min} = 4,0$ [m]

Ad un'altezza di riferimento $z = 10$ m risulta pertanto un coefficiente di esposizione c_e pari a 2,35.

Il coefficiente di pressione si determina secondo le indicazioni specifiche per i ponti riportate nella normativa europea (Fig. 19) e risulta:

- larghezza variabile da $b = 15$ m a $b = 18$ m
- altezza totale $d_{tot} = 8,6$ m
- rapporto $b / d_{tot} = 1,74 \div 2,10$
- coefficiente di forza sul ponte: $c_{f,x} = 1,87$

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 002	REV. C	FOGLIO 28 di 134

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

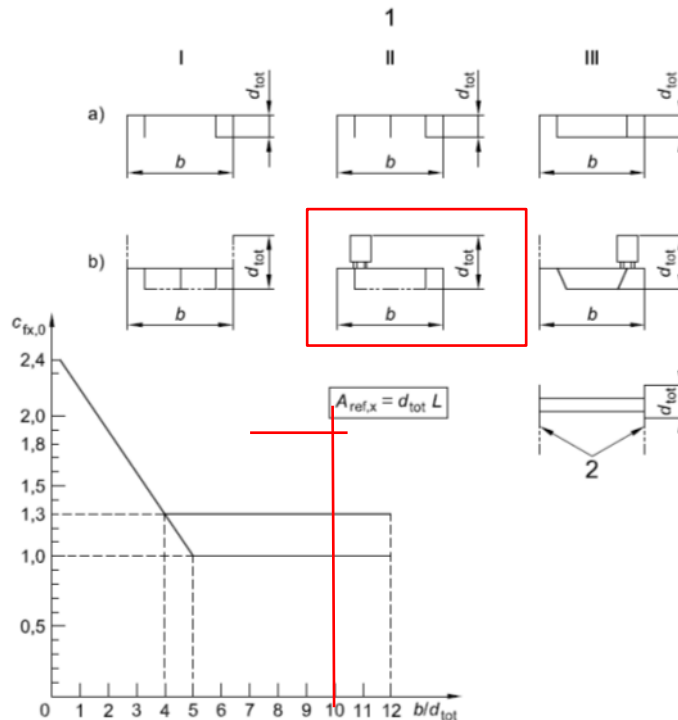


Fig. 19 – Coefficienti di Forza per i ponti – EN1991

La pressione del vento totale agente sul ponte risulta:

$$p = 0,492 \times 2,35 \times 1,87 \times 1,0 = 2,2 \text{ kN/m}^2$$

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

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

- sulle travi d'impalcato: $q = 2,6 \text{ kN/m}^2 \times 2,75\text{m} = 7,15 \text{ kN/m}$
- 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: $q = 5,73 \text{ kN/m}$
- vento su trave 2 ($d = 3,3\text{m} < 2 \times 2,75 = 5,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 5,73 = 1,15 \text{ kN/m}$
- vento su trave 3 ($d = 1,8\text{m} < 2 \times 2,75 = 5,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 1,15 = 0,23 \text{ kN/m}$
- vento su trave 4 ($d = 3,3\text{m} < 2 \times 2,75 = 5,5\text{m}$): $q = 0,2 \times 0,23 = 0,05 \text{ kN/m}$

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 002	REV. C	FOGLIO 31 di 134

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 $s = 1435 \text{ mm}$).

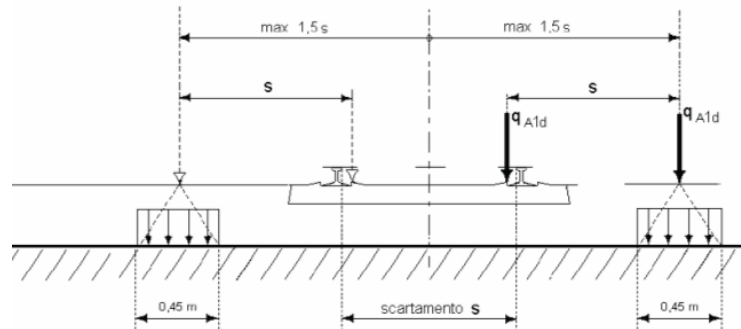


Fig. 23 – Deragliamento – caso 1

- 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.

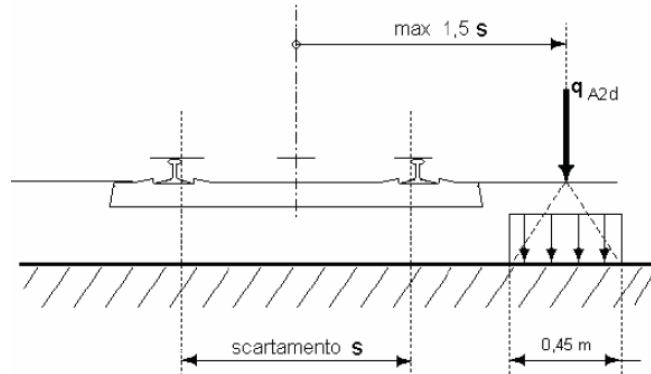


Fig. 24 – Deragliamento – caso 2

Nel caso in esame la forza di deragliamento non è presa in esame per le verifiche globali, in quanto non dimensionante.

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 002	REV. C	FOGLIO 32 di 134

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. 25 – Combinazioni delle azioni: § 2.5.3 D.M. 2018

I coefficienti parziali per le combinazioni agli SLU sono evidenziati in Fig. 26.

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. 26 – 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 002	REV. C	FOGLIO 33 di 134

I coefficienti di combinazione Ψ sono riportati in Fig. 27

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. 27 – 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. 28. Nel caso in esame, trattandosi di due binari, si considera un treno LM71 sul primo binario ed un treno SW2 sul secondo binario, 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
2	Primo	1,0 (LM 71" + SW/0)	-	1,0 SW/2
	secondo	1,0 (LM 71" + SW/0)	-	1,0 (LM 71" + SW/0)
≥3	Primo	1,0 (LM 71" + SW/0)	0,75 (LM 71" + SW/0)	1,0 SW/2
	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. 28 – 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. 29:

APPALTATORE:			
Consorzio		Soci	
HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI			
PROGETTAZIONE:			
Mandatario		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	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
IF3A	02	E ZZ CL	V10009 002	C	38 di 134

		G1a	G1c	G2-tot	Q13-RIT	Q1a_LM71max	Q1a_LM71min	Q1b_LM71max	Q1b_LM71min	Q2a_SW2max	Q2a_SW2min	Q2b_SW2max	Q2b_SW2min	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-P4	Q7-P7	Q7-P8	Q7-P13	Q8-P4	Q8-P7	Q8-P8	Q8-P13	Q5_LM71-P4	Q5_LM71-P7	Q5_LM71-P8	Q5_LM71-P13	Q6_SW2-P4	Q6_SW2-P7	Q6_SW2-P8	Q6_SW2-P13	SLV_LONG	SLV TRASV	SLV_VERT								
SISMA 01	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	1	0.3	0.3
SISMA 01	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 02	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	1	0.3	0.3
SISMA 02	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 03	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	1	0.3	0.3	
SISMA 03	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 04	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	1	0.3	0.3	
SISMA 04	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 05	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	1	0.3					
SISMA 05	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-1	-0.3				
SISMA 06	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	1	0.3					
SISMA 06	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-1	-0.3				
SISMA 07	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	1	0.3					
SISMA 07	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-1	-0.3				
SISMA 08	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.3	1	0.3				
SISMA 08	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	-0.3	-1	-0.3					
SISMA 09	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 09	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-0.3	-1				
SISMA 10	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 10	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-0.3	-1				
SISMA 11	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 11	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-0.3	-1				
SISMA 12	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 12	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-0.3	-1				
SISMA 13	max	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 13	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 14	max	1	1	1	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 14	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 15	max	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 15	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 16	max	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	0.3	1	0.3				
SISMA 16	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-1	-0.3	-0.3				
SISMA 17	max	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0.2	0	0	0	0.5	0.5	0	0	0	0	0	0.2	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0.3	1	0.3					
SISMA 17	min	1	1	1	0	0	0.2	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	-0.5	0	0	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.2	0	0	0	-0.3	-1	-0.3				
SISMA 18	max	1	1	1	0	0	0.2	0	0																																											

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 002	REV. C FOGLIO 39 di 134

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. 33) rappresentano la sezione mista acciaio – calcestruzzo di una singola trave, omogeneizzata ad acciaio.

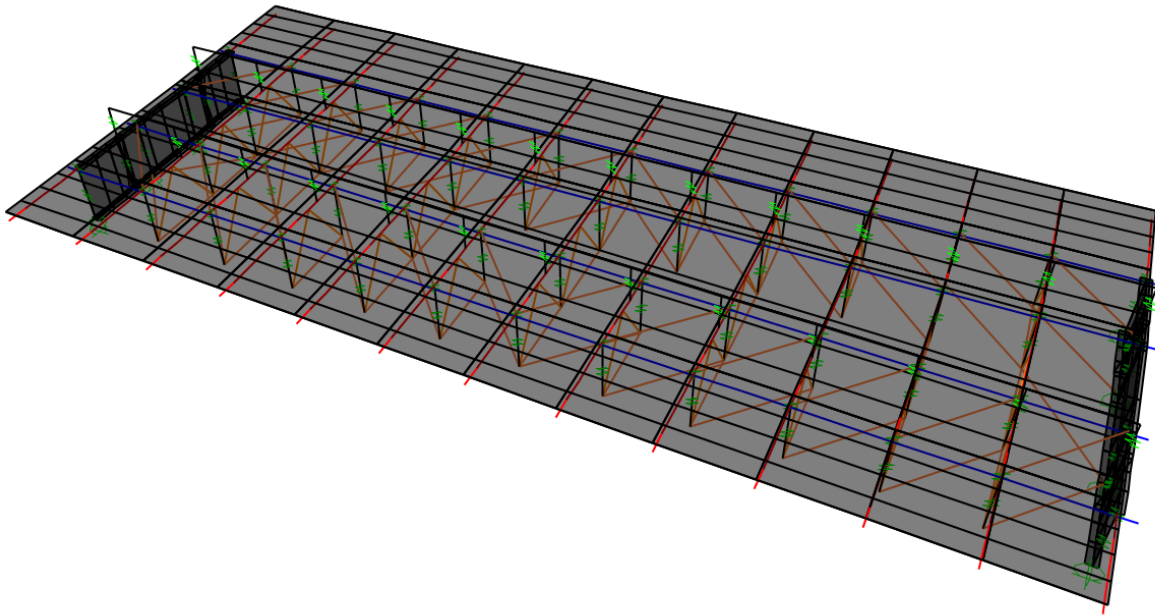


Fig. 33 – Modello FEM – vista 3D (completa)

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.

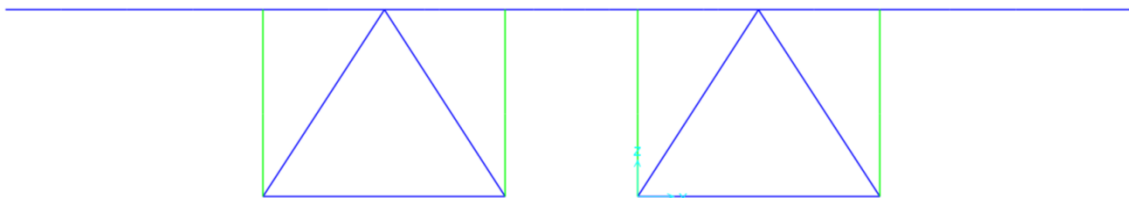


Fig. 34 – Modello FEM: sezione con diaframma tipico

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: 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 002	REV. C FOGLIO 40 di 134

Gli apparecchi d'appoggio sono stati modellati in maniera tale da riprodurre lo schema di vincolo riportato negli elaborati grafici (Fig. 7) con eccezione per il doppio vincolo fisso previsto da progetto. Infatti, per tener conto del gioco tra il dispositivo di appoggio e la contropiastra superiore, è stato rappresentato nel modello solamente un appoggio di tipo fisso; l'altro appoggio è stato considerato unidirezionale, liberando cioè gli spostamenti in direzione trasversale.

La successiva sovrapposizione nel tempo degli effetti dovuti alle fasi di vita della struttura è considerata realizzando 3 modelli distinti, come descritto di seguito:

Fase I

Tale fase coincide con la posa in opera delle travi metalliche e getto della soletta in calcestruzzo; la sezione resistente della trave è relativa alle sole travi principali, essendo la soletta in calcestruzzo non ancora collaborante; i carichi agenti sono quelli dovuti al peso proprio delle travi metalliche ed al getto della soletta in cls.

Fase II

In fase II vengono considerati agenti i carichi a lungo termine, ovvero:

- azioni permanenti (peso del ballast, dei massetti, ..)
- ritiro della soletta in calcestruzzo,

La sezione resistente per le travi principali è quella composta acciaio – calcestruzzo; si tiene conto, per i carichi di tale fase, dell'influenza della viscosità, omogeneizzando le aree in calcestruzzo ad acciaio secondo opportuni coefficienti di omogeneizzazione n definita come rapporto tra il modulo elastico dell'acciaio e del calcestruzzo.

Fase III

In tale fase si considera, di volta in volta, la presenza di tutti i contributi di carico di tipo istantaneo, ovvero:

- carichi viaggianti ed azioni collegate
- vento
- variazioni termiche

La sezione resistente per le travi principali è ancora quella composta acciaio – calcestruzzo; anche in questo caso si assegna agli elementi frame la sezione mista omogeneizzata ad acciaio tramite opportuno coefficiente di omogeneizzazione $n = E_a / E_c$.

Per la valutazione della larghezza collaborante della soletta sono state prese a riferimento le prescrizioni del D.M. 2018.

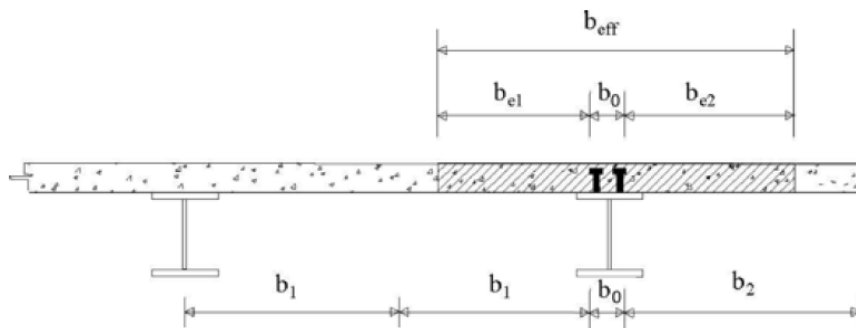


Fig. 35 – NRC 2018 - Definizione della larghezza efficace b_{eff} e delle aliquote b_{ei}

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 002	REV. C	FOGLIO 41 di 134

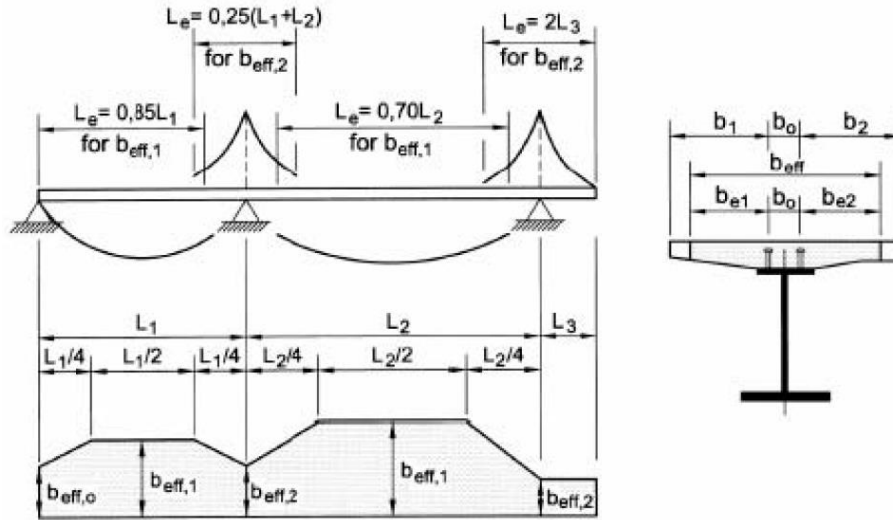


Fig. 36 – NRC 2018 - Larghezza efficace, b_{eff} , e luci equivalenti, L_e , per le travi continue

L_e indica approssimativamente la distanza tra due punti di nullo del diagramma dei momenti, pertanto per le travi in semplice appoggio si assume la luce teorica tra gli appoggi.

Trave in semplice appoggio Luce di calcolo									
L_e 38 000 mm									
sbalzo lat.	int.pioli	interasse travi bordo	int.pioli	interasse travi centrali	int.pioli	interasse travi bordo	int.pioli	sbalzo lat.	Bsoletta
mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
$b_2 + b_0/2$	b_0	$2*(b_1+b_0/2)$	b_0	$2*(b_1+b_0/2)$	b_0	$2*(b_1+b_0/2)$	b_0	$b_2 + b_0/2$	Σ
4 000	480	3 300	480	2 845	480	3 300	480	4 000	17 445
b_{e2}	b_0	b_{e1}	b_0	b_{e1}	b_0	b_{e1}	b_0	b_{e2}	
3 760	480	1 410	480	1 183	480	1 410	480	3 760	
Trave laterale		Trave centrale			Trave centrale		Trave laterale		
5 650		3 073			3 073		5 650		17 445

Fig. 37 – NRC 2018 – Calcolo della Larghezza efficace per le travi centrali e laterali

A favore di sicurezza, si assume una larghezza efficace pari a 5,5 m per le travi laterali e 3,08 m per le travi centrali, costanti su tutta la lunghezza.

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							
PROGETTO ESECUTIVO		COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 002	REV. C	FOGLIO 42 di 134

10.1.1 VALIDAZIONE DEL MODELLO

Per validare il modello di calcolo descritto al paragrafo precedente, si confrontano i parametri di sollecitazione calcolati dal modello FEM con quelli calcolati manualmente considerando due diverse distribuzioni di carico.

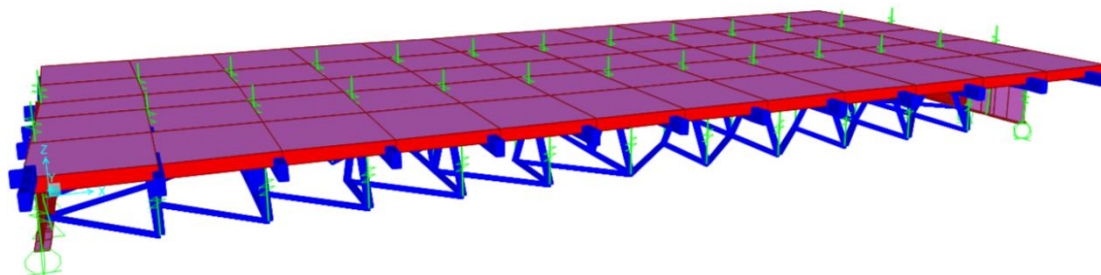


Fig. 38 – Modello FEM – vista 3D (completa)

A partire dal modello di Fase III, alle travi principali vengono applicati separatamente dei carichi uniformemente distribuito pari a 60 kN/m

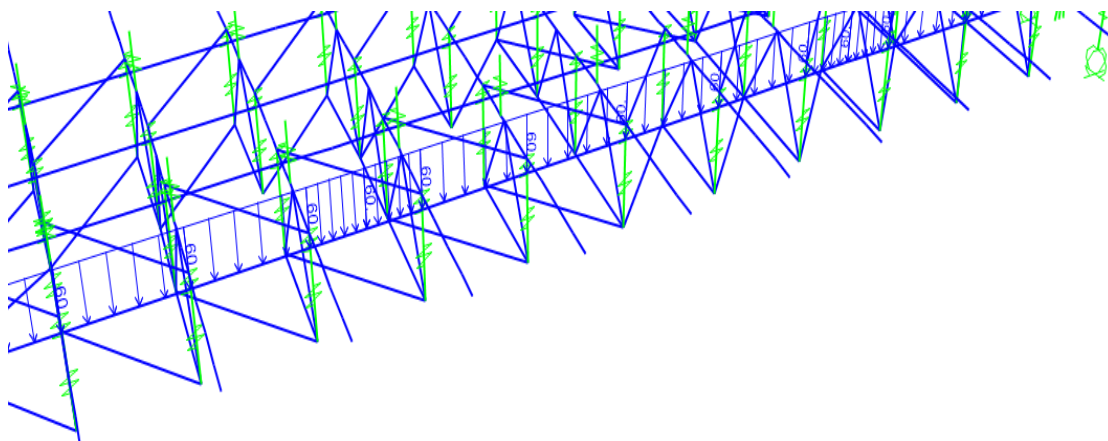


Fig. 39 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato alla prima trave

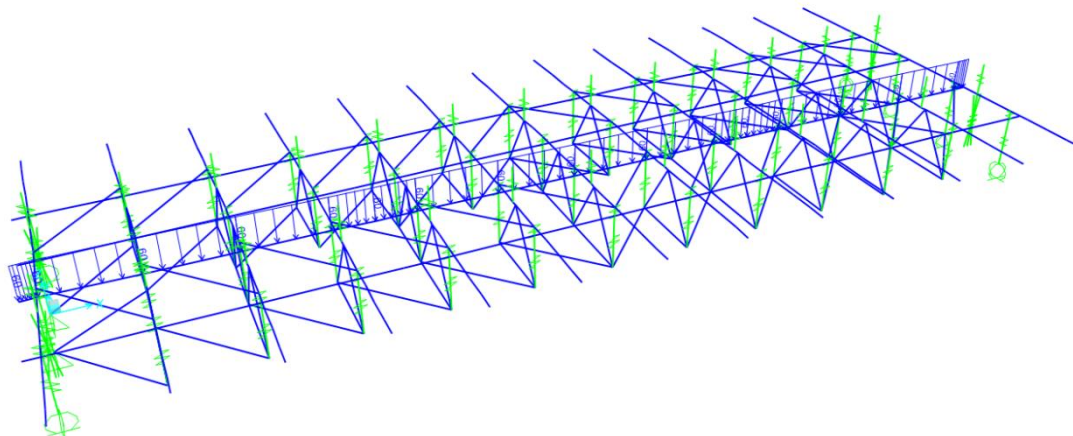


Fig. 40 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato alla seconda trave

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 002	REV. C	FOGLIO 43 di 134

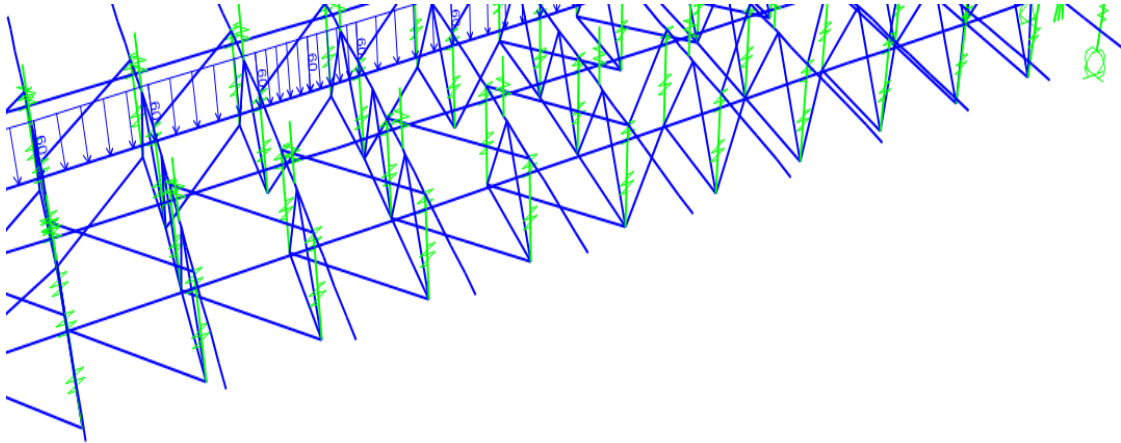


Fig. 41 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato alla terza trave

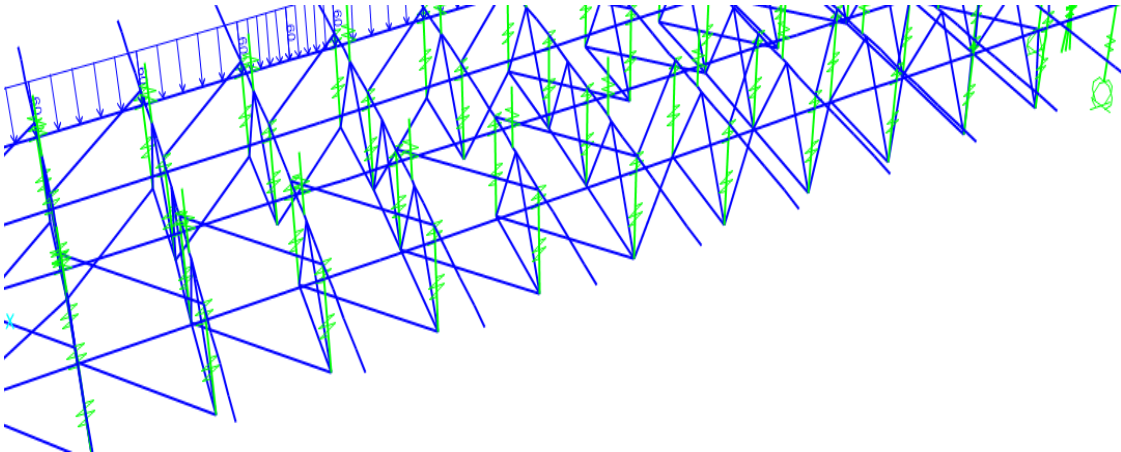


Fig. 42 – Modello FEM – carico uniformemente distribuito applicato alla quarta trave

Sommando i 4 carichi si ottengono le seguenti reazioni vincolari

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-F1	15	0	1186	4701	P4
P1-F2	-15	-1	1140		
P1-M1	0	0	1181		
P1-M2	0	0	1194		
P2-M1	0	0	1279	4702	P3
P2-M2	0	0	1028		
P2-M3	0	0	1230		
P2-U	0	1	1165		

La somma delle reazioni vincolari corrisponde al carico applicato, ossia $60 \times 39.18 \times 4 / 2 = 4702$ kN.

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 002	REV. C	FOGLIO 45 di 134

Joint	F1	F2	F3	Σ	appoggio
Text	kN	kN	kN	kN	kN
P1-F1	30	0	458	2656	P4
P1-F2	-30	-2	495		
P1-M1	0	0	896		
P1-M2	0	0	807		
P2-M1	0	0	931	2728	P3
P2-M2	0	0	446		
P2-M3	0	0	833		
P2-U	0	2	518		

La distribuzione dei momenti flettenti sulle travi risulta la seguente.

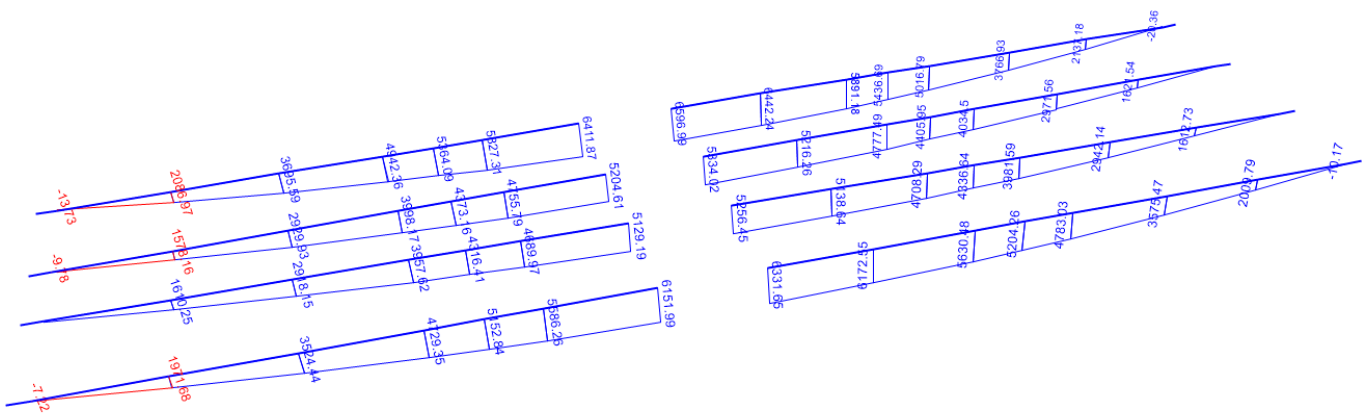


Fig. 45 – Modello FEM – momento flettente verticale dovuto ai 4 carichi sopra indicati (dall'immagine è stato nascosto il frame centrale della trave di bordo, per una migliore leggibilità dei risultati)

Il momento flettente totale risulta pari a:

$$M_{tot} = 5781 + 4735 + 4736 + 5786 = 21038 \text{ kNm}$$

Il momento teorico è pari a:

$$M_{teorico} = (24 \times 15.4) / 2 \times 3.165 \times (1 + 2 + 3 + 4 + 5 + 6 / 2) \times 2 = 21056 \text{ kNm}$$

$$\Delta = M_{tot} / M_{teorico} = 0.999$$

Anche in questo caso i risultati si possono considerare equivalenti.

Si evidenzia che i carichi applicati sono trasferiti completamente dalle travi principali, senza alcun contributo fornito dagli elementi shell della soletta o dai controventi orizzontali.

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 002	REV. FOGLIO C 49 di 134

10.2.6 AZIONE CENTRIFUGA (Q5, Q6)

Per l'azione centrifuga sono state considerate le distribuzioni longitudinali di carichi verticali più gravose per i treni di carico LM/71 e SW/2 e a queste sono state associate le relative azioni centrifughe, come forze concentrate e distribuite calcolate nel § 0.

La forza centrifuga è stata applicata verso l'esterno della curva a livello del piano del ferro, però è stato aggiunto il contributo del momento attorno all'asse longitudinale per considerare che il carico è applicato a 1,8 m sopra il piano del ferro.

Le Fig. 54 e Fig. 55 mostrano la forza trasversale ed il relativo momento torcente applicato al binario per rappresentare la forza centrifuga associata al treno LM71. L'azione centrifuga relativa al treno SW2 è stata applicata nel modello di calcolo in modo analogo.

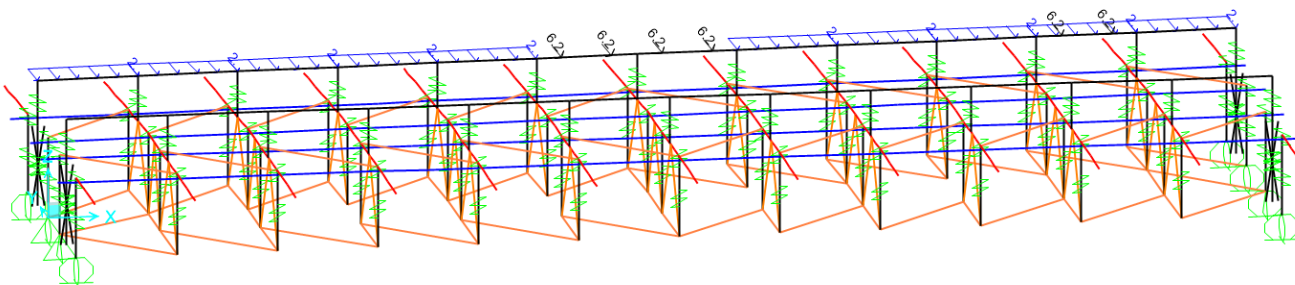


Fig. 54 – Forza centrifuga trasversale al treno di carico LM/71

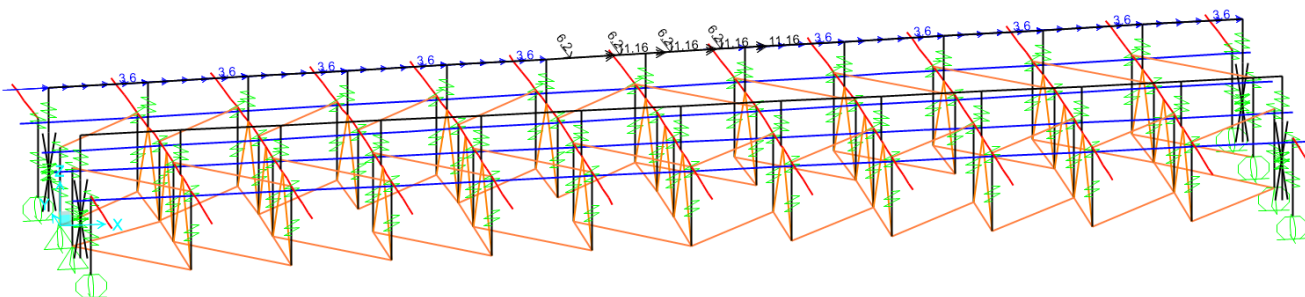


Fig. 55 – Momento dovuto alla forza centrifuga associata al treno di carico LM/71

Per tener conto dell'avanzamento del carico, sono state create quattro condizioni di carico diverse in modo da prendere in considerazioni le principali configurazioni:

- due configurazioni prevedono i carichi concentrati in mezzeria
- una configurazione prevede i carichi concentrati ad un quarto della luce
- una configurazione prevede i carichi concentrati in prossimità dell'appoggio

In tutti i casi il carico distribuito è applicato ai lati di quello concentrato secondo le distanze previste da normativa.

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 002	REV. C	FOGLIO 50 di 134

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.

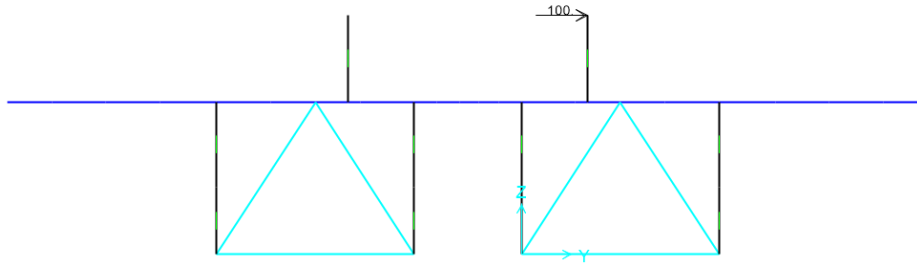


Fig. 56 – Forza di serpeggio

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.

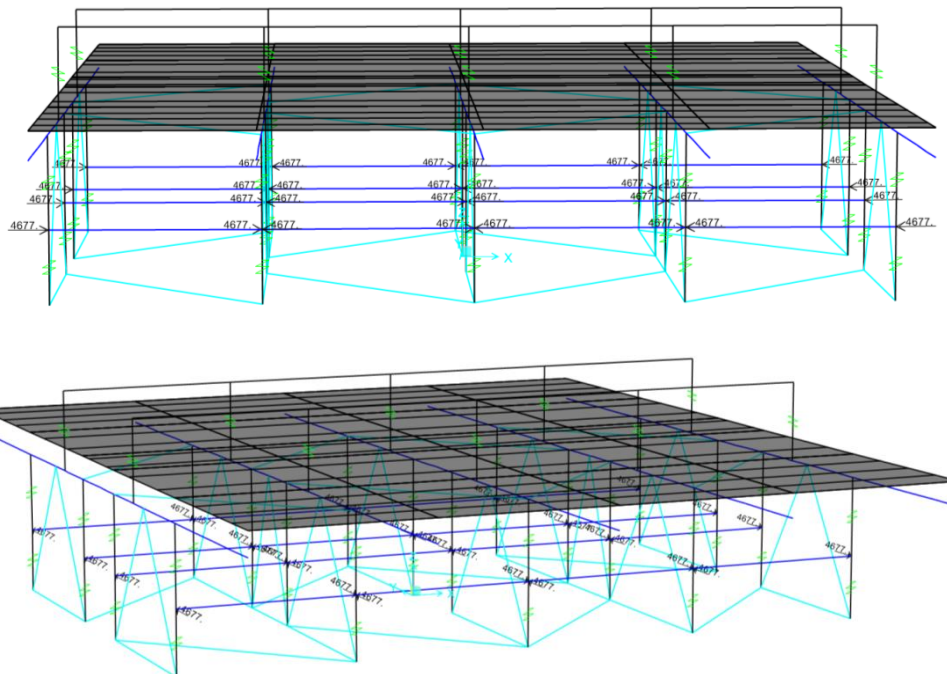


Fig. 57 – Ritiro: sollecitazione assiale (sopra) e flessionale (sotto) applicata alle travi omogeneizzate

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 002	REV. C	FOGLIO 51 di 134

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 $\pm 15^{\circ}\text{C}$.

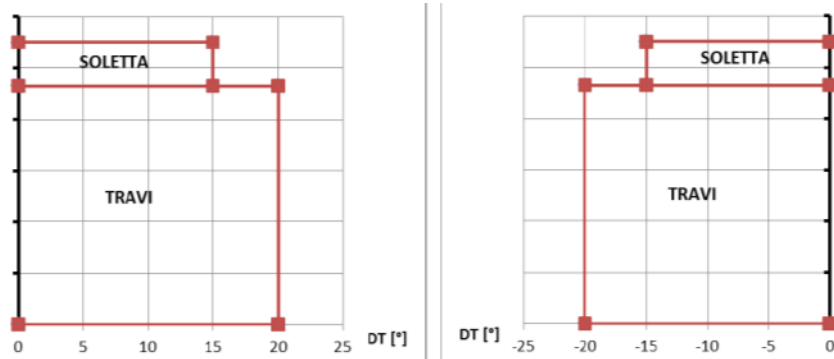


Fig. 58 – Variazione termica uniforme

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. 59).

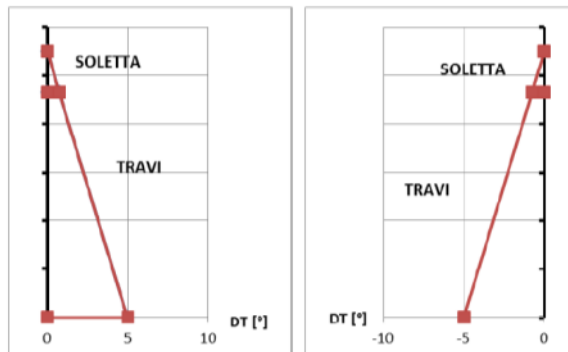


Fig. 59 – Variazione termica non uniforme: gradiente

APPALTATORE: <u>Conorzio</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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL VI0009 002 C 52 di 134

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. 60 a Fig. 63) sono riportate solamente le azioni orizzontali applicate ai beam del modello; non sono rappresentate le coppie applicate.

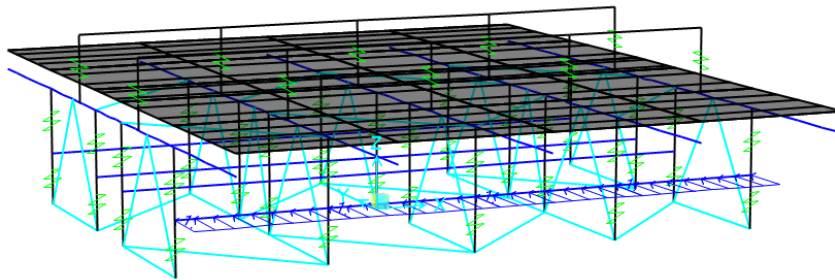


Fig. 60 – Forza da vento sulla trave

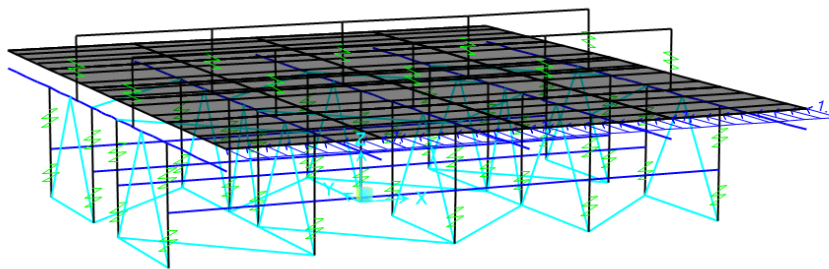


Fig. 61 – Forza da vento sulla soletta

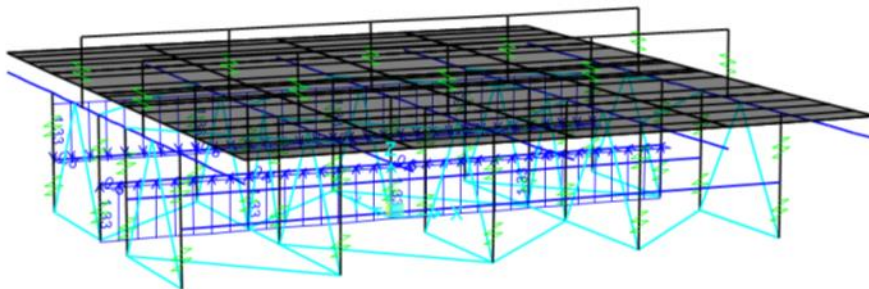


Fig. 62 – Forza da vento sul convoglio

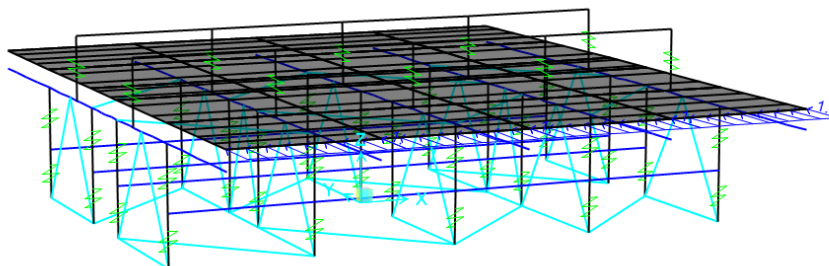


Fig. 63 – Forza da vento sulla barriera

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 002	REV. C	FOGLIO 54 di 134

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.

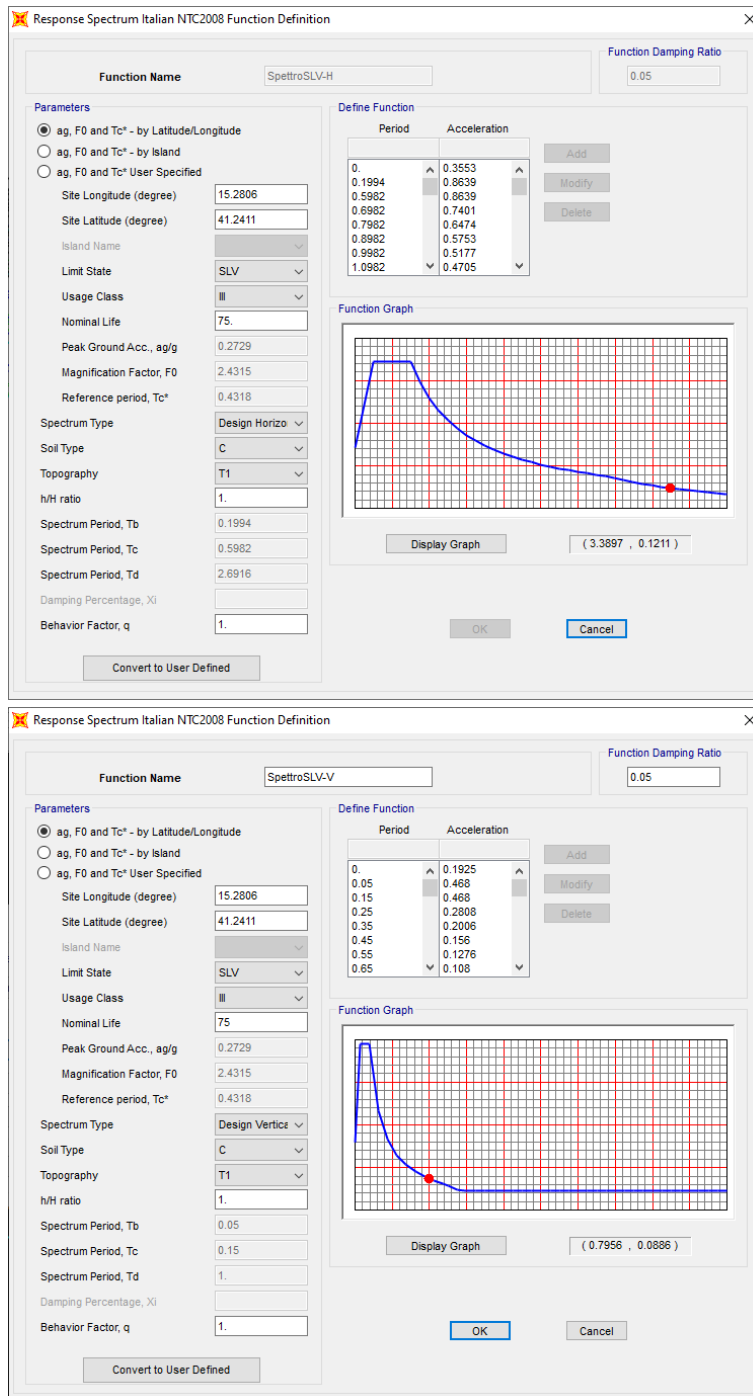


Fig. 64 – Spettro di risposta – componente orizzontale (sopra) e verticale(sotto)

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 002	REV. C	FOGLIO 55 di 134

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.

Poiché la freccia risulta pari a 36,5 mm, la prima frequenza di vibrazione risulta di 2,94 Hz.

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

- Limite superiore: $n_0 = 94,76 \cdot L^{-0,748} = 6,24$ Hz
- Limite inferiore: $n_0 = 23,58 \cdot L^{-0,592} = 2,74$ Hz (per $L = 38$ m, compresa tra 20m e 100m)

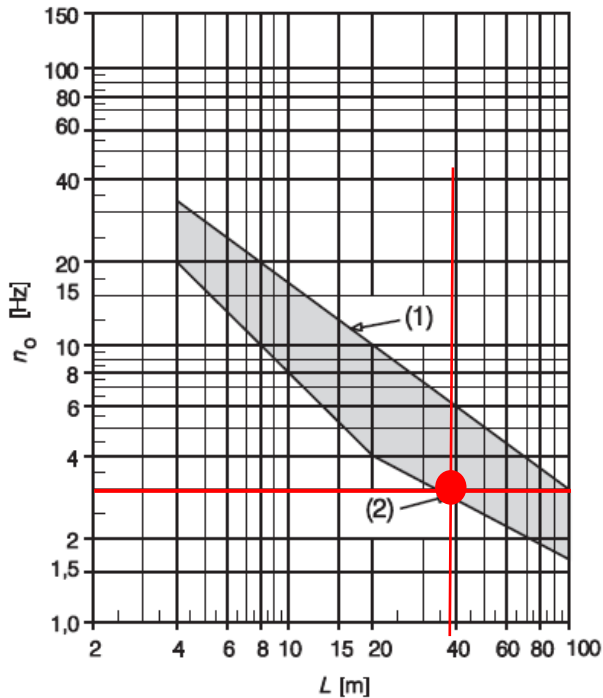


Fig. 65 – Limiti della frequenza naturale del ponte n_0 in funzione di L

Poiché il valore della frequenza risulta interno al fascio in Fig. 65 ed essendo rispettati i requisiti richiesti dal manuale RFI ed indicati nel diagramma di flusso in Fig. 66, 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					
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 002	REV. C	FOGLIO 56 di 134

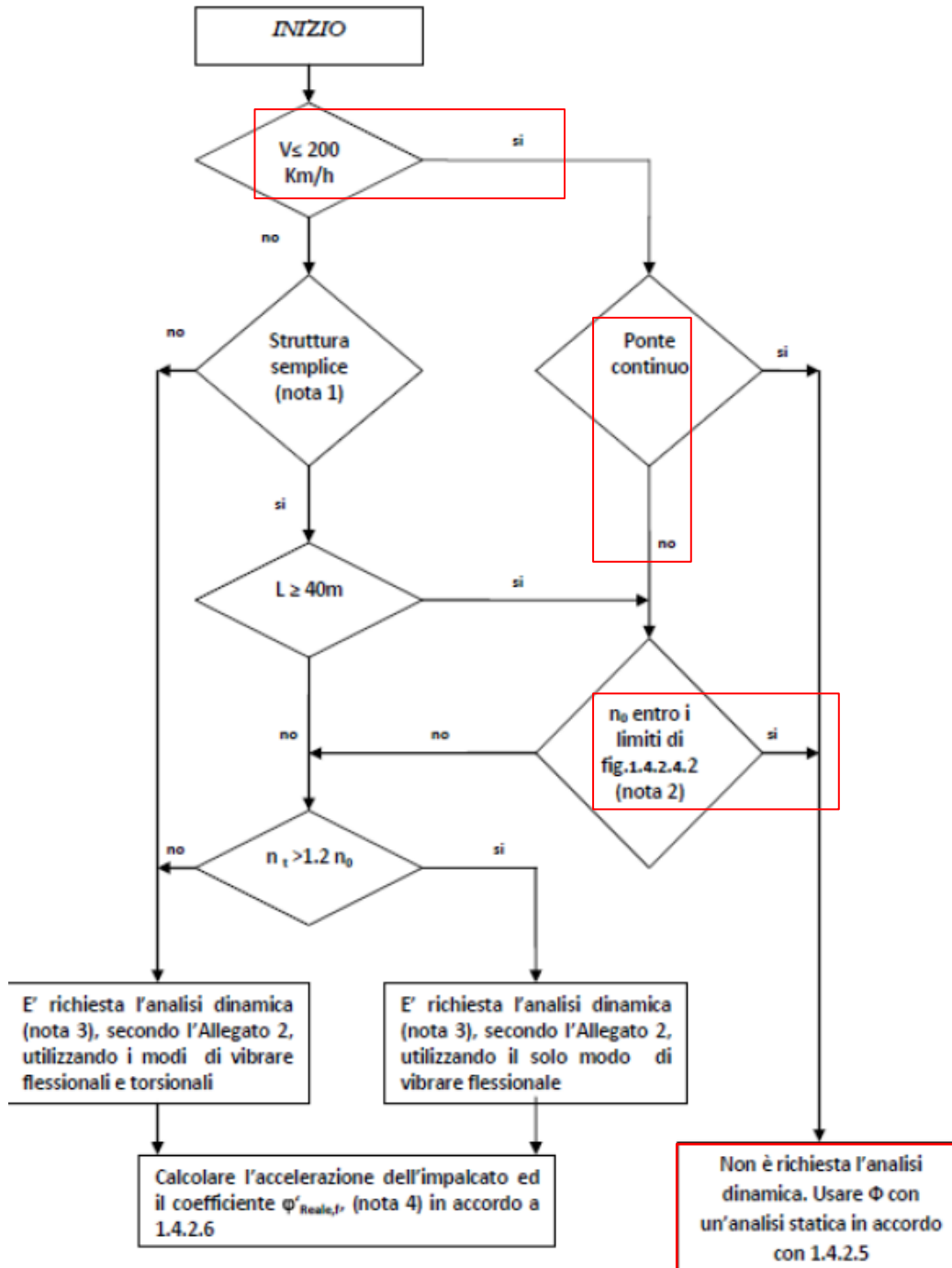


Fig. 66 – Manuale RFI – requisiti per analisi dinamica

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 V10009 002	REV. C	FOGLIO 57 di 134

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	0.36	0.05	0.00	0.67	0.05	0.00	0.67	0.06	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.35	0.00	0.01	0.06	0.06	0.01	0.73	0.71	0.00	0.00	0.76	0.00	0.00
MODAL	Mode	3	0.17	0.01	0.00	0.00	0.06	0.01	0.73	0.00	0.04	0.00	0.77	0.04	0.00
MODAL	Mode	4	0.15	0.20	0.00	0.00	0.27	0.01	0.73	0.00	0.21	0.00	0.77	0.25	0.00
MODAL	Mode	5	0.15	0.01	0.79	0.00	0.27	0.80	0.73	0.03	0.00	0.00	0.79	0.25	0.00
MODAL	Mode	6	0.14	0.31	0.02	0.00	0.59	0.83	0.74	0.00	0.05	0.00	0.80	0.30	0.00
MODAL	Mode	7	0.14	0.00	0.02	0.01	0.59	0.85	0.75	0.04	0.00	0.00	0.83	0.30	0.00
MODAL	Mode	8	0.13	0.00	0.00	0.00	0.59	0.85	0.75	0.00	0.02	0.00	0.83	0.32	0.00
MODAL	Mode	9	0.13	0.00	0.00	0.02	0.59	0.85	0.77	0.02	0.00	0.00	0.86	0.32	0.00
MODAL	Mode	10	0.12	0.00	0.00	0.00	0.59	0.85	0.77	0.01	0.00	0.00	0.87	0.32	0.00
MODAL	Mode	11	0.12	0.30	0.00	0.03	0.89	0.85	0.80	0.00	0.01	0.00	0.87	0.33	0.00
MODAL	Mode	12	0.12	0.02	0.00	0.00	0.90	0.85	0.80	0.00	0.01	0.00	0.87	0.34	0.00
MODAL	Mode	13	0.12	0.03	0.00	0.00	0.93	0.85	0.80	0.00	0.02	0.00	0.87	0.36	0.00
MODAL	Mode	14	0.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.85	0.81	0.00	0.00	0.00	0.87	0.36	0.00
MODAL	Mode	15	0.11	0.00	0.00	0.01	0.93	0.86	0.81	0.01	0.00	0.00	0.88	0.36	0.00
MODAL	Mode	16	0.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.36	0.00
MODAL	Mode	17	0.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.36	0.00
MODAL	Mode	18	0.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.01	0.00	0.88	0.37	0.01
MODAL	Mode	19	0.11	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.37	0.01
MODAL	Mode	20	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	21	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	22	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	23	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	24	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	25	0.10	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.81	0.00	0.00	0.00	0.89	0.37	0.01
MODAL	Mode	26	0.09	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.82	0.00	0.02	0.01	0.89	0.39	0.02
MODAL	Mode	27	0.09	0.00	0.00	0.01	0.93	0.86	0.82	0.02	0.00	0.00	0.91	0.39	0.03
MODAL	Mode	28	0.08	0.00	0.00	0.00	0.93	0.86	0.82	0.00	0.02	0.05	0.91	0.41	0.08
MODAL	Mode	29	0.08	0.00	0.00	0.01	0.93	0.86	0.84	0.02	0.00	0.00	0.93	0.41	0.08
MODAL	Mode	30	0.08	0.05	0.00	0.00	0.98	0.86	0.84	0.00	0.24	0.01	0.93	0.64	0.08
MODAL	Mode	31	0.07	0.00	0.01	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.01	0.93	0.64	0.09
MODAL	Mode	32	0.07	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.74	0.93	0.65	0.83
MODAL	Mode	33	0.06	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.10	0.93	0.65	0.93
MODAL	Mode	34	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.00	0.93	0.65	0.93
MODAL	Mode	35	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.00	0.93	0.65	0.93
MODAL	Mode	36	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.00	0.93	0.65	0.93
MODAL	Mode	37	0.05	0.00	0.00	0.00	0.98	0.87	0.84	0.00	0.00	0.00	0.93	0.65	0.93
MODAL	Mode	38	0.05	0.00	0.01	0.04	0.99	0.88	0.88	0.00	0.00	0.00	0.94	0.65	0.93
MODAL	Mode	39	0.05	0.00	0.07	0.01	0.99	0.96	0.88	0.01	0.00	0.00	0.94	0.65	0.93
MODAL	Mode	40	0.05	0.00	0.02	0.00	0.99	0.97	0.88	0.00	0.00	0.00	0.94	0.65	0.93

Il primo modo di vibrare flessionale verticale ha un periodo $T = 0,36$ sec che corrisponde ad una frequenza di 2,76 Hz. Tale valore è interno al fuso definito dal Manuale RFI in quanto è compreso tra 2,74 Hz e 6,24 Hz.

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 002	REV. C	FOGLIO 58 di 134

Deformed Shape (MODAL) - Mode 1; T = 0.36294; f = 2.75527

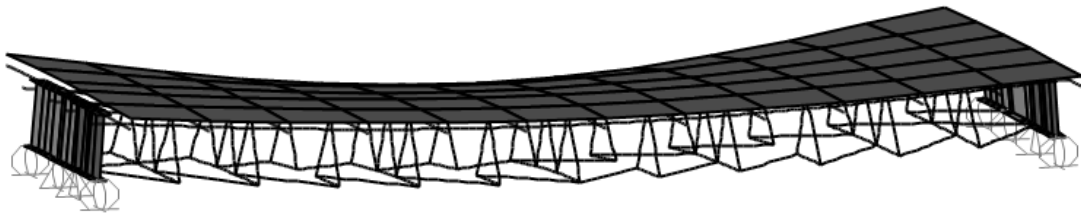


Fig. 67 – Modello FEM: primo modo di vibrare (flessionale) verticale

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	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 002	REV. C	FOGLIO 59 di 134

10.4 VERIFICHE DI RESISTENZA DELLE TRAVI PRINCIPALI

10.4.1 GEOMETRIA DELL'IMPALCATO

Le sezioni della trave principale sono illustrate di seguito.

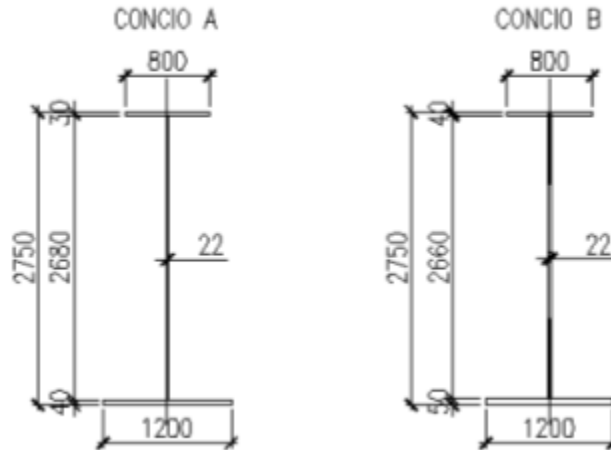


Fig. 68 – Trave principale: sezioni

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	800	30	2680	22	1200	40	1310	5500	375	1188	3024
C02	800	40	2660	22	1200	50	1505	5500	375	1188	3024
C03	800	30	2680	22	1200	40	1310	3075	375	612	1558
C04	800	40	2660	22	1200	50	1505	3075	375	612	1558

Sezione	Sezione mista omogeneizzata ad acciaio							
	n = 17	n = 6	n = 17	n = 6	n = 17	n = 6	n = 17	n = 6
	$A_{sez.mista}$	$A_{sez.mista}$	$J_{x,mista}$	$J_{x,mista}$	$J_{y,mista}$	$J_{y,mista}$	$Y_{G,mista}$	$Y_{G,mista}$
	[cm ²]	[cm ²]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[cm ⁴]	[mm]	[mm]
C01	2498	4333	3.76E+07	4.79E+07	2.49E+07	6.23E+07	2013	2426
C02	2693	4529	4.25E+07	5.45E+07	2.50E+07	6.25E+07	1947	2369
C03	1922	2867	3.05E+07	4.07E+07	4.00E+06	9.12E+06	1721	2139
C04	2117	3063	3.45E+07	4.60E+07	4.18E+06	9.31E+06	1664	2073

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 002	REV. C FOGLIO 60 di 134

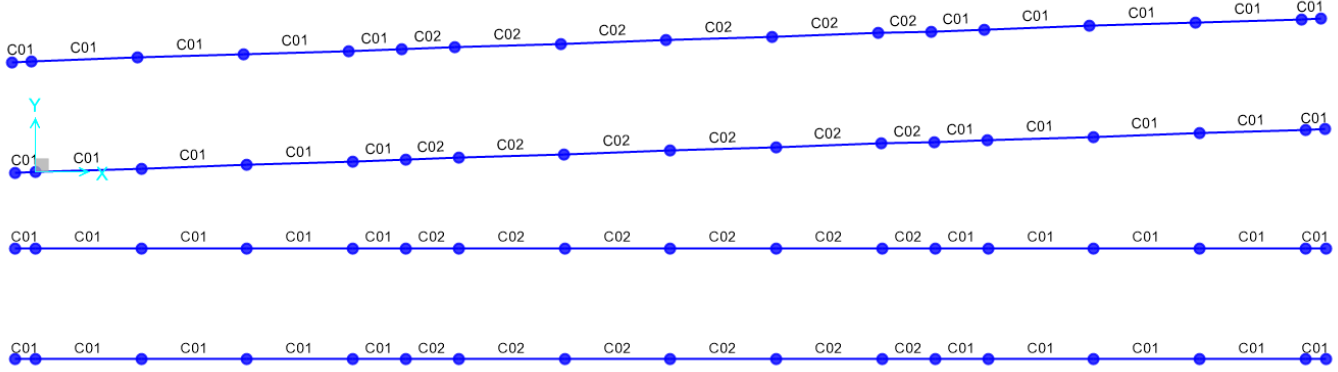


Fig. 69 – Distribuzione delle sezioni nel modello FEM

Calcolo delle caratteristiche statiche della sezione in acciaio

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

$$Peso = Area \cdot 7850$$

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

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

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

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

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

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

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

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

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 002	REV. C	FOGLIO 61 di 134

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

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

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

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

Calcolo delle caratteristiche statiche della soletta di calcestruzzo:

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

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

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

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

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: 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 002	REV. C FOGLIO 62 di 134

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 d_i 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: 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 002	REV. C	FOGLIO 63 di 134

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

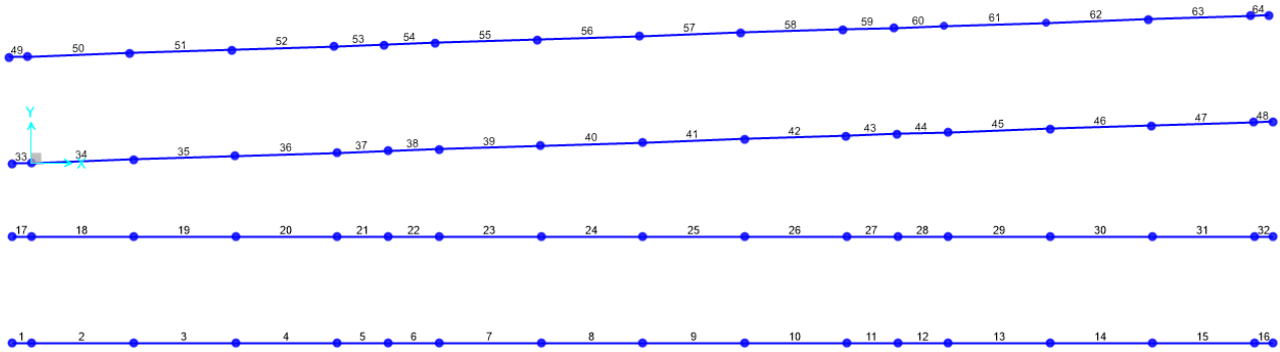


Fig. 70 – Modello FEM: numerazione degli elementi beam

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	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0	21	G1a	0.00	14	4	-164	0	2188	4	41	G1a	0.00	42	7	6	0	2896	10	61	G1a	0.00	-2	0	158	0	2201	0									
1	G1a	0.59	0	0	7	0	-2	0	21	G1a	1.58	14	4	-144	0	2432	-2	41	G1a	3.16	42	7	50	0	2807	-11	61	G1a	3.17	-2	0	197	0	1639	0									
2	G1a	0.00	1	1	-290	0	-3	1	22	G1a	0.00	14	4	-144	0	2432	-2	42	G1a	0.00	32	-6	63	0	2860	-11	62	G1a	0.00	1	0	209	0	1614	0									
2	G1a	3.18	1	1	-251	0	856	-1	22	G1a	1.58	14	4	-122	0	2643	-9	42	G1a	3.17	32	-6	108	0	2589	7	62	G1a	3.17	1	0	247	0	892	0									
3	G1a	0.00	3	0	-243	0	866	-1	23	G1a	0.00	25	6	-106	0	2595	-9	43	G1a	0.00	21	3	123	0	2638	7	63	G1a	0.00	1	0	262	0	889	0									
3	G1a	3.17	3	0	-204	0	1572	-2	23	G1a	3.17	25	6	-61	0	2860	12	43	G1a	1.58	21	3	146	0	2425	2	63	G1a	3.17	1	0	300	0	-4	-1									
4	G1a	0.00	0	-1	-196	0	1600	-1	24	G1a	0.00	35	7	-48	0	2810	12	44	G1a	0.00	21	3	146	0	2425	2	64	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0									
4	G1a	3.17	0	-1	-157	0	2159	0	24	G1a	3.17	35	7	-3	0	2891	-10	44	G1a	1.58	21	3	165	0	2179	-3	64	G1a	0.59	0	0	0	0	0	0									
5	G1a	0.00	-7	1	-149	0	2200	1	25	G1a	0.00	35	-7	5	0	2890	-10	45	G1a	0.00	12	-1	175	0	2228	-3																		
5	G1a	1.58	-7	1	-130	0	2421	0	25	G1a	3.17	35	-7	50	0	2803	11	45	G1a	3.16	12	-1	213	0	1614	1																		
6	G1a	0.00	-7	1	-130	0	2421	0	26	G1a	0.00	25	6	63	0	2856	11	46	G1a	0.00	5	1	223	0	1655	2																		
6	G1a	1.58	-7	1	-107	0	2608	-1	26	G1a	3.17	25	6	107	0	2587	-7	46	G1a	3.17	5	1	262	0	888	-1																		
7	G1a	0.00	-16	-1	-103	0	2657	-1	27	G1a	0.00	13	-3	123	0	2637	-7	47	G1a	0.00	-1	0	269	0	910	-1																		
7	G1a	3.17	-16	-1	-58	0	2911	1	27	G1a	1.58	13	-3	145	0	2426	-2	47	G1a	3.18	-1	0	308	0	-7	-1																		
8	G1a	0.00	-27	0	-52	0	2959	1	28	G1a	0.00	13	-3	145	0	2426	-2	48	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0																		
8	G1a	3.17	-27	0	-8	0	3055	2	28	G1a	1.58	13	-3	164	0	2181	3	48	G1a	0.59	0	0	0	0	0	0																		
9	G1a	0.00	-27	0	5	0	3052	2	29	G1a	0.00	5	1	174	0	2231	2	49	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0																		
9	G1a	3.17	-27	0	49	0	2968	2	29	G1a	3.17	5	1	213	0	1619	-2	49	G1a	0.59	0	0	7	0	-2	0																		
10	G1a	0.00	-16	1	55	0	2917	2	30	G1a	0.00	-2	0	224	0	1662	-2	50	G1a	0.00	0	-1	-292	0	-3	-1																		
10	G1a	3.17	-16	1	100	0	2672	-1	30	G1a	3.17	-2	0	263	0	891	-1	50	G1a	3.18	0	-1	-254	0	864	1																		
11	G1a	0.00	-7	0	105	0	2622	-1	31	G1a	0.00	-5	-1	274	0	918	-2	51	G1a	0.00	2	0	-246	0	873	1																		
11	G1a	1.58	-7	0	128	0	2437	0	31	G1a	3.18	-5	-1	313	0	-12	1	51	G1a	3.17	2	0	-207	0	1588	2																		
12	G1a	0.00	-7	0	128	0	2437	0	32	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0	52	G1a	0.00	-2	1	-199	0	1613	1																		
12	G1a	1.58	-7	0	147	0	2220	0	32	G1a	0.59	0	0	0	0	0	0	52	G1a	3.17	-2	1	-160	0	2181	0																		
13	G1a	0.00	0	0	157	0	2177	0	33	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0	53	G1a	0.00	-9	-1	-151	0	2219	-1																		
13	G1a	3.17	0	0	195	0	1620	-1	33	G1a	0.59	0	0	7	0	-2	0	53	G1a	1.58	-9	-1	-132	0	2443	0																		
14	G1a	0.00	3	0	206	0	1593	-1	34	G1a	0.00	-2	-2	-319	0	-12	-2	54	G1a	0.00	-9	-1	-132	0	2443	0																		
14	G1a	3.17	3	0	245	0	879	-1	34	G1a	3.18	-2	-2	-280	0	938	3	54	G1a	1.58	-9	-1	-109	0	2633	1																		
15	G1a	0.00	0	-1	256	0	873	-1	35	G1a	0.00	4	0	-263	0	914	3	55	G1a	0.00	-18	1	-104	0	2680	1																		
15	G1a	3.18	0	-1	295	0	-3	1	35	G1a	3.17	4	0	-225	0	1687	3	55	G1a	3.17	-18	1	-59	0	2938	-1																		
16	G1a	0.00	0	0	-7	0	-2	0	36	G1a	0.00	11	2	-211	0	1647	2	56	G1a	0.00	-29	0	-53	0	2985	-2																		
16	G1a	0.59	0	0	0	0	0	0	36	G1a	3.17	11	2	-172	0	2254	-4	56	G1a	3.17	-29	0	-9	0	3082	-3																		
17	G1a	0.00	0	0	0	0	0	0	37	G1a	0.00	20	-4	-162	0	2207	-4	57	G1a	0.00	-29	0	5	0	3077	-3																		
17	G1a	0.59	0	0	7	0	-2	0	37	G1a	1.58	20	-4	-143	0	2448	2	57	G1a	3.16	-29	0	49	0	2992	-2																		
18	G1a	0.00	-5	1	-312	0	-12	1	38	G1a	0.00	20	-4	-143	0	2448	2	58	G1a	0.00	-18	-1	56	0	2942	-2																		
18	G1a	3.18	-5	1	-274	0	918	-4	38	G1a	1.58	20	-4	-120	0	2656	8	58	G1a	3.17	-18	-1	100	0	2695	1																		
19	G1a	0.00	-2	0	-264	0	891	-4	39	G1a	0.00	31	6	-105	0	2609	8	59	G1a	0.00	-9	1	106	0	2646	1																		
19	G1a	3.17	-2	0	-225	0	1665	-2	39	G1a	3.16	31	6	-60	0	2870	-12	59	G1a	1.58	-9	1	129	0	2460	0																		
20	G1a	0.00	6	-2	-213	0	1624	-2	40	G1a	0.00	42	-7	-47	0	2821	-12	60	G1a	0.00	-9	1	129	0	2460	0																		
20	G1a	3.17	6	-2	-174	0	2237	4	40	G1a	3.17	42	-7	-3	0	2899	10	60	G1a	1.58	-9	1	148	0	2241	-1																		

Fig. 71 – Sollecitazioni: peso proprio delle carpenterie metalliche G1a

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 002	REV. C	FOGLIO 64 di 134

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	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	21	G1c	0.00	111	73	-434	0	6658	103	41	G1c	0.00	166	89	85	0	9059	142	61	G1c	0.00	-16	-10	602	0	7417	-22									
1	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0	21	G1c	1.58	111	73	-434	0	7346	-13	41	G1c	3.16	166	89	85	0	8789	-140	61	G1c	3.17	-16	-10	602	0	5513	8									
2	G1c	0.00	3	1	-889	0	-6	4	22	G1c	0.00	111	73	-434	0	7346	-13	42	G1c	0.00	139	-80	244	0	8919	-139	62	G1c	0.00	8	3	790	0	5550	10									
2	G1c	3.18	3	1	-889	0	2815	1	22	G1c	1.58	111	73	-434	0	8033	-129	42	G1c	3.17	139	-80	244	0	8148	114	62	G1c	3.17	8	3	790	0	3050	0									
3	G1c	0.00	5	5	-707	0	2796	3	23	G1c	0.00	169	-87	-250	0	7948	-130	43	G1c	0.00	75	66	430	0	8208	116	63	G1c	0.00	5	4	1003	0	3165	4									
3	G1c	3.17	5	5	-707	0	5034	-13	23	G1c	3.17	169	-87	-250	0	8741	144	43	G1c	1.58	75	66	430	0	7529	11	63	G1c	3.17	5	4	1003	0	-19	-8									
4	G1c	0.00	-23	-11	-550	0	5067	-13	24	G1c	0.00	201	90	-89	0	8609	144	44	G1c	0.00	75	66	430	0	7529	11	64	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0									
4	G1c	3.17	-23	-11	-550	0	6809	23	24	G1c	3.17	201	90	-89	0	8891	-141	44	G1c	1.58	75	66	430	0	6849	-94	64	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0									
5	G1c	0.00	-71	11	-373	0	6871	24	25	G1c	0.00	201	-89	89	0	8888	-142	45	G1c	0.00	53	-42	568	0	6938	-91																		
5	G1c	1.58	-71	11	-373	0	7462	7	25	G1c	3.17	201	-89	89	0	8607	139	45	G1c	3.16	53	-42	568	0	5139	41																		
6	G1c	0.00	-71	11	-373	0	7462	7	26	G1c	0.00	170	80	251	0	8749	137	46	G1c	0.00	5	13	724	0	5147	43																		
6	G1c	1.58	-71	11	-373	0	8053	-11	26	G1c	3.17	170	80	251	0	7956	-116	46	G1c	3.17	5	13	724	0	2857	1																		
7	G1c	0.00	-96	-8	-240	0	8180	-9	27	G1c	0.00	111	-66	432	0	8052	-117	47	G1c	0.00	-6	5	852	0	2828	5																		
7	G1c	3.17	-96	-8	-240	0	8941	15	27	G1c	1.58	111	-66	432	0	7369	-13	47	G1c	3.18	-6	5	852	0	122	-10																		
8	G1c	0.00	-155	8	-82	0	9026	16	28	G1c	0.00	111	-66	432	0	7369	-13	48	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	0																	
8	G1c	3.17	-155	8	-82	0	9286	-9	28	G1c	1.58	111	-66	432	0	6686	92	48	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0																		
9	G1c	0.00	-156	-9	59	0	9273	-9	29	G1c	0.00	87	42	574	0	6817	90	49	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0																		
9	G1c	3.17	-156	-9	59	0	9085	18	29	G1c	3.17	87	42	574	0	5002	-43	49	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0																		
10	G1c	0.00	-99	8	221	0	8987	17	30	G1c	0.00	41	-15	728	0	5071	-42	50	G1c	0.00	5	-4	-968	0	-17	-8																		
10	G1c	3.17	-99	8	221	0	8287	-8	30	G1c	3.17	41	-15	728	0	2767	4	50	G1c	3.18	5	-4	-968	0	3055	4																		
11	G1c	0.00	-73	-10	363	0	8153	-9	31	G1c	0.00	15	0	865	0	2798	2	51	G1c	0.00	11	-5	-777	0	2955	1																		
11	G1c	1.58	-73	-10	363	0	7579	7	31	G1c	3.18	15	0	865	0	53	2	51	G1c	3.17	11	-5	-777	0	5415	16																		
12	G1c	0.00	-73	-10	363	0	7579	7	32	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	52	G1c	0.00	-15	12	-606	0	5374	14																		
12	G1c	1.58	-73	-10	363	0	7005	23	32	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0	52	G1c	3.17	-15	12	-606	0	7294	-24																		
13	G1c	0.00	-28	9	548	0	6934	21	33	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	53	G1c	0.00	-63	-11	-413	0	7299	-26																		
13	G1c	3.17	-28	9	548	0	5199	-7	33	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0	53	G1c	1.58	-63	-11	-413	0	7953	-9																		
14	G1c	0.00	-1	-4	722	0	5165	-8	34	G1c	0.00	-11	-10	-869	0	93	-16	54	G1c	0.00	-63	-11	-413	0	7953	-9																		
14	G1c	3.17	-1	-4	722	0	2880	5	34	G1c	3.18	-11	-10	-869	0	2851	15	54	G1c	1.58	-63	-11	-413	0	8607	9																		
15	G1c	0.00	2	0	920	0	2913	3	35	G1c	0.00	-3	-14	-727	0	2858	8	55	G1c	0.00	-87	8	-265	0	8694	7																		
15	G1c	3.18	2	0	920	0	-6	3	35	G1c	3.17	-3	-14	-727	0	5159	52	55	G1c	3.17	-87	8	-265	0	9532	-17																		
16	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	36	G1c	0.00	45	48	-568	0	5137	49	56	G1c	0.00	###	-8	-90	0	9593	-19																		
16	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0	36	G1c	3.17	45	48	-568	0	6934	-102	56	G1c	3.17	###	-8	-90	0	9878	8																		
17	G1c	0.00	0	0	0	0	0	0	37	G1c	0.00	75	-74	-433	0	6836	-107	57	G1c	0.00	###	9	68	0	9863	8																		
17	G1c	0.59	0	0	0	0	0	0	37	G1c	1.58	75	-74	-433	0	7522	11	57	G1c	3.16	###	9	68	0	9649	-20																		
18	G1c	0.00	17	1	-849	0	63	-2	38	G1c	0.00	75	-74	-433	0	7522	11	58	G1c	0.00	-88	-8	245	0	9573	-19																		
18	G1c	3.18	17	1	-849	0	2757	-5	38	G1c	1.58	75	-74	-433	0	8207	129	58	G1c	3.17	-88	-8	245	0	8798	5																		
19	G1c	0.00	41	14	-727	0	2730	-7	39	G1c	0.00	129	85	-251	0	8128	126	59	G1c	0.00	-61	10	400	0	8701	7																		
19	G1c	3.17	41	14	-727	0	5030	-50	39	G1c	3.16	129	85	-251	0	8922	-144	59	G1c	1.58	-61	10	400	0	8067	-9																		
20	G1c	0.00	88	-49	-573	0	4969	-53	40	G1c	0.00	169	-92	-94	0	8785	-147	60	G1c	0.00	-61	10	400	0	8067	-9																		
20	G1c	3.17	88	-49	-573	0	6783	103	40	G1c	3.17	169	-92	-94	0	9082	143	60	G1c	1.58	-61	10	400	0	7434	-24																		

Fig. 72 – Sollecitazioni: peso proprio della soletta G1c

APPALTATORE:

Consorzio

Soci

HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

ITINERARIO NAPOLI – BARI

PROGETTAZIONE:

Mandatara

Mandanti

ROCKSOIL S.P.A

NET ENGINEERING
ELETTRI-FER

PINI

GCF

M-INGEGNERIA

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO

COMMESSA
IF3A

LOTTO
02

CODIFICA
E ZZ CL

DOCUMENTO
VI0009 002

REV.
C

FOGLIO
68 di 134

Table with columns for SOLLECITAZIONI (Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2) and (kN x m). It contains multiple rows of data for different object types and steps, including Max P, Max V2, Min P, Min V2, etc.

APPALTATORE:

Consorzio

Soci

HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI

ITINERARIO NAPOLI – BARI

PROGETTAZIONE:

Mandatario

Mandanti

ROCKSOIL S.P.A

NET ENGINEERING
ELETTRI-FER

PINI

GCF
M-INNEGNERIA

RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA
II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA

PROGETTO ESECUTIVO

COMMESSA
IF3A

LOTTO
02

CODIFICA
E ZZ CL

DOCUMENTO
VI0009 002

REV.
C

FOGLIO
69 di 134

Table with columns: SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m). Rows include data for various load types (ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2) across different structural elements (e.g., Q1a, Q1b, Q1c).

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOLGIO IF3A 02 E ZZ CL V10009 002 C 71 di 134

Table with columns: SOLLECITAZIONI, (kN x m), Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2. It contains a large grid of data points for various engineering calculations across different object types and steps.

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO IF3A 02 E ZZ CL V10009 002 C 72 di 134

Table with multiple columns: Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2, Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2, Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2, Obj, StepType, ObjSta, P, V3, V2, T, M3, M2. It contains detailed data for SOLLECITAZIONI across various project stages and locations.

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF3A 02 E ZZ CL V10009 002 C 73 di 134

Table with columns: SOLLECITAZIONI, (kn x m), SOLLECITAZIONI, (kn x m), SOLLECITAZIONI, (kn x m), SOLLECITAZIONI, (kn x m). Rows include various object types like SW2 Max P, SW2 Max V2, SW2 Max V3, SW2 Min P, SW2 Min V2, SW2 Min V3, SW2 Min T, SW2 Min M2, SW2 Min M3, SW2 Max P, SW2 Max V2, SW2 Max V3, SW2 Max T, SW2 Max M2, SW2 Max M3, SW2 Min P, SW2 Min V2, SW2 Min V3, SW2 Min T, SW2 Min M2, SW2 Min M3, SW2 Max P, SW2 Max V2, SW2 Max V3, SW2 Max T, SW2 Max M2, SW2 Max M3, SW2 Min P, SW2 Min V2, SW2 Min V3, SW2 Min T, SW2 Min M2, SW2 Min M3, SW2 Max P, SW2 Max V2, SW2 Max V3, SW2 Max T, SW2 Max M2, SW2 Max M3, SW2 Min P, SW2 Min V2, SW2 Min V3, SW2 Min T, SW2 Min M2, SW2 Min M3.

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 LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
IF3A 02 E ZZ CL V10009 002 C 75 di 134

Table with columns: SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m), SOLLECITAZIONI, (kN x m). Rows include various load types like SW2 Max P, SW2 Max V2, SW2 Min P, etc., with numerical values for each parameter.

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 002	REV. C	FOGLIO 77 di 134

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	Obj	ACase	ObjSta	P	V3	V2	T	M3	M2
1	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	1610	0	21	Q9 U	0.00	-2314	-3	1	-1	1831	4	41	Q9 U	0.00	-2302	-3	0	-1	1983	-6	61	Q9 U	0.00	-3368	-6	6	-2	2155	-42																		
1	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	1610	0	21	Q9 U	1.58	-2314	3	1	-1	1829	0	41	Q9 U	3.16	-2302	-3	0	-1	1984	4	61	Q9 U	3.17	-3368	-6	6	-2	2136	-24																		
2	Q9 U	0.00	-3027	-28	-17	3	1733	-26	22	Q9 U	0.00	-2314	3	1	-1	2018	0	42	Q9 U	0.00	-2303	-8	-1	1	1996	-13	62	Q9 U	0.00	-3259	-6	13	-2	2043	-69																		
2	Q9 U	3.18	-3027	-28	-17	3	1786	61	22	Q9 U	1.58	-2314	3	1	-1	2015	-4	42	Q9 U	3.17	-2303	-8	-1	1	2000	11	62	Q9 U	3.17	-3259	-6	13	-2	2000	-50																		
3	Q9 U	0.00	-3272	-2	-10	-3	1997	2	23	Q9 U	0.00	-2306	-3	1	1	1997	-4	43	Q9 U	0.00	-2312	-3	-2	-1	2017	-5	63	Q9 U	0.00	-3025	-56	23	5	1804	-159																		
3	Q9 U	3.17	-3272	-2	-10	-3	2030	9	23	Q9 U	3.17	-2306	-3	1	1	1994	4	43	Q9 U	1.58	-2312	-3	-2	-1	2020	-1	63	Q9 U	3.17	-3025	-56	23	5	1732	20																		
4	Q9 U	0.00	-3377	-1	-5	-2	2122	5	24	Q9 U	0.00	-2306	2	1	0	1981	4	44	Q9 U	0.00	-2312	-3	-2	-1	1831	-1	64	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	1610	0																		
4	Q9 U	3.17	-3377	-1	-5	-2	2139	9	24	Q9 U	3.17	-2306	2	1	0	1979	-3	44	Q9 U	1.58	-2312	-3	-2	-1	1835	4	64	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	1610	0																		
5	Q9 U	0.00	-3411	2	-2	-1	2176	12	25	Q9 U	0.00	-2307	-2	0	0	1979	-3	45	Q9 U	0.00	-2346	-10	-7	0	1875	-14																											
5	Q9 U	1.58	-3411	2	-2	-1	2179	9	25	Q9 U	3.17	-2307	-2	0	0	1978	3	45	Q9 U	3.16	-2346	-10	-7	0	1896	16																											
6	Q9 U	0.00	-3411	2	-2	-1	2342	9	26	Q9 U	0.00	-2308	3	0	-1	1993	4	46	Q9 U	0.00	-2454	-14	-15	-1	1988	-4																											
6	Q9 U	1.58	-3411	2	-2	-1	2345	6	26	Q9 U	3.17	-2308	3	0	-1	1994	-4	46	Q9 U	3.17	-2454	-14	-15	-1	2034	40																											
7	Q9 U	0.00	-3418	-1	-1	0	2365	7	27	Q9 U	0.00	-2319	-2	-1	1	2014	-4	47	Q9 U	0.00	-2703	4	-24	4	2219	71																											
7	Q9 U	3.17	-3418	-1	-1	0	2370	9	27	Q9 U	1.58	-2319	-2	-1	1	2016	0	47	Q9 U	3.18	-2703	4	-24	4	2295	56																											
8	Q9 U	0.00	-3418	-1	-1	1	2382	5	28	Q9 U	0.00	-2319	-2	-1	1	1827	0	48	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	2432	0																											
8	Q9 U	3.17	-3418	-1	-1	1	2384	8	28	Q9 U	1.58	-2319	-2	-1	1	1829	4	48	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	2432	0																											
9	Q9 U	0.00	-3418	0	0	-1	2383	7	29	Q9 U	0.00	-2357	4	-5	0	1873	4	49	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	1610	0																											
9	Q9 U	3.17	-3418	0	0	-1	2384	6	29	Q9 U	3.17	-2357	4	-5	0	1888	-8	49	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	1610	0																											
10	Q9 U	0.00	-3416	0	0	0	2371	8	30	Q9 U	0.00	-2471	9	-11	1	1986	-4	50	Q9 U	0.00	-3019	35	-16	-5	1727	11																											
10	Q9 U	3.17	-3416	0	0	0	2369	7	30	Q9 U	3.17	-2471	9	-11	1	2021	-32	50	Q9 U	3.18	-3019	35	-16	-5	1778	-101																											
11	Q9 U	0.00	-3407	-2	1	1	2347	5	31	Q9 U	0.00	-2712	-7	-18	-4	2220	-66	51	Q9 U	0.00	-3269	-6	-10	2	2001	-48																											
11	Q9 U	1.58	-3407	-2	1	1	2345	8	31	Q9 U	3.18	-2712	-7	-18	-4	2277	-44	51	Q9 U	3.17	-3269	-6	-10	2	2032	-28																											
12	Q9 U	0.00	-3407	-2	1	1	2182	8	32	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	2432	0	52	Q9 U	0.00	-3377	-6	-5	1	2130	-30																											
12	Q9 U	1.58	-3407	-2	1	1	2180	10	32	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	2432	0	52	Q9 U	3.17	-3377	-6	-5	1	2145	-11																											
13	Q9 U	0.00	-3369	2	5	2	2139	7	33	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	2432	0	53	Q9 U	0.00	-3413	-8	-1	1	2186	-29																											
13	Q9 U	3.17	-3369	2	5	2	2123	2	33	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	2432	0	53	Q9 U	1.58	-3413	-8	-1	1	2188	-16																											
14	Q9 U	0.00	-3260	3	12	2	2026	10	34	Q9 U	0.00	-2697	-16	13	0	2252	40	54	Q9 U	0.00	-3413	-8	-1	1	2351	-16																											
14	Q9 U	3.17	-3260	3	12	2	1989	1	34	Q9 U	3.18	-2697	-16	13	0	2212	91	54	Q9 U	1.58	-3413	-8	-1	1	2353	-3																											
15	Q9 U	0.00	-3019	31	19	-3	1787	73	35	Q9 U	0.00	-2437	2	9	1	2010	20	55	Q9 U	0.00	-3420	-6	-1	-1	2376	-22																											
15	Q9 U	3.18	-3019	31	19	-3	1727	-26	35	Q9 U	3.17	-2437	2	9	1	1982	13	55	Q9 U	3.17	-3420	-6	-1	-1	2379	-4																											
16	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	1610	0	36	Q9 U	0.00	-2339	-1	5	-1	1893	0	56	Q9 U	0.00	-3420	-6	0	-2	2393	-20																											
16	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	1610	0	36	Q9 U	3.17	-2339	-1	5	-1	1878	2	56	Q9 U	3.17	-3420	-6	0	-2	2395	-2																											
17	Q9 U	0.00	-2868	0	0	0	2432	0	37	Q9 U	0.00	-2309	-7	2	1	1839	-12	57	Q9 U	0.00	-3417	-7	0	1	2396	-23																											
17	Q9 U	0.59	-2868	0	0	0	2432	0	37	Q9 U	1.58	-2309	-7	2	1	1836	0	57	Q9 U	3.16	-3417	-7	0	1	2395	-1																											
18	Q9 U	0.00	-2704	5	20	0	2284	-46	38	Q9 U	0.00	-2309	-7	2	1	2025	0	58	Q9 U	0.00	-3415	-7	1	0	2384	-27																											
18	Q9 U	3.18	-2704	5	20	0	2220	-61	38	Q9 U	1.58	-2309	-7	2	1	2022	11	58	Q9 U	3.17	-3415	-7	1	0	2381	-6																											
19	Q9 U	0.00	-2458	-6	11	-1	2018	-23	39	Q9 U	0.00	-2302	-2	1	-1	2003	-4	59	Q9 U	0.00	-3406	-4	2	-1	2362	-28																											
19	Q9 U	3.17	-2458	-6	11	-1	1983	-2	39	Q9 U	3.16	-2302	-2	1	-1	2000	3	59	Q9 U	1.58	-3406	-4	2	-1	2359	-22																											
20	Q9 U	0.00	-2348	-4	5	0	1887	-7	40	Q9 U	0.00	-2303	-7	0	0	1985	-11	60	Q9 U	0.00	-3406	-4	2	-1	2195	-22																											
20	Q9 U	3.17	-2348	-4	5	0	1872	4	40	Q9 U	3.17	-2303	-7	0	0	1984	10	60	Q9 U	1.58	-3406	-4	2	-1	2192	-16																											

Fig. 76 – Sollecitazioni: variazione termica uniforme e gradiente termico

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 002	REV. C	FOGLIO 78 di 134

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. 77.

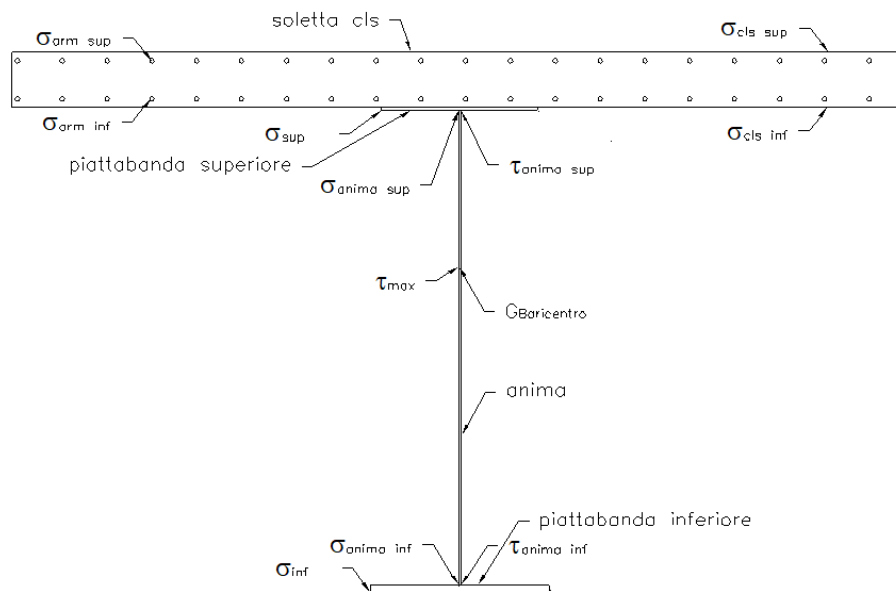


Fig. 77 – Posizioni della trave in cui sono calcolate le tensioni

Le tabelle seguenti riassumono i risultati ottenuti in termini di tensioni sulla carpenteria metallica delle travi principali e tramite i grafici in Fig. 79 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 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	V10009 002	C	79 di 134

TRAVE 2 (lato interno)													TRAVE 1 (lato esterno)													
SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO} (N/mm ²)		$\sigma_{id(an.sup)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{id(an.inf)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{(cls sup)}$ (N/mm ²)	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO} (N/mm ²)		$\sigma_{id(an.sup)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{id(an.inf)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{(cls sup)}$ (N/mm ²)	
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max	min			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max	min	
C03	33	21	-53	11	-4	0	0	0	0	52	10	-4	C01	49	12	-32	6	-2	0	0	0	0	31	6	-2	
C03	34	21	-129	115	-37	88	33	86	31	166	149	-5	C01	50	15	-103	110	-4	99	41	96	39	171	159	-4	
C03	35	-31	-186	176	26	73	27	71	25	196	190	-7	C01	51	-32	-160	191	40	81	33	79	32	190	208	-6	
C03	36	-71	-218	249	61	58	21	56	20	225	230	-8	C01	52	-69	-202	260	75	65	26	63	25	214	257	-7	
C03	37	-91	-237	245	103	44	16	43	15	234	241	-10	C01	53	-97	-219	279	107	49	18	47	17	221	273	-8	
C04	38	-92	-234	219	86	44	15	43	15	220	220	-10	C02	54	-91	-207	254	97	47	18	47	17	207	249	-8	
C04	39	-102	-231	263	86	29	8	29	8	231	233	-10	C02	55	-101	-224	282	105	34	11	34	10	219	269	-8	
C04	40	-100	-253	258	98	16	2	16	2	233	234	-11	C02	56	-112	-233	289	117	19	3	19	3	224	276	-8	
C04	41	-100	-253	255	98	17	2	17	2	233	234	-11	C02	57	-113	-232	289	118	17	2	18	2	223	276	-8	
C04	42	-102	-232	262	88	29	8	29	8	231	232	-10	C02	58	-102	-224	285	107	33	10	33	9	219	270	-8	
C04	43	-92	-233	217	89	43	16	42	15	220	217	-10	C02	59	-92	-208	256	99	47	17	47	16	208	250	-7	
C03	44	-92	-236	240	106	44	17	42	16	234	237	-10	C01	60	-99	-221	281	110	48	17	47	16	222	274	-8	
C03	45	-70	-219	243	68	56	22	54	21	225	225	-8	C01	61	-71	-204	261	78	66	26	64	24	216	259	-7	
C03	46	-30	-185	170	38	69	28	67	27	193	182	-7	C01	62	-33	-162	194	42	83	34	80	32	193	210	-6	
C03	47	21	-126	103	-6	82	34	80	31	159	139	-5	C01	63	15	-105	112	-4	101	43	99	41	175	163	-4	
C03	48	21	-53	11	-4	0	0	0	0	52	10	-4	C01	64	12	-32	6	-2	0	0	0	0	31	6	-2	

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} (N/mm ²)		$\sigma_{id(an.sup)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{id(an.inf)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{(cls sup)}$ (N/mm ²)	SEZ.	FR.	$\sigma_{(sup)}$ (N/mm ²)		$\sigma_{(inf)}$ (N/mm ²)		τ_{MAX} (N/mm ²)		τ_{MEDIO} (N/mm ²)		$\sigma_{id(an.sup)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{id(an.inf)}$ (N/mm ²)	$\sigma_{(cls sup)}$ (N/mm ²)	
		max	min	max	min	max	min	max	min	max	max	min			max	min	max	min	max	min	max	min	max	max	min	
C01	1	12	-32	6	-2	0	0	0	0	31	6	-2	C03	17	21	-53	11	-4	0	0	0	0	52	10	-4	
C01	2	14	-99	105	-5	94	39	91	37	163	150	-4	C03	18	21	-125	120	-39	86	31	83	29	162	148	-5	
C01	3	-30	-152	186	38	76	32	74	30	181	198	-6	C03	19	-28	-174	186	28	72	27	70	25	192	189	-7	
C01	4	-64	-198	243	74	61	25	59	24	205	246	-7	C03	20	-63	-231	221	69	58	21	56	19	222	227	-8	
C01	5	-95	-212	266	98	45	17	44	17	213	262	-8	C03	21	-101	-231	245	83	45	16	43	15	231	239	-10	
C02	6	-87	-198	246	92	44	17	44	16	199	239	-7	C04	22	-89	-215	241	88	44	15	43	15	217	218	-10	
C02	7	-95	-218	267	102	31	10	31	10	211	258	-8	C04	23	-90	-247	236	93	29	8	29	8	228	230	-10	
C02	8	-109	-224	279	110	17	3	17	2	216	265	-8	C04	24	-103	-243	263	92	17	2	17	2	229	232	-11	
C02	9	-109	-223	278	111	16	2	16	2	216	265	-8	C04	25	-102	-242	263	93	18	2	18	2	230	232	-11	
C02	10	-97	-218	268	104	31	9	31	9	211	258	-8	C04	26	-91	-247	231	95	30	9	30	8	229	229	-10	
C02	11	-88	-200	246	94	44	16	44	15	200	239	-7	C04	27	-89	-216	238	90	43	16	43	15	217	215	-10	
C01	12	-97	-214	267	102	45	16	44	16	214	262	-8	C03	28	-100	-231	241	88	44	17	43	16	231	235	-10	
C01	13	-66	-199	244	77	61	24	60	23	207	247	-7	C03	29	-64	-230	218	74	56	22	55	21	223	223	-8	
C01	14	-31	-154	186	40	77	32	75	30	183	200	-6	C03	30	-29	-175	178	38	70	28	68	26	192	182	-7	
C01	15	14	-101	106	-5	95	41	92	39	165	153	-4	C03	31	21	-126	104	-8	83	34	81	32	159	139	-5	
C01	16	12	-32	6	-2	0	0	0	0	31	6	-2	C03	32	21	-53	11	-4	0	0	0	0	52	10	-4	

Fig. 78 – Tensioni normali sulle piattabande superiori ed inferiori dei cassoni – Combinazioni SLU

Come si evince dalle tabelle, le tensioni nei cassoni sono sempre inferiori al limite $f_y / \gamma_{M0} = 335 / 1,05 = 319 \text{ N/mm}^2$, con un picco di tensione in corrispondenza del frame 57 (sezione C02) nel quale si calcola una tensione massima agli Stati Limite Ultimi sulle piattabande di 289 N/mm^2 . Pertanto la verifica di resistenza è soddisfatta ($\Delta = 0,91$).

La tensione massima di compressione all'estradosso della soletta risulta pari a -10.9 MPa , ossia inferiore alla tensione limite $f_{cd} = 0,85 \times 32 / 1,5 = 18,1 \text{ MPa}$ ($\Delta = 0,6$)

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 002	REV. C	FOGLIO 81 di 134

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:

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

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 $\alpha = a/h > 1.5$
- $V = 1,0$ 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.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	βv	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	βv	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	βv	SEZ.	FR.	$\sigma_{cr,id}/\sigma_{id}$	βv
C01	1	10.8	1.0	C03	17	6.5	0.9	C03	33	6.5	0.9	C01	49	10.8	1.0
C01	2	1.1	1.0	C03	18	1.0	0.9	C03	34	1.0	0.9	C01	50	1.1	1.0
C01	3	1.2	0.8	C03	19	1.1	0.9	C03	35	1.1	0.9	C01	51	1.1	0.8
C01	4	1.2	0.8	C03	20	1.0	0.8	C03	36	1.0	0.8	C01	52	1.1	0.8
C01	5	1.2	0.8	C03	21	1.0	0.8	C03	37	1.0	0.8	C01	53	1.2	0.8
C02	6	1.3	0.8	C04	22	1.1	0.8	C04	38	1.1	0.8	C02	54	1.3	0.8
C02	7	1.3	0.8	C04	23	1.1	0.8	C04	39	1.0	0.8	C02	55	1.2	0.8
C02	8	1.2	0.8	C04	24	1.1	0.8	C04	40	1.0	0.8	C02	56	1.2	0.8
C02	9	1.2	0.8	C04	25	1.1	0.8	C04	41	1.0	0.8	C02	57	1.2	0.8
C02	10	1.3	0.8	C04	26	1.1	0.8	C04	42	1.1	0.8	C02	58	1.2	0.8
C02	11	1.3	0.8	C04	27	1.1	0.8	C04	43	1.1	0.8	C02	59	1.3	0.8
C01	12	1.2	0.8	C03	28	1.0	0.8	C03	44	1.0	0.8	C01	60	1.2	0.8
C01	13	1.2	0.8	C03	29	1.0	0.8	C03	45	1.0	0.8	C01	61	1.1	0.8
C01	14	1.2	0.8	C03	30	1.2	0.9	C03	46	1.2	0.9	C01	62	1.1	0.8
C01	15	1.1	1.0	C03	31	1.1	0.9	C03	47	1.1	0.9	C01	63	1.0	1.0
C01	16	10.8	1.0	C03	32	6.5	0.9	C03	48	6.5	0.9	C01	64	10.8	1.0

Fig. 80 – Verifica di stabilità dei pannelli d'anima

APPALTATORE: Consortio 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 002	REV. C	FOGLIO 82 di 134	

Nello specifico risulta:

- Tensione massima sul bordo superiore del pannello d'anima superiore $\sigma_{sup} = \sigma_1 = -50,97$ MPa
- Tensione sul bordo inferiore del pannello d'anima $\sigma_2 = -16.31$ MPa
- $\alpha = a / h = 1,185$ (rapporto tra lunghezza e altezza del pannello d'anima)
- $\psi = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} = 0,32$
- $k_\sigma = 5,915$ MPa e $k_\tau = 8,19$
- $\sigma_{cr,0} = 186200 \cdot (t/h)^2 = 12,5$ MPa
- $\sigma_{cr} = k_\sigma \cdot \sigma_{cr,0} = 74,2$ MPa e $\tau_{cr} = k_\tau \cdot \sigma_{cr,0} = 102,8$ MPa
- $$\sigma_{cr,id} = \frac{\sqrt{\sigma_1^2 + 3 \cdot \tau^2}}{\frac{1+\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}} + \sqrt{\left(\frac{3-\psi}{4} \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_{cr}}\right)^2 + \left(\frac{\tau}{\tau_{cr}}\right)^2}} = 124,9$$
 MPa
- $\sigma_{id} = 130,1$ MPa
- $\frac{\sigma_{cr,id}}{\sigma_{id}} = 0,96 \geq \beta \cdot \nu = 0,9 \rightarrow$ 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 002	REV. C	FOGLIO 83 di 134

10.4.5 VERIFICA DEGLI IRRIGIDITORI TRASVERSALI

Per le anime provviste di nervature trasversali si dovrà garantire una adeguata rigidezza flessionale delle nervature verificando che:

nervatura trasversale

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

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

α = a/h_w

a passo irrigiditori

n° beam	Sezione	a [mm]	h_w [mm]	t_w [mm]	TIPO	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	α	γ_T	Inerzia min [mm ⁴]	Inerzia / Inerzia min
2	C01	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
3	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
4	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
5	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
6	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
7	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
8	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
9	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
10	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
11	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
12	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
13	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
14	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
15	C01	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
18	C03	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
19	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
20	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
21	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
22	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
23	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
24	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
25	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
26	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
27	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
28	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
29	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
30	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
31	C03	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
34	C03	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
35	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
36	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA
PROGETTAZIONE: Mandatario 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 002 C 84 di 134

n° beam	Sezione	a [mm]	h _w [mm]	t _w [mm]	TIPO	Area [mm ²]	Inerzia [mm ⁴]	α	γ _T	Inerzia min [mm ⁴]	Inerzia /
37	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
38	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
39	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
40	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
41	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
42	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
43	C04	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
44	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
45	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
46	C03	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
47	C03	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
50	C01	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
51	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
52	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
53	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
54	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
55	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
56	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
57	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
58	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
59	C02	3165	2660	22	390X16	6240	336 236 160	1.19	8.00	33 988 416	9.89
60	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
61	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
62	C01	3165	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82
63	C01	3175	2680	22	390X16	6240	336 236 160	1.18	8.00	34 243 968	9.82

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 002	REV. C	FOGLIO 85 di 134

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: 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 002	REV. C	FOGLIO 86 di 134

10.5 VERIFICHE DI RESISTENZA E STABILITA' DELLE ASTE

Nei paragrafi seguenti si riassumono le verifiche di resistenza e stabilità delle aste che costituiscono il controvento orizzontale (superiore ed inferiore) ed i diaframmi intermedi del ponte.

10.5.1 DIAGONALI DI CONTROVENTO SUPERIORI

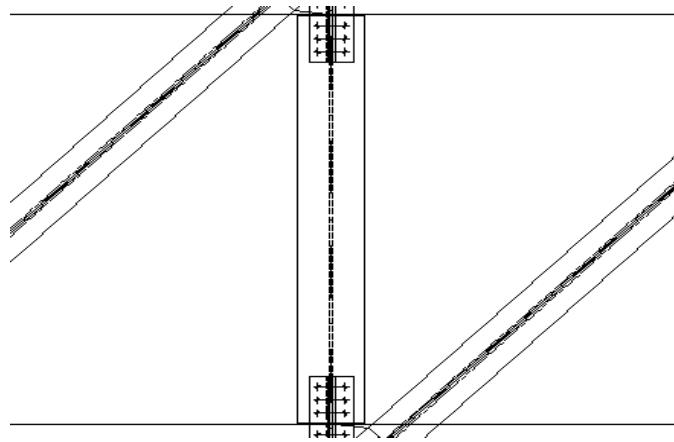


Fig. 81 –Controvento superiore: campo tipico

I diagonali di controvento superiori sono costituiti da profili angolari accoppiati, bullonati alle piattabande superiori della trave principale tramite dei piatti di nodo.

Le aste collegano tra loro le piattabande superiori del singolo cassone per tutta la lunghezza del ponte, in modo da chiudere torsionalmente il cassone nella fase di getto della soletta, inoltre collegano i due cassoni alle loro estremità. Queste aste sono pertanto sollecitate dalle azioni di Fase I e dalle azioni di Fase II (azioni di lungo termine). In Fase III il cassone risulta chiuso superiormente dalla soletta.

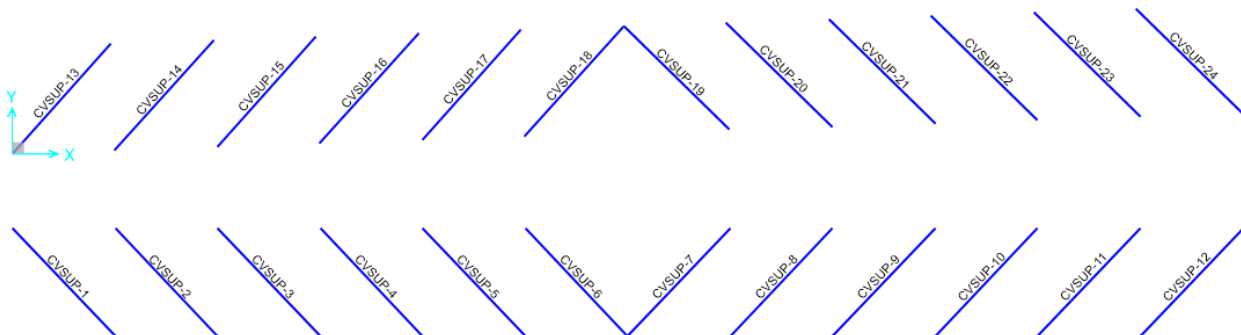


Fig. 82 – Modello FEM: label FRAME diagonali di controvento superiori

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 002	REV. C	FOGLIO 87 di 134

COMBINAZIONI - SLU			COMBINAZIONI - SLU		
Frame	Trazione	Compressione	Frame	Trazione	Compressione
	N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]
CVSUP-1	10	-63	CVSUP-13	73	-15
CVSUP-2	0	-157	CVSUP-14	0	-95
CVSUP-3	0	-226	CVSUP-15	0	-174
CVSUP-4	0	-264	CVSUP-16	0	-225
CVSUP-5	0	-266	CVSUP-17	0	-239
CVSUP-6	0	-280	CVSUP-18	0	-267
CVSUP-7	0	-292	CVSUP-19	0	-303
CVSUP-8	0	-276	CVSUP-20	0	-272
CVSUP-9	0	-272	CVSUP-21	0	-257
CVSUP-10	0	-230	CVSUP-22	0	-200
CVSUP-11	0	-157	CVSUP-23	0	-113
CVSUP-12	18	-57	CVSUP-24	84	-17

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

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4.640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 303$ kN (CVSUP-19 L=3975 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 84$ kN (CVSUP-24 L=3975 mm)
- Bulloni M27 cl.10.9: n°4
- Area netta = 4.090 mm²
- Piastra di nodo spessore 12 mm ($e_1 = 60$ mm)

- Forza massima sul singolo bullone $F_{Ed} = 76$ kN
- Resistenza a rifollamento della piastra $F_{b,Rd,p} = 240$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,32$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare $F_{b,Rd,L} = 200$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,38$ verifica soddisfatta
- Resistenza a taglio del singolo bullone $F_{V,Rd} = 220$ kN > F_{Ed} → $\Delta = 0,35$ verifica soddisfatta
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1483$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,06$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 3,975$ m → $\lambda_Y = 111$
- Lunghezza $L_{0Z} = 0,8 \times 3,975 = 3,18$ m → $\lambda_{z,eq} = 83$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 553$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,55$ verifica soddisfatta

APPALTATORE: Consorzio <u>Soci</u> HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI	ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandataria <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 002 REV. C FOGLIO 88 di 134					

10.5.2 DIAGONALI DI CONTROVENTO INFERIORI

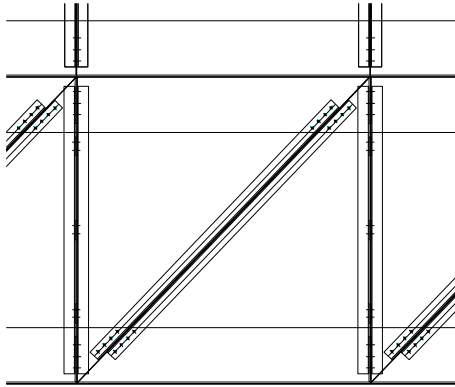


Fig. 83 – Pianta di controvento inferiore

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

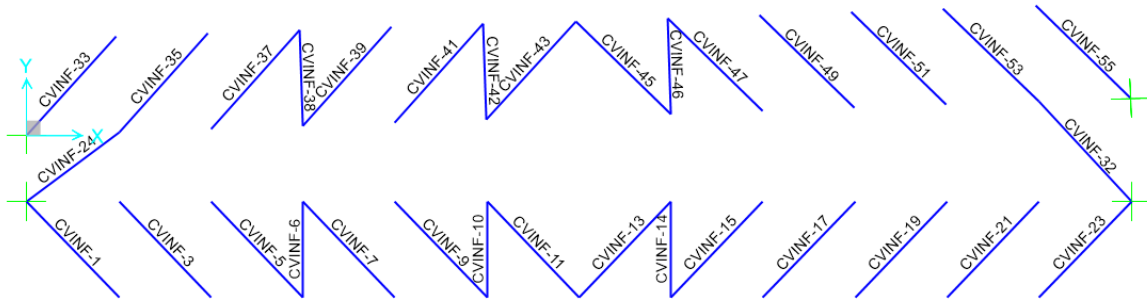


Fig. 84 – Modello FEM: label FRAME diagonali di controvento inferiori

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 002	REV. C	FOGLIO 89 di 134	

COMBINAZIONI - SLU						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]
CVINF-1	449	-424	CVINF-32	381	-464	CVINF-1	530	-567	CVINF-32	312	-338
CVINF-3	401	-320	CVINF-33	384	-577	CVINF-3	322	-339	CVINF-33	297	-466
CVINF-5	358	-218	CVINF-35	329	-449	CVINF-5	287	-285	CVINF-35	283	-422
CVINF-7	423	-21	CVINF-37	292	-308	CVINF-7	285	-79	CVINF-37	247	-341
CVINF-9	269	-78	CVINF-39	361	-66	CVINF-9	220	-196	CVINF-39	252	-111
CVINF-11	360	0	CVINF-41	238	-110	CVINF-11	226	-11	CVINF-41	203	-216
CVINF-13	397	0	CVINF-43	362	0	CVINF-13	245	0	CVINF-43	213	-6
CVINF-15	297	-56	CVINF-45	387	0	CVINF-15	221	-159	CVINF-45	240	0
CVINF-17	422	-4	CVINF-47	258	-87	CVINF-17	263	-44	CVINF-47	208	-188
CVINF-19	335	-159	CVINF-49	357	-48	CVINF-19	225	-204	CVINF-49	226	-74
CVINF-21	337	-249	CVINF-51	261	-243	CVINF-21	193	-218	CVINF-51	173	-247
CVINF-23	302	-358	CVINF-53	268	-378	CVINF-23	222	-336	CVINF-53	135	-277
CVINF-24	296	-394	CVINF-55	190	-468	CVINF-24	630	-674	CVINF-55	69	-315

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

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = 577 kN (CVINF-33 L=3340 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 530 kN (CVINF-1 L=3340 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN > N_{ED} → Δ = 0,236 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 3,34 m → λ_Y = 93
- Lunghezza L_{0z} = 0,8 x 3,34 = 2,67 m → λ_{z,eq} = 70
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 716 kN > N_{ED} → Δ = 0,81 verifica soddisfatta

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

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = 674 kN (CVINF-24 L=2380 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 630 kN (CVINF-24 L=2380 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN > N_{ED} → Δ = 0,42 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 2,38 m → λ_Y = 66
- Lunghezza L_{0z} = 0,8 x 2,38 = 1,9 m → λ_{z,eq} = 49
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 1043 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°8
- Area netta = 4.090 mm²

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 002	REV. C FOGLIO 90 di 134

- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1498 \text{ kN}$
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 60 \text{ mm}$
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 100 \text{ mm}$

- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 8 \times 220 = 1760 \text{ kN} > N_{t,Rd} \rightarrow \Delta = 0,85$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (si considera lo spessore minore della piattabanda inferiore, ossia $sp = 40 \text{ mm}$):
 $F_{b,Rd,p} = 590 \times 8 = 4720 \text{ kN} > N_{t,Rd} \rightarrow \Delta = 0,32$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
 $F_{b,Rd,L} = 197 \times 8 = 1576 \text{ kN} > N_{t,Rd} \rightarrow \Delta = 0,95$ verifica soddisfatta

10.5.3 DIAFRAMMI

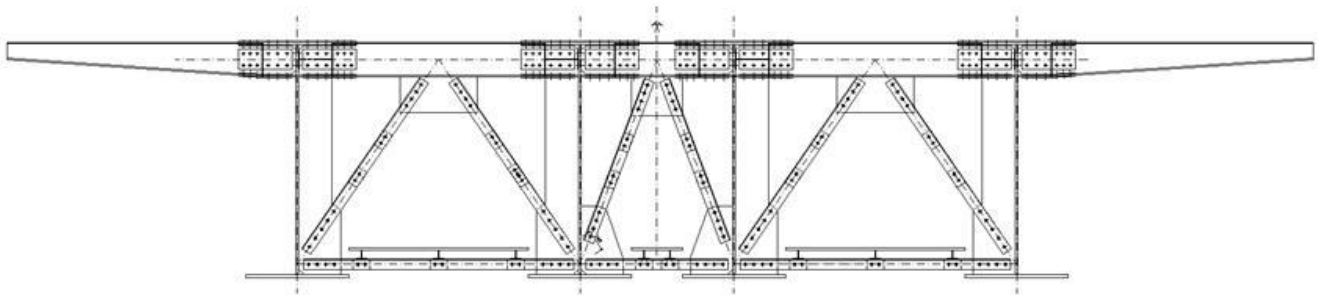


Fig. 85 – Sezione tipica: diaframma tipico

I diaframmi intermedi sono posizionati sia internamente a ciascun cassone, sia tra i due cassoni in modo da collegarli torsionalmente. I diaframmi hanno uno schema a V e sono costituiti da coppie di angolari bullonati agli stiffeners delle travi principali.

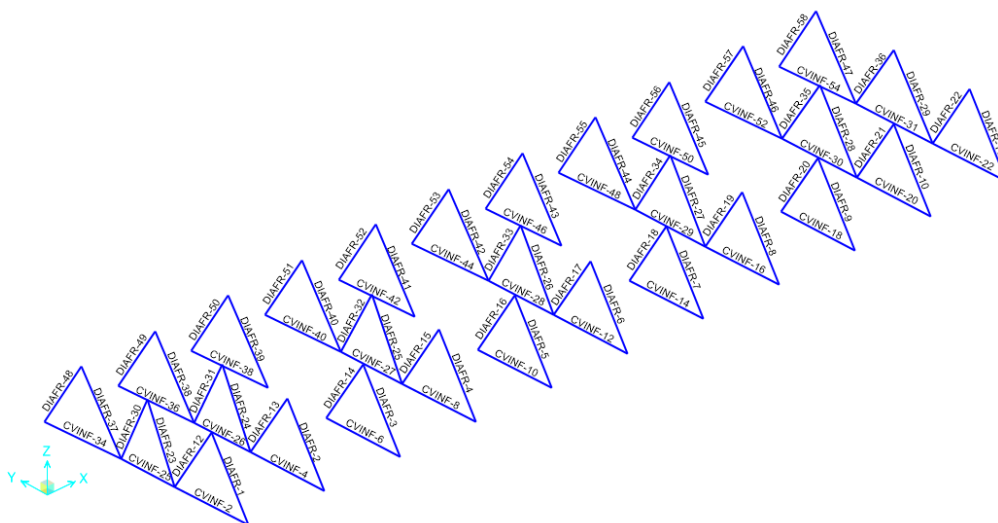


Fig. 86 – Modello FEM: label FRAME

APPALTATORE: Consorzio Soci HIRPINIA - ORSARA AV WEBUILD ITALIA PIZZAROTTI				ITINERARIO NAPOLI – BARI RADDOPPIO TRATTA APICE - ORSARA II LOTTO FUNZIONALE HIRPINIA - ORSARA					
PROGETTAZIONE: Mandatario 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	V10009 002	C	91 di 134

Le massime sollecitazioni calcolate per le aste diagonali sono riportate nelle seguenti tabelle.

COMBINAZIONI - SLU									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]		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]		N [kN]	N [kN]	N [kN]	N [kN]
DIAFR-1	195	-604	DIAFR-20	87	-563	DIAFR-39	110	-673	DIAFR-1	212	-220	DIAFR-20	26	-142	DIAFR-39	76	-193		
DIAFR-2	237	-590	DIAFR-21	74	-602	DIAFR-40	25	-785	DIAFR-2	221	-162	DIAFR-21	23	-184	DIAFR-40	26	-311		
DIAFR-3	188	-607	DIAFR-22	108	-551	DIAFR-41	65	-699	DIAFR-3	148	-143	DIAFR-22	74	-151	DIAFR-41	26	-206		
DIAFR-4	254	-522	DIAFR-23	243	-247	DIAFR-42	24	-731	DIAFR-4	216	-87	DIAFR-23	165	-181	DIAFR-42	33	-299		
DIAFR-5	191	-548	DIAFR-24	248	-306	DIAFR-43	58	-681	DIAFR-5	143	-85	DIAFR-24	87	-135	DIAFR-43	14	-187		
DIAFR-6	219	-551	DIAFR-25	303	-419	DIAFR-44	15	-739	DIAFR-6	195	-92	DIAFR-25	47	-128	DIAFR-44	2	-266		
DIAFR-7	181	-552	DIAFR-26	313	-451	DIAFR-45	90	-609	DIAFR-7	124	-76	DIAFR-26	41	-131	DIAFR-45	33	-125		
DIAFR-8	222	-520	DIAFR-27	315	-442	DIAFR-46	81	-640	DIAFR-8	172	-65	DIAFR-27	40	-128	DIAFR-46	32	-168		
DIAFR-9	142	-594	DIAFR-28	227	-332	DIAFR-47	153	-606	DIAFR-9	80	-99	DIAFR-28	52	-131	DIAFR-47	87	-133		
DIAFR-10	164	-580	DIAFR-29	168	-269	DIAFR-48	219	-641	DIAFR-10	112	-98	DIAFR-29	84	-162	DIAFR-48	194	-199		
DIAFR-11	129	-603	DIAFR-30	193	-307	DIAFR-49	253	-617	DIAFR-11	105	-158	DIAFR-30	131	-200	DIAFR-49	222	-172		
DIAFR-12	104	-628	DIAFR-31	231	-325	DIAFR-50	196	-638	DIAFR-12	118	-246	DIAFR-31	80	-144	DIAFR-50	138	-151		
DIAFR-13	74	-678	DIAFR-32	304	-409	DIAFR-51	259	-557	DIAFR-13	78	-287	DIAFR-32	57	-129	DIAFR-51	201	-93		
DIAFR-14	99	-615	DIAFR-33	312	-442	DIAFR-52	194	-581	DIAFR-14	66	-205	DIAFR-33	48	-133	DIAFR-52	126	-91		
DIAFR-15	15	-727	DIAFR-34	312	-437	DIAFR-53	202	-569	DIAFR-15	23	-327	DIAFR-34	43	-133	DIAFR-53	178	-101		
DIAFR-16	55	-641	DIAFR-35	229	-328	DIAFR-54	177	-579	DIAFR-16	23	-225	DIAFR-35	53	-129	DIAFR-54	111	-85		
DIAFR-17	26	-689	DIAFR-36	194	-261	DIAFR-55	220	-547	DIAFR-17	30	-316	DIAFR-36	97	-149	DIAFR-55	161	-74		
DIAFR-18	53	-625	DIAFR-37	109	-699	DIAFR-56	146	-627	DIAFR-18	12	-205	DIAFR-37	123	-251	DIAFR-56	67	-108		
DIAFR-19	17	-691	DIAFR-38	80	-741	DIAFR-57	170	-619	DIAFR-19	0	-280	DIAFR-38	90	-287	DIAFR-57	101	-108		
						DIAFR-58	151	-683							DIAFR-58	82	-157		

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

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = 785 kN (D-40 L=1900 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 259 kN (D-51 L=1900 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN > N_{ED} → Δ = 0,17 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 1,9 m → λ_Y = 53
- Lunghezza L_{0Z} = 1,9 m → λ_{Z, eq} = 45
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 1206 kN > N_{ED} → Δ = 0,65 verifica soddisfatta

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

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione N_{ED} = 451 kN (D-26 L=1770 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione N_{ED} = 315 kN (D-27 L=1770 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione N_{t,Rd} = 1483 kN > N_{ED} → Δ = 0,21 verifica soddisfatta
- Lunghezza L_{0Y} = 1,68 m → λ_Y = 49
- Lunghezza L_{0Z} = 1,68 m → λ_{Z, eq} = 42
- Resistenza all'instabilità N_{b,Rd} = 1245 kN > N_{ED} → Δ = 0,36 verifica soddisfatta

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

- Bulloni M27 cl.10.9: n°4

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 002	REV. C	FOGLIO 92 di 134

- Area netta = 4.090 mm²
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1498$ 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
- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 2 \times 4 \times 220 = 1760$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,85$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra ($sp = 16$ mm):
 $F_{b,Rd,p} = 414 \times 4 = 1656$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,90$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
 $F_{b,Rd,L} = 197 \times 4 \times 2 = 1576$ kN > $N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,95$ verifica soddisfatta

Le massime sollecitazioni calcolate per le aste orizzontali sono riportate nelle seguenti tabelle.

COMBINAZIONI - SLU						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]
CVINF-2	66	-489	CVINF-36	32	-545	CVINF-2	35	-397	CVINF-36	0	-416
CVINF-4	0	-601	CVINF-38	56	-442	CVINF-4	0	-437	CVINF-38	0	-332
CVINF-6	28	-486	CVINF-40	0	-694	CVINF-6	0	-333	CVINF-40	0	-664
CVINF-8	0	-737	CVINF-42	0	-477	CVINF-8	0	-657	CVINF-42	0	-428
CVINF-10	0	-494	CVINF-44	0	-782	CVINF-10	0	-412	CVINF-44	0	-768
CVINF-12	0	-805	CVINF-46	0	-488	CVINF-12	0	-749	CVINF-46	0	-425
CVINF-14	0	-508	CVINF-48	0	-681	CVINF-14	0	-423	CVINF-48	0	-631
CVINF-16	0	-725	CVINF-50	51	-429	CVINF-16	0	-641	CVINF-50	0	-315
CVINF-18	20	-478	CVINF-52	58	-487	CVINF-18	0	-335	CVINF-52	0	-369
CVINF-20	8	-546	CVINF-54	70	-280	CVINF-20	0	-397	CVINF-54	0	-206
CVINF-22	72	-386				CVINF-22	0	-280			
CVINF-25	0	-462				CVINF-25	0	-458			
CVINF-26	0	-684				CVINF-26	0	-761			
CVINF-27	0	-996				CVINF-27	0	-1145			
CVINF-28	0	-1148				CVINF-28	0	-1176			
CVINF-29	0	-913				CVINF-29	0	-1039			
CVINF-30	0	-536				CVINF-30	0	-608			
CVINF-31	5	-315				CVINF-31	12	-311			
CVINF-34	72	-422				CVINF-34	0	-272			

Per le aste orizzontali inferiori, la verifica sull'asta maggiormente sollecitata risulta:

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4.640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 1176$ kN (CVINF-28 L=2285 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 12$ kN (CVINF-31 L=2285 mm)
- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1483$ kN > N_{ED} → $\Delta = 0,01$ 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 002	REV. C	FOGLIO 93 di 134

- Lunghezza $L_{0Y} = 0,8 \times 2,285 = 1,828 \text{ m}$ → $\lambda_Y = 51$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,285 \text{ m}$ → $\lambda_{z,eq} = 54$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1199 \text{ kN} > N_{ED}$ → $\Delta = 0,98$ verifica soddisfatta

- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 1145 \text{ kN}$ (CVINF-27 L=2100 mm)
- Lunghezza $L_{0Y} = 0,8 \times 2,1 = 1,68 \text{ m}$ → $\lambda_Y = 51$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,1 \text{ m}$ → $\lambda_{z,eq} = 54$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1246 \text{ kN} > N_{ED}$ → $\Delta = 0,92$ verifica soddisfatta

- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 1039 \text{ kN}$ (CVINF-29 L=2470 mm)
- Lunghezza $L_{0Y} = 0,8 \times 2,47 = 1,976 \text{ m}$ → $\lambda_Y = 51$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,47 \text{ m}$ → $\lambda_{z,eq} = 54$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 1148 \text{ kN} > N_{ED}$ → $\Delta = 0,91$ verifica soddisfatta

- Profilo: 2L120x120x10
- Materiale: S355
- Area (lorda) = 4.640 mm²
- Sollecitazione assiale di compressione $N_{ED} = 805 \text{ kN}$ (CVINF-12 L=2740 mm)
- Sollecitazione assiale di trazione $N_{ED} = 72 \text{ kN}$ (CVINF-22 L=2740 mm)

- Resistenza di calcolo a trazione $N_{t,Rd} = 1483 \text{ kN} > N_{ED}$ → $\Delta = 0,001$ verifica soddisfatta
- Lunghezza $L_{0Y} = 2,74 \text{ m}$ → $\lambda_Y = 76$
- Lunghezza $L_{0Z} = 2,74 \text{ m}$ → $\lambda_{z,eq} = 64$
- Resistenza all'instabilità $N_{b,Rd} = 914 \text{ kN} > N_{ED}$ → $\Delta = 0,88$ 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 $N_{t,Rd} = 1498 \text{ kN}$
- Distanza minima dal bordo libero sulla piastra: $e_1 = 80 \text{ mm}$
- Distanza minima dal bordo libero sul profilo: $e_1 = 60 \text{ mm}$
- Interasse dei bulloni: $p_1 = 100 \text{ mm}$

- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 2 \times 4 \times 220 = 1760 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,85$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento della piastra (sp = 16mm):
 $F_{b,Rd,p} = 414 \times 4 = 1656 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,90$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento dell'angolare:
- $F_{b,Rd,L} = 197 \times 4 \times 2 = 1576 \text{ kN} > N_{t,Rd}$ → $\Delta = 0,95$ verifica soddisfatta

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 002	REV. C	FOGLIO 94 di 134

10.5.4 TRAVERSI

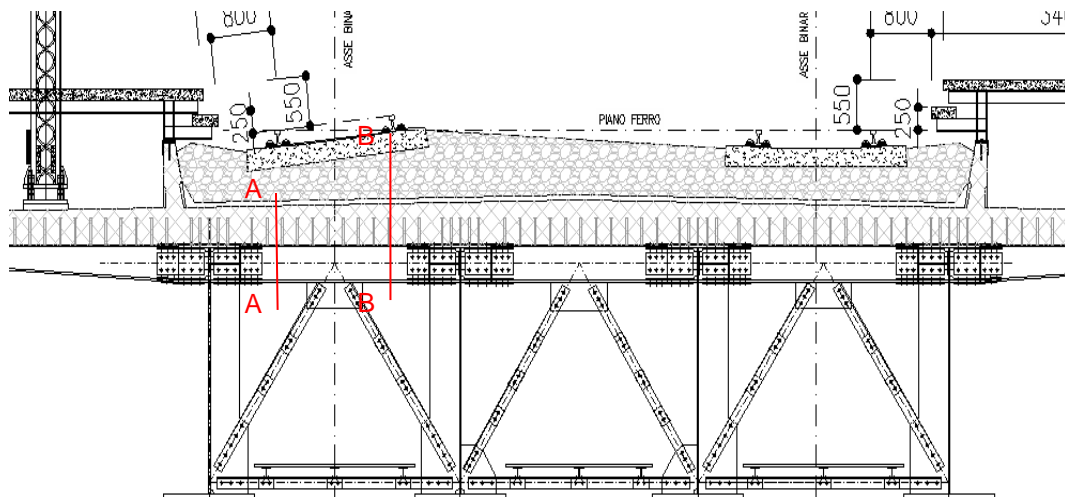


Fig. 87 - Sezione tipica impalcato

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 ($L = 5 \times 3,165 = 15,83m$). 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 (2L120x10) 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: 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 002	REV. C	FOGLIO 95 di 134

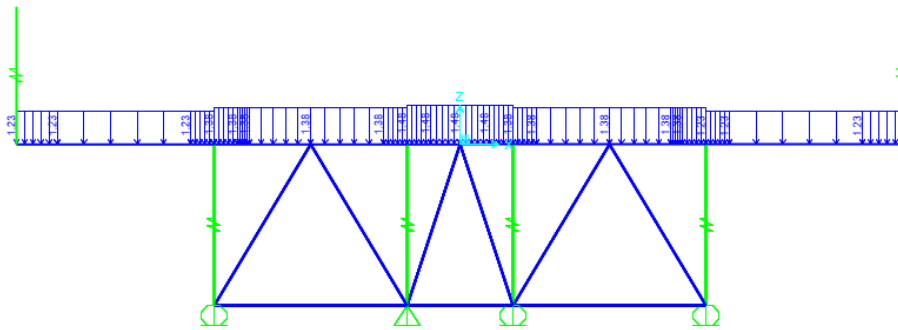


Fig. 88 – Modello Fase I (peso proprio della soletta applicato come carico uniformemente distribuito)

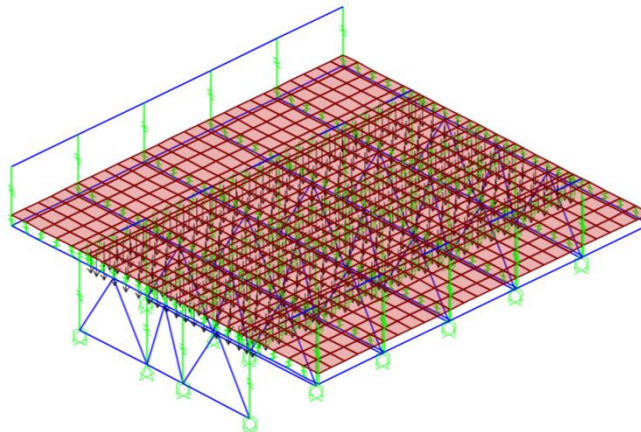


Fig. 89 – Modello Fase II (peso del ballast applicato come pressione uniforme sulla soletta)

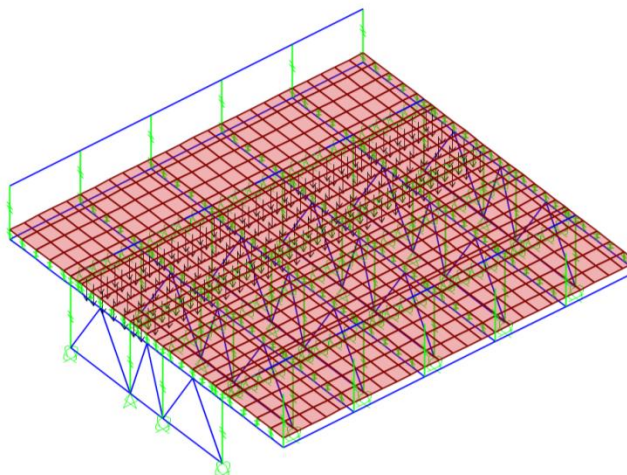


Fig. 90 – Modello Fase III (carico verticale del treno applicato come pressione uniforme su una larghezza pari a 4,3m)

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 002	REV. C	FOGLIO 96 di 134

Nella tabella seguente si riportano i parametri di sollecitazione nel traverso in corrispondenza delle sezioni A-A e B-B (Fig. 87).

Sezione A-A								
		N [kN]	M [kNm]	V [kN]	Coeff. SLU	N [kN]	M [kNm]	V [kN]
P.P. acciaio+cls	Fase I	0	-155	108	1,35	0	-210	146
Permanenti	Fase II	0	-52	30	1,5	0	-78	45
Folla	Fase III	0	-10	6	1,5	0	-15,5	9
Vento	Fase III	-76	-6	0	1,5	-114	-9	0
Totale						-114	-313	200

Le tensioni nel profilo risultano:

$$\sigma_{sup} = -210 \times 1000 / 17.088 - 313 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = +124 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,37$$

$$\sigma_{inf} = -210 \times 1000 / 17.088 - 313 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -137 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,41$$

$$\tau_{max} = 28 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,14$$

$$\sigma_{id} = 136 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,40$$

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	5	0	1,35	0	6,8	0,
Permanenti	Fase II	-49	1	10	1,50	-74	1,5	15
Treno	Fase III	-24 (*)	2,4	0	1,45x2,0	-70	7,0	0
Serpeggiamento	Fase III	-18 (*)	1	0	1,45	-26	1,5	0
Totale						-170	16,8	15

(*) 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:

$$\sigma_{sup} = -170 \times 1000 / 17.088 + 17 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -17 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,05$$

$$\sigma_{inf} = -170 \times 1000 / 17.088 + 17 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -3 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,01$$

$$\tau_{max} = 3 \text{ MPa} < 195 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,02$$

$$\sigma_{id} = 817 \text{ MPa} < f_y / 1,05 = 338 \text{ MPa} \quad \rightarrow \Delta = 0,05$$

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 0,3 mm, valore assolutamente trascurabile.

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						
PROGETTO ESECUTIVO	COMMESSA IF3A	LOTTO 02	CODIFICA E ZZ CL	DOCUMENTO VI0009 002	REV. C	FOGLIO 97 di 134

10.5.4.1 VERIFICA DEL GIUNTO BULLONATO DEL TRAVERSO

La tensione massima calcolata nel profilo del traverso secondo la combinazione di carichi agli Stati Limite Ultimi risulta pari a circa il 40% della tensione limite di snervamento dell'acciaio.

A favore di sicurezza, si verifica il giunto bullonato di collegamento del traverso alle travi principali a completo ripristino di resistenza della sezione in acciaio.

Le caratteristiche geometriche del profilo sono:

- altezza H = 400 mm
- larghezza piattabande (sup. e inf) B = 350 mm
- spessore piattabande (sup e inf) t = 16mm
- spessore anima t = 16 mm
- Area totale del profilo A = 17088 mm²
- Inerzia J = 4,8x108 mm⁴

La sollecitazione massima nelle piattabande risulta:

$$N = (17088 - 368 \times 16) / 2 \times 355 / 1,05 = 1893 \text{ kN}$$

- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 2 \times 6 \times 174 = 2088 \text{ kN} > N = 1893$ → $\Delta = 0,91$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento del coprigiunto (sp.16mm):
 $F_{b,Rd,p} = 326 \times 6 \times 2 = 3912 \text{ kN} > N = 1893$ → $\Delta = 0,48$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento del profilo:
 $F_{b,Rd,p} = 326 \times 6 = 1956 \text{ kN} > N = 1893$ → $\Delta = 0,97$ verifica soddisfatta

La sollecitazione massima nell'anima risulta:

$$N = (368 \times 16) \times 355 / 1,05 = 1990 \text{ kN}$$

- Resistenza a taglio dei bulloni:
 $F_{V,Rd} = 2 \times 6 \times 174 = 2088 \text{ kN} > N = 1990$ → $\Delta = 0,95$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento del coprigiunto (sp.16mm):
 $F_{b,Rd,p} = 245 \times 6 \times 2 = 2940 \text{ kN} > N = 1990$ → $\Delta = 0,68$ verifica soddisfatta
- Resistenza a rifollamento del gruppo di bulloni nell'anima del profilo:
 $F_{b,Rd,p} = 2002 \text{ kN} > N = 1991$ → $\Delta = 0,99$ 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 002	REV. C	FOGLIO 98 di 134

10.5.5 VERIFICA DEL DIAFRAMMA DI TESTA

Si verifica il diaframma di testa considerando la massima sollecitazione tagliante calcolata, che risulta pari a 1957 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:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w \cdot f_{yw} \cdot h_w \cdot t}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M1}} = \frac{0,80 \cdot 355 \cdot 2680 \cdot 30}{\sqrt{3} \cdot 1,1} = 11.967 \text{ kN} \gg 1957 \text{ kN} \quad \rightarrow \Delta = 0,16 \text{ verifica soddisfatta}$$

Dove il parametro χ_w è definito dalla tabella C4.2.VII della normativa italiana (Fig. 91) 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. 91 - Tabella C4.2.VII del DM 2018

Nel caso in esame risulta:

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

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

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

$$\eta = 1,2$$

$$0,69 < \lambda_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = 1,04 < 1,08 \quad \rightarrow \chi_w = 0,83 / \lambda_w = 0,80$$

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 002	REV. C	FOGLIO 99 di 134

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
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,06$ 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 doppio binario, i valori tensionali sono calcolati considerando ambedue i binari caricati con il modello LM71; la contemporaneità dei transiti è tenuta in considerazione tramite il coefficiente riduttivo λ_4 .

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. 92 – 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 002	REV. C	FOGLIO 100 di 134

Per stati tensionali provenienti da sollecitazioni di flessione $L = 38 \text{ m}$ e quindi $\lambda_1 = 0,64$. Per stati tensionali provenienti da sollecitazioni taglianti, $L = 38 \text{ m}$ nelle sezioni di mezzzeria ($\lambda_1 = 0,64$) ed $L = 0,4 \times 38\text{m} = 15\text{m}$ nelle sezioni in appoggio ($\lambda_1 = 0,76$).

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. 93 – 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. 94 – Valori di λ_3 – vita utile a fatica

λ_4 tiene conto della contemporaneità dei convogli tramite il fattore $n = 0,33$ (corrisponde alla percentuale dei treni che si incrociano sul ponte) e si calcola come:

$$\lambda_4 = \sqrt[5]{n + (1-n) \cdot (a^5 + (1-a)^5)}$$

Dove a è il rapporto tra l'intervallo di tensione $\Delta\sigma_1$ ottenuto con il modello di carico su un solo binario e l'intervallo di tensione ottenuto con il modello di carico su due binari $\Delta\sigma_{1+2}$, calcolati nella medesima sezione.

Il fattore totale λ risulta pertanto pari a $\lambda_1 \times 1,0 \times 1,0 \times \lambda_4$.

APPALDATTORE: 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 002	REV. C	FOGLIO 101 di 134

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

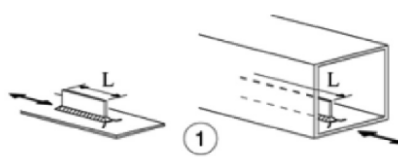
Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80 (a) 71 (b) 63 (c) 56 (d)		Attacchi saldati longitudinali 1) La classe del dettaglio dipende dalla lunghezza dell'attacco (a) $L \leq 50$ mm (b) $50 < L \leq 80$ mm (c) $80 < L \leq 100$ mm (d) $L > 100$ mm	Spessore dell'attacco minore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

Fig. 95 – 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.

- $\Delta\sigma_1 = 6.16$ MPa
- $\Delta\sigma_2 = 8.59$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 14.75$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,83 = 0,53$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,06$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 8.26$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 34.88$
- $\Delta = 0,24$

→ verifica 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 002	REV. C	FOGLIO 102 di 134

DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.			DETT.56: RIB - ANIMA SUP.		
FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio
1	C01	0.00	23	C04	0.21	45	C03	0.18
1	C01	0.00	23	C04	0.23	45	C03	0.13
2	C01	0.01	24	C04	0.23	46	C03	0.13
2	C01	0.04	24	C04	0.23	46	C03	0.07
3	C01	0.04	25	C04	0.23	47	C03	0.08
3	C01	0.07	25	C04	0.23	47	C03	0.01
4	C01	0.07	26	C04	0.23	48	C03	0.00
4	C01	0.09	26	C04	0.21	48	C03	0.00
5	C01	0.09	27	C04	0.21	49	C01	0.00
5	C01	0.10	27	C04	0.19	49	C01	0.00
6	C02	0.11	28	C03	0.18	50	C01	0.01
6	C02	0.11	28	C03	0.17	50	C01	0.04
7	C02	0.11	29	C03	0.17	51	C01	0.04
7	C02	0.12	29	C03	0.13	51	C01	0.07
8	C02	0.12	30	C03	0.13	52	C01	0.07
8	C02	0.13	30	C03	0.07	52	C01	0.09
9	C02	0.13	31	C03	0.08	53	C01	0.09
9	C02	0.12	31	C03	0.01	53	C01	0.10
10	C02	0.12	32	C03	0.00	54	C02	0.11
10	C02	0.12	32	C03	0.00	54	C02	0.12
11	C02	0.12	33	C03	0.00	55	C02	0.12
11	C02	0.11	33	C03	0.00	55	C02	0.13
12	C01	0.10	34	C03	0.01	56	C02	0.13
12	C01	0.09	34	C03	0.08	56	C02	0.13
13	C01	0.09	35	C03	0.07	57	C02	0.13
13	C01	0.07	35	C03	0.14	57	C02	0.13
14	C01	0.07	36	C03	0.13	58	C02	0.13
14	C01	0.04	36	C03	0.18	58	C02	0.12
15	C01	0.04	37	C03	0.17	59	C02	0.12
15	C01	0.01	37	C03	0.19	59	C02	0.11
16	C01	0.00	38	C04	0.19	60	C01	0.10
16	C01	0.00	38	C04	0.21	60	C01	0.09
17	C03	0.00	39	C04	0.21	61	C01	0.09
17	C03	0.00	39	C04	0.23	61	C01	0.07
18	C03	0.01	40	C04	0.23	62	C01	0.07
18	C03	0.08	40	C04	0.24	62	C01	0.04
19	C03	0.07	41	C04	0.24	63	C01	0.04
19	C03	0.13	41	C04	0.23	63	C01	0.01
20	C03	0.13	42	C04	0.23	64	C01	0.00
20	C03	0.17	42	C04	0.21	64	C01	0.00
21	C03	0.17	43	C04	0.21	0	0	0.00
21	C03	0.18	43	C04	0.19	0	0	0.00
22	C04	0.19	44	C03	0.19	0	0	0.00
22	C04	0.21	44	C03	0.17	0	0	0.00

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 002	REV. C	FOGLIO 103 di 134

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. 96 – 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.

- $\Delta\sigma_1 = 12.64$ MPa
- $\Delta\sigma_2 = 41.16$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 53.8$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,87 = 0,56$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,06$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 31.85$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_c}{\gamma_{Mf}} = 46.76$
- $\Delta = 0,68$ → 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 002	REV. C	FOGLIO 104 di 134

DETT.71: STIFFENER - ANIMA INF.			DETT.71: STIFFENER - ANIMA INF.			DETT.71: STIFFENER - ANIMA INF.		
FRAME		ratio	FRAME		ratio	FRAME		ratio
1	C01	0.00	23	C04	0.49	45	C03	0.48
1	C01	0.00	23	C04	0.54	45	C03	0.35
2	C01	0.00	24	C04	0.52	46	C03	0.36
2	C01	0.21	24	C04	0.54	46	C03	0.20
3	C01	0.21	25	C04	0.54	47	C03	0.21
3	C01	0.37	25	C04	0.53	47	C03	0.03
4	C01	0.38	26	C04	0.54	48	C03	0.00
4	C01	0.51	26	C04	0.49	48	C03	0.00
5	C01	0.51	27	C04	0.50	49	C01	0.00
5	C01	0.56	27	C04	0.46	49	C01	0.00
6	C02	0.51	28	C03	0.50	50	C01	0.00
6	C02	0.56	28	C03	0.46	50	C01	0.23
7	C02	0.57	29	C03	0.47	51	C01	0.22
7	C02	0.62	29	C03	0.35	51	C01	0.40
8	C02	0.63	30	C03	0.36	52	C01	0.40
8	C02	0.65	30	C03	0.20	52	C01	0.54
9	C02	0.65	31	C03	0.21	53	C01	0.54
9	C02	0.63	31	C03	0.02	53	C01	0.59
10	C02	0.62	32	C03	0.00	54	C02	0.54
10	C02	0.57	32	C03	0.00	54	C02	0.59
11	C02	0.57	33	C03	0.00	55	C02	0.60
11	C02	0.52	33	C03	0.00	55	C02	0.65
12	C01	0.56	34	C03	0.24	56	C02	0.66
12	C01	0.52	34	C03	0.22	56	C02	0.68
13	C01	0.52	35	C03	0.21	57	C02	0.68
13	C01	0.39	35	C03	0.36	57	C02	0.66
14	C01	0.38	36	C03	0.34	58	C02	0.66
14	C01	0.21	36	C03	0.47	58	C02	0.60
15	C01	0.21	37	C03	0.46	59	C02	0.60
15	C01	0.00	37	C03	0.50	59	C02	0.55
16	C01	0.00	38	C04	0.46	60	C01	0.60
16	C01	0.00	38	C04	0.50	60	C01	0.55
17	C03	0.00	39	C04	0.49	61	C01	0.55
17	C03	0.00	39	C04	0.54	61	C01	0.41
18	C03	0.28	40	C04	0.53	62	C01	0.41
18	C03	0.25	40	C04	0.54	62	C01	0.23
19	C03	0.22	41	C04	0.54	63	C01	0.23
19	C03	0.36	41	C04	0.53	63	C01	0.00
20	C03	0.34	42	C04	0.54	64	C01	0.00
20	C03	0.47	42	C04	0.50	64	C01	0.00
21	C03	0.46	43	C04	0.51	0	0	0.00
21	C03	0.49	43	C04	0.46	0	0	0.00
22	C04	0.45	44	C03	0.50	0	0	0.00
22	C04	0.50	44	C03	0.46	0	0	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 002	REV. C	FOGLIO 105 di 134

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. 97 – 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.

- $\Delta\sigma_1 = 12.28$ MPa
- $\Delta\sigma_2 = 43.12$ MPa
- $\Delta\sigma_{1+2} = 55.4$ MPa
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,8 = 0,56$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi - 0,2}} + 0,82 = 1,06$
- $\Delta\sigma_{Ed} = 33.0$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 49.83$
- $\Delta = 0,66$ → verifica soddisfatta

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 002	REV. C	FOGLIO 106 di 134

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
1	C01	0.00	23	C04	0.47	45	C03	0.48
1	C01	0.00	23	C04	0.52	45	C03	0.34
2	C01	0.00	24	C04	0.51	46	C03	0.36
2	C01	0.20	24	C04	0.52	46	C03	0.19
3	C01	0.20	25	C04	0.52	47	C03	0.22
3	C01	0.36	25	C04	0.51	47	C03	0.01
4	C01	0.37	26	C04	0.52	48	C03	0.00
4	C01	0.49	26	C04	0.47	48	C03	0.00
5	C01	0.50	27	C04	0.48	49	C01	0.00
5	C01	0.54	27	C04	0.44	49	C01	0.00
6	C02	0.49	28	C03	0.49	50	C01	0.01
6	C02	0.54	28	C03	0.45	50	C01	0.22
7	C02	0.54	29	C03	0.46	51	C01	0.22
7	C02	0.59	29	C03	0.34	51	C01	0.39
8	C02	0.60	30	C03	0.35	52	C01	0.39
8	C02	0.62	30	C03	0.20	52	C01	0.53
9	C02	0.62	31	C03	0.20	53	C01	0.53
9	C02	0.61	31	C03	0.02	53	C01	0.58
10	C02	0.60	32	C03	0.00	54	C02	0.52
10	C02	0.55	32	C03	0.00	54	C02	0.57
11	C02	0.54	33	C03	0.00	55	C02	0.58
11	C02	0.50	33	C03	0.00	55	C02	0.63
12	C01	0.55	34	C03	0.26	56	C02	0.64
12	C01	0.51	34	C03	0.21	56	C02	0.66
13	C01	0.50	35	C03	0.22	57	C02	0.66
13	C01	0.38	35	C03	0.35	57	C02	0.64
14	C01	0.37	36	C03	0.34	58	C02	0.64
14	C01	0.21	36	C03	0.46	58	C02	0.58
15	C01	0.21	37	C03	0.45	59	C02	0.58
15	C01	0.00	37	C03	0.49	59	C02	0.53
16	C01	0.00	38	C04	0.44	60	C01	0.59
16	C01	0.00	38	C04	0.49	60	C01	0.54
17	C03	0.00	39	C04	0.48	61	C01	0.54
17	C03	0.00	39	C04	0.53	61	C01	0.40
18	C03	0.25	40	C04	0.51	62	C01	0.40
18	C03	0.26	40	C04	0.53	62	C01	0.22
19	C03	0.20	41	C04	0.54	63	C01	0.23
19	C03	0.35	41	C04	0.51	63	C01	0.01
20	C03	0.33	42	C04	0.53	64	C01	0.00
20	C03	0.46	42	C04	0.48	64	C01	0.00
21	C03	0.45	43	C04	0.50	0	0	0.00
21	C03	0.48	43	C04	0.45	0	0	0.00
22	C04	0.44	44	C03	0.49	0	0	0.00
22	C04	0.48	44	C03	0.45	0	0	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 002	REV. C	FOGLIO 107 di 134

10.6.4 Dettaglio 80: saldature a cordoni d'angolo

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
80		8) Cordoni d'angolo continui soggetti a sforzi di sconnessione, quali quelli di composizione tra anima e piattabanda in travi composte saldate 9) Giunzioni a sovrapposizione a cordoni d'angolo soggette a tensioni tangenziali	8) $\Delta\tau$ deve essere calcolato in riferimento alla sezione di gola del cordone 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

Fig. 98 – 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.

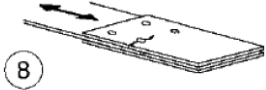
- $\Delta\tau_1 = 2.27 \text{ MPa}$
- $\Delta\tau_2 = 16.38 \text{ MPa}$
- $\Delta\tau_{1+2} = 18.66 \text{ MPa}$
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,93 = 0,59$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,06$
- $\Delta\tau_{Ed} = 11.72$
- $k_s \cdot \frac{\Delta\tau_C}{\gamma_{Mf}} = 59.26$
- $\Delta = 0,20$

→ 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 002	REV. C	FOGLIO 109 di 134

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.

- $\Delta N_1 = 218 \text{ kN}$
- $\Delta N_2 = 214 \text{ kN}$
- $\Delta \sigma_1 = 47.05 \text{ MPa}$
- $\Delta \sigma_2 = 46.09 \text{ MPa}$
- $\Delta \sigma_{1+2} = 93.14 \text{ MPa}$
- $\lambda = \lambda_1 \cdot \lambda_2 \cdot \lambda_3 \cdot \lambda_4 = 0,64 \times 1,0 \times 1,0 \times 0,82 = 0,53$
- $\Phi_2 = \frac{1,44}{\sqrt{L_\Phi} - 0,2} + 0,82 = 1,06$
- $\Delta \sigma_{Ed} = 51.85$
- $k_s \cdot \frac{\Delta \sigma_C}{\gamma_{Mf}} = 82.96$
- $\Delta = 0,62$

→ verifica soddisfatta

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 002	REV. FOGLIO C 110 di 134

DETT.112: GIUNTO BULLONATO					
ASTA DI CONTROVENTO INFERIORI					
FRAME		ratio	FRAME		ratio
CVINF-1	2 L 120 x 10	0.55	CVINF-28	2 L 120 x 10	0.11
CVINF-2	2 L 120 x 10	0.36	CVINF-29	2 L 120 x 10	0.10
CVINF-3	2 L 120 x 10	0.45	CVINF-30	2 L 120 x 10	0.11
CVINF-4	2 L 120 x 10	0.39	CVINF-31	2 L 120 x 10	0.16
CVINF-5	2 L 120 x 10	0.35	CVINF-32	2 L 120 x 10	0.62
CVINF-6	2 L 120 x 10	0.34	CVINF-33	2 L 120 x 10	0.56
CVINF-7	2 L 120 x 10	0.28	CVINF-34	2 L 120 x 10	0.34
CVINF-8	2 L 120 x 10	0.32	CVINF-35	2 L 120 x 10	0.47
CVINF-9	2 L 120 x 10	0.21	CVINF-36	2 L 120 x 10	0.39
CVINF-10	2 L 120 x 10	0.25	CVINF-37	2 L 120 x 10	0.36
CVINF-11	2 L 120 x 10	0.20	CVINF-38	2 L 120 x 10	0.35
CVINF-12	2 L 120 x 10	0.26	CVINF-39	2 L 120 x 10	0.28
CVINF-13	2 L 120 x 10	0.20	CVINF-40	2 L 120 x 10	0.31
CVINF-14	2 L 120 x 10	0.25	CVINF-41	2 L 120 x 10	0.22
CVINF-15	2 L 120 x 10	0.21	CVINF-42	2 L 120 x 10	0.26
CVINF-16	2 L 120 x 10	0.33	CVINF-43	2 L 120 x 10	0.21
CVINF-17	2 L 120 x 10	0.27	CVINF-44	2 L 120 x 10	0.25
CVINF-18	2 L 120 x 10	0.33	CVINF-45	2 L 120 x 10	0.21
CVINF-19	2 L 120 x 10	0.33	CVINF-46	2 L 120 x 10	0.26
CVINF-20	2 L 120 x 10	0.37	CVINF-47	2 L 120 x 10	0.22
CVINF-21	2 L 120 x 10	0.39	CVINF-48	2 L 120 x 10	0.33
CVINF-22	2 L 120 x 10	0.32	CVINF-49	2 L 120 x 10	0.27
CVINF-23	2 L 120 x 10	0.44	CVINF-50	2 L 120 x 10	0.35
CVINF-24	2 L 120 x 10	0.41	CVINF-51	2 L 120 x 10	0.33
CVINF-25	2 L 120 x 10	0.13	CVINF-52	2 L 120 x 10	0.39
CVINF-26	2 L 120 x 10	0.11	CVINF-53	2 L 120 x 10	0.43
CVINF-27	2 L 120 x 10	0.10	CVINF-54	2 L 120 x 10	0.27
			CVINF-55	2 L 120 x 10	0.43

APPALTATORE: Conorzio 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 002	REV. C	FOGLIO 111 di 134

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 $\phi \Delta \sigma = 1,67 \times 2,4 = 4,0$ MPa.

$$\Delta \sigma_{sup} = -24 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / -2,4 \times 10^6 = -2,4 \text{ MPa}$$

$$\Delta \sigma_{inf} = -24 \times 1000 / 17.088 + 2.4 \times 10^6 / 2,4 \times 10^6 = -0,5 \text{ MPa}$$

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.

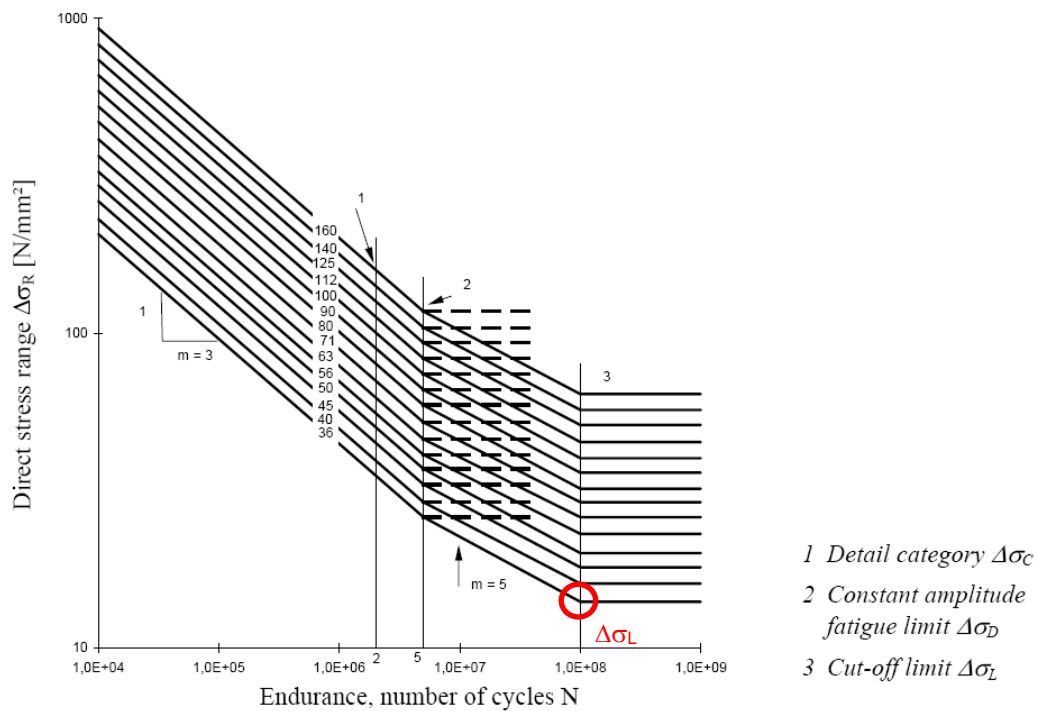


Figure 7.1: Fatigue strength curves for direct stress ranges

Fig. 99 – Curve di fatica N - Δσ

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 002	REV. C	FOGLIO 112 di 134

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 $38000/600 = 63$ 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 21 mm (< 63 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 38m con velocità di progetto 200 km/h, per cui il limite L/δ risulta di 1550 dal grafico di Fig. 100. La freccia limite pertanto risulta di $38000/1550 = 24,5$ mm.

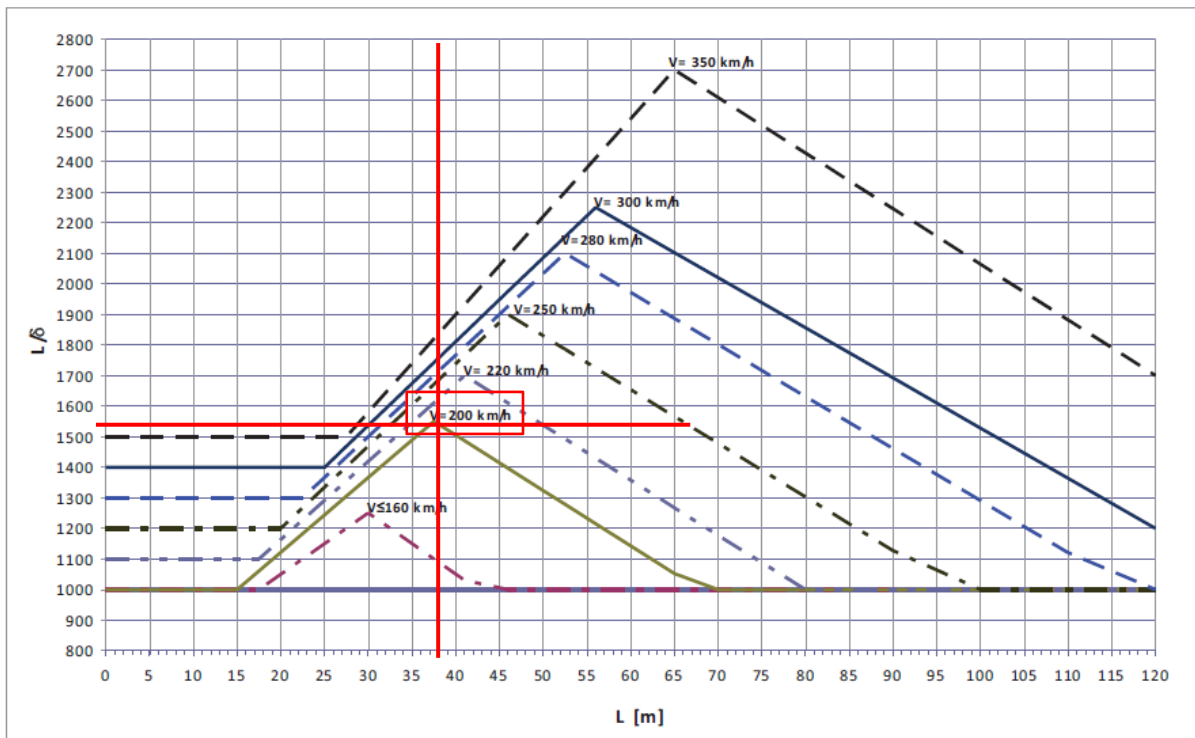


Fig. 100 – Valori del limite di deformabilità L/d per il comfort dei passeggeri (estratto dal manuale di progettazione delle opere civili)

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 15 mm ossia inferiore al limite previsto da normativa (24,5 mm). La verifica è pertanto 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 002	REV. C FOGLIO 113 di 134

10.7.3 Inflessione nel piano orizzontale dell'impalcato

Considerando la presenza del treno di carico LM 71, incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,09$) 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 1,5mm.

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

Il massimo spostamento orizzontale risulta:

$$\delta_{\max} = \frac{L^2}{8 \cdot R} = \frac{38^2}{8 \cdot 6000} = 0,030 \text{ m} = 30 \text{ mm} > 1,5 \text{ mm}$$

Pertanto per $\delta = 1,5 \text{ mm}$, risulta:

- $R = 120.330 \text{ m}$
- $1/R = 0,000008 \ll 0,002 \text{ rad}$

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 LM 71 incrementato con il corrispondente coefficiente dinamico ($\phi = 1,09$) 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 $250/2 = 125 \text{ kN}$ 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 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 002	REV. C	FOGLIO 114 di 134

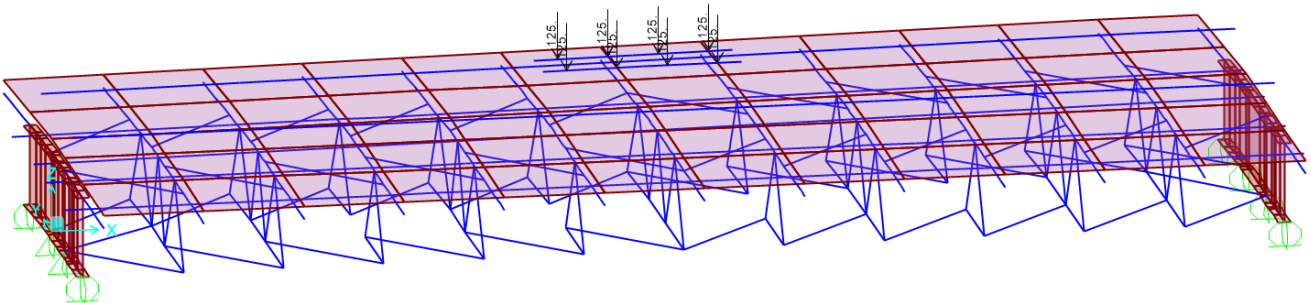


Fig. 102 – Modello FEM: carichi concentrati del treno LM71 - sghebo

Si calcola l'abbassamento differenziale dell'impalcato approssimando i nodi della maglia prevista dal Manuale Rfi (3m x s) con i nodi della mesh del modello FEM. Si considerano pertanto i quattro nodi di intersezione tra due traversi consecutivi (aventi passo 3,165m ≈ 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]	5,7	6,1	4,6	4,4

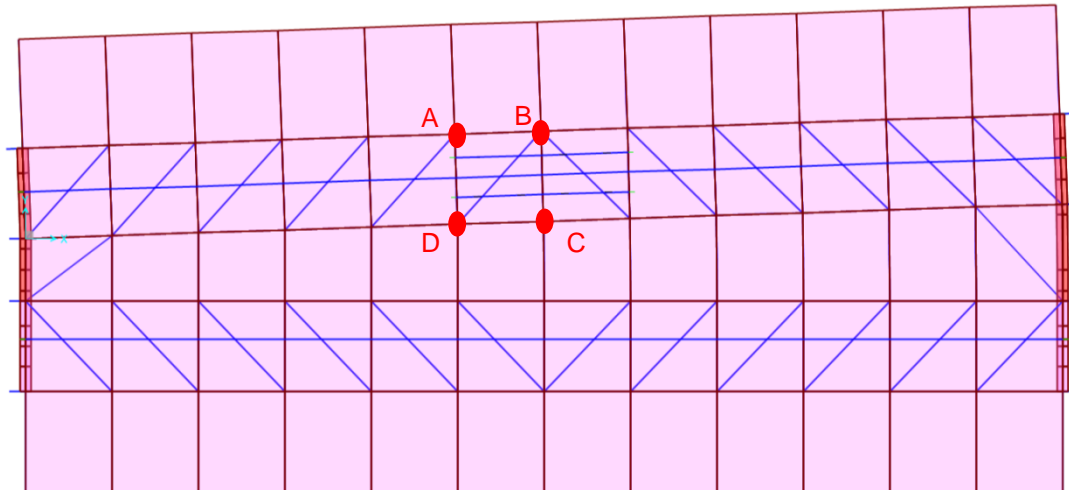


Fig. 103 – Modello FEM: nodi di riferimento nel calcolo dello sghebo

Pur considerando una maglia di dimensioni maggiori rispetto a quella prevista dal Manuale RFI, l'abbassamento differenziale tra i nodi risulta pari a $(6,1 - 4,4) = 1,7$ mm e pertanto lo sghebo risulta implicitamente inferiore al limite di 3mm. La verifica a deformazione torsionale dell'impalcato risulta 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 002	REV. C FOGLIO 115 di 134

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:

$$c_f = f_p + f_r + f_r + 0,25 \times \Phi \times f_s = 49 + 22 + 7 + 0,25 \times 1,09 \times 19 = 84 \text{ mm} \approx 85 \text{ mm}$$

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.

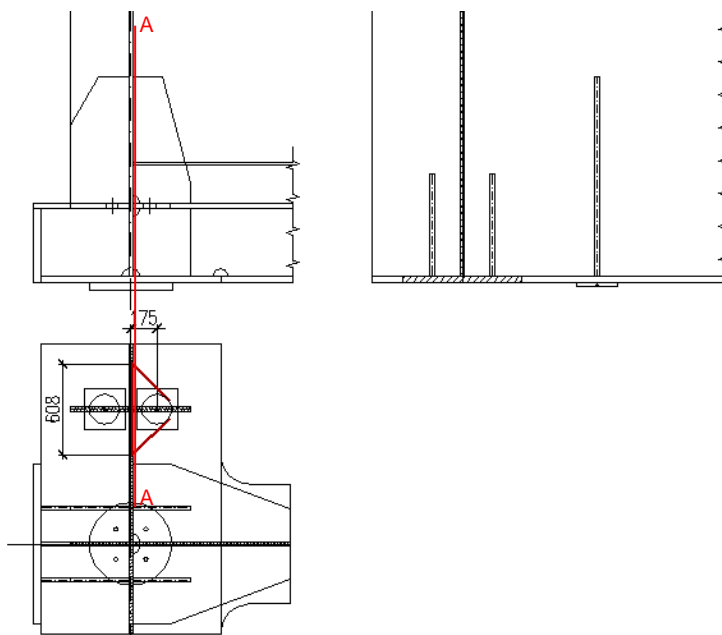


Fig. 104 – Sollevamento per sostituzione apparecchi d'appoggio

In questa fase, il ponte è soggetto solamente ai pesi propri ed ai sovraccarichi permanenti portati.

I martinetti devono essere posizionati sotto le quattro 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 3271 kN

Le sollecitazioni agenti in corrispondenza della sezione A-A di Fig. 104 sono:

- Taglio $V = 3271 \times 1,5 / 2 = 2453 \text{ kN (SLU)}$
- Momento flettente $M = 3271 \times 1,5 / 2 \times 0,175 = 429 \text{ kNm (SLU)}$

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>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 002	REV. C	FOGLIO 116 di 134

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 $\sigma_{sup} = M / W = 26 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $\tau = 2453 \times 1000 / (1335 \times 30) = 61 \text{ MPa}$
- tensione ideale $\sigma_{id} = (26^2 + 3 \times 61^2)^{0.5} = 109 < 355 / 1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,32$ - 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 = $0,7 \times 22 = 15 \text{ mm}$
- gola della saldatura = 11 mm
- altezza saldatura = 1335 mm
- Inerzia $J = 1,30 \times 10^{10} \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{sup} = 1,08 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Modulo $W_{inf} = 2,69 \times 10^7 \text{ mm}^4$
- Tensione nella saldatura (estremo superiore) $n_{sup\perp} = M / W = 40 \text{ MPa}$
- tensione tangenziale $t_{||} = 2453 \times 1000 / (1335 \times 11 \times 2) = 84 \text{ MPa}$
- tensione totale = $(40^2 + 84^2)^{0.5} = 93 < 0,7 \times 355 = 249 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,37$ - verificato

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									

10.10 REAZIONI VINCOLARI

La tabella seguente riassume le reazioni vincolari per le principali condizioni di carico.

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	SLV_LONG	SLV_TRASV	SLV_VERT							
			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							
PILA4	RA1	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	0						
	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	0	0					
	RA1	F3	318	1140	1518	13	1	-114	1221	0	1423	0	0	-134	23	-10	-9	25	-46	11	66	211	221	-155	-211	-220	17	9	44	23	1146	2647	747							
	RA2	F1	0	9	32	6	1	-755	816	-2	966	0	0	-895	-618	-643	-606	-655	4	-18	72	127	142	-66	-125	-143	9	9	23	11	4598	1426	712							
	RA2	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	0	0	0	0			
	RA2	F3	359	867	768	-14	342	-8	898	0	981	0	412	-2	-88	-79	-75	-94	55	-17	113	90	91	-22	-86	-95	11	19	2	5	0	0	0	0	0	0				
	RA3	F1	0	-9	-32	-6	755	-1	2	-816	0	-966	895	0	-636	-687	-648	-675	-4	18	-72	-127	-142	66	125	143	9	9	18	9	4773	785	790							
	RA3	F2	0	-1	-2	0	46	0	0	-49	0	-58	54	0	84	-123	-116	89	0	1	-434	-642	-670	439	646	671	75	75	79	40	847	6645	90							
	RA3	F3	348	855	732	-18	929	0	339	-3	406	0	979	0	-174	-67	-63	-185	27	-2	228	284	295	-141	-285	-294	25	32	23	12	0	0	0	0	0	0	0			
	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	0	0	0	0	0		
	RA4	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	0	0	0	0	0	0	
	RA4	F3	316	1027	1457	19	1128	0	1	-183	0	-220	1339	0	74	-19	-18	78	-36	8	-408	-585	-609	319	585	610	53	61	66	33	1181	2498	673							
PILA 3	RB1	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	0	0	0				
	RB1	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	0	0	0	0	0		
	RB1	F3	367	1285	1619	51	28	-19	1174	0	1376	0	35	-18	42	43	40	45	-39	-18	99	259	246	-174	-242	-249	60	14	48	23	953	2145	768							
	RB2	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	0	0	0	0	0	0	
	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	0	0	0	0	0	0	
	RB2	F3	286	674	609	-77	283	-11	849	0	897	0	340	-4	34	35	33	36	27	32	93	61	83	-19	-78	-79	30	25	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
	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	0	0	0	0	0	0	
	RB3	F2	0	1	2	0	0	-46	49	0	58	0	0	-54	-84	123	116	-89	0	-1	-426	-625	-646	421	622	645	100	100	81	41	852	6133	79							
	RB3	F3	372	932	746	11	941	0	364	-11	437	-3	980	0	61	23	22	65	67	-11	69	51	56	6	-72	-52	3	45	7	3	0	0	0	0	0	0	0	0		
	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	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	0	0	0	0	0	0	0
	RB4	F3	332	1088	1492	15	1069	0	0	-88	0	-106	1275	0	28	74	70	30	-55	-3	-260	-370	-383	186	390	379	27	77	41	22	874	2186	698							

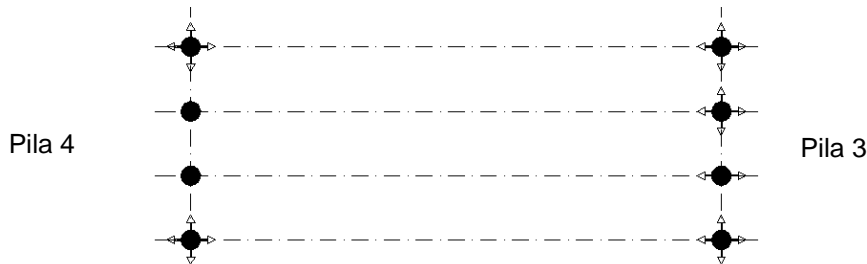


Fig. 105 – Schema dei dispositivi di appoggio

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: 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 002	REV. C FOGLIO 118 di 134

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		
		FX	FY	FZ
		[kN]		
PILA 4	M	0	0	3007
		0	0	3007
		0	0	6748
	F	2661	0	4398
		54	0	1960
		1415	0	5233
	F	2386	764	3060
		1389	976	2756
		299	-739	5358
	M	0	0	2826
		0	0	2826
		0	0	6714
PILA 3	M	0	0	3322
		0	0	3322
		0	0	7309
	M	0	0	1515
		0	0	1515
		0	0	4344
	U	0	3	2000
		0	1047	3454
		0	-224	5348
	M	0	0	2965
		0	0	2965
		0	0	6598

	TIPO APPOGGIO	COMBINAZIONI SISMICHE		
		FX	FY	FZ
		[kN]		
PILA 4	multi	0	0	828
		0	0	828
		0	0	6513
	fisso	5491	0	2196
		-5191	0	1969
		-5149	0	2301
	fisso	5401	2911	2069
		2608	6981	2064
		-5363	-2911	2230
	multi	0	0	699
		0	0	699
		0	0	6180
PILA 3	multi	0	0	1474
		0	0	1474
		0	0	6259
	uni	0	0	1537
		0	0	1537
		0	0	1847
	multi	0	-2711	2022
		0	6481	2149
		0	-2702	2375
	multi	0	0	1203
		0	0	1203
		0	0	5883

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: 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 002	REV. C	FOGLIO 119 di 134

10.12 RITEGNI SISMICI LONGITUDINALI E TRASVERSALI

I ritegni sismici trasversali e longitudinali sono realizzati tramite elementi in carpenteria saldati o bullonati alle travi principali.

La forza sismica utilizzate per la verifica dei ritegni viene calcolata tramite l'analisi spettrale in direzione longitudinale (X), trasversale (Y) e verticale (Z) 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	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	0.38	0.05	0.00	0.70	0.05	0.00	0.70	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00
MODAL	Mode	2	0.36	0.00	0.01	0.05	0.05	0.01	0.75	0.73	0.00	0.00	0.78	0.00	0.00
MODAL	Mode	3	0.18	0.01	0.00	0.00	0.06	0.01	0.75	0.00	0.04	0.00	0.78	0.04	0.00
MODAL	Mode	4	0.16	0.23	0.15	0.00	0.29	0.16	0.76	0.00	0.15	0.00	0.79	0.19	0.00
MODAL	Mode	5	0.16	0.00	0.68	0.00	0.29	0.84	0.76	0.02	0.05	0.00	0.80	0.24	0.00
MODAL	Mode	6	0.15	0.36	0.01	0.00	0.65	0.85	0.76	0.00	0.06	0.00	0.81	0.30	0.00
MODAL	Mode	7	0.15	0.00	0.01	0.01	0.66	0.86	0.77	0.04	0.00	0.00	0.84	0.30	0.00
MODAL	Mode	8	0.14	0.00	0.00	0.00	0.66	0.86	0.77	0.00	0.02	0.00	0.85	0.32	0.00
MODAL	Mode	9	0.14	0.01	0.02	0.01	0.67	0.88	0.78	0.02	0.00	0.00	0.86	0.32	0.00
MODAL	Mode	10	0.13	0.03	0.00	0.00	0.70	0.88	0.78	0.02	0.00	0.00	0.88	0.32	0.00
MODAL	Mode	11	0.13	0.16	0.00	0.03	0.86	0.88	0.81	0.00	0.00	0.00	0.88	0.32	0.00
MODAL	Mode	12	0.13	0.03	0.00	0.00	0.89	0.88	0.82	0.00	0.00	0.00	0.88	0.33	0.01
MODAL	Mode	13	0.13	0.05	0.00	0.01	0.94	0.88	0.83	0.00	0.01	0.00	0.88	0.34	0.01
MODAL	Mode	14	0.12	0.01	0.00	0.00	0.95	0.88	0.83	0.00	0.00	0.00	0.88	0.34	0.01
MODAL	Mode	15	0.12	0.01	0.00	0.01	0.96	0.88	0.84	0.01	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	16	0.12	0.00	0.00	0.00	0.96	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	17	0.12	0.00	0.00	0.00	0.96	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	18	0.12	0.00	0.00	0.00	0.96	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	19	0.12	0.00	0.00	0.00	0.96	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	20	0.12	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	21	0.11	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	22	0.11	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	23	0.11	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	24	0.11	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	25	0.11	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.00	0.00	0.89	0.34	0.01
MODAL	Mode	26	0.09	0.01	0.00	0.00	0.97	0.88	0.84	0.00	0.08	0.04	0.89	0.42	0.05
MODAL	Mode	27	0.09	0.00	0.00	0.01	0.97	0.88	0.85	0.01	0.00	0.04	0.91	0.42	0.09
MODAL	Mode	28	0.09	0.00	0.00	0.00	0.97	0.88	0.85	0.01	0.08	0.13	0.91	0.50	0.22
MODAL	Mode	29	0.08	0.00	0.00	0.01	0.97	0.88	0.86	0.02	0.00	0.00	0.93	0.50	0.22
MODAL	Mode	30	0.08	0.01	0.00	0.00	0.99	0.88	0.86	0.00	0.23	0.04	0.93	0.74	0.26

Fig. 106 – Tabella delle masse partecipanti relative ai modi di vibrare per sisma trasversale (Y) e verticale (Z)

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 002	REV. C	FOGLIO 120 di 134

10.12.1 Ritegno sismico trasversale

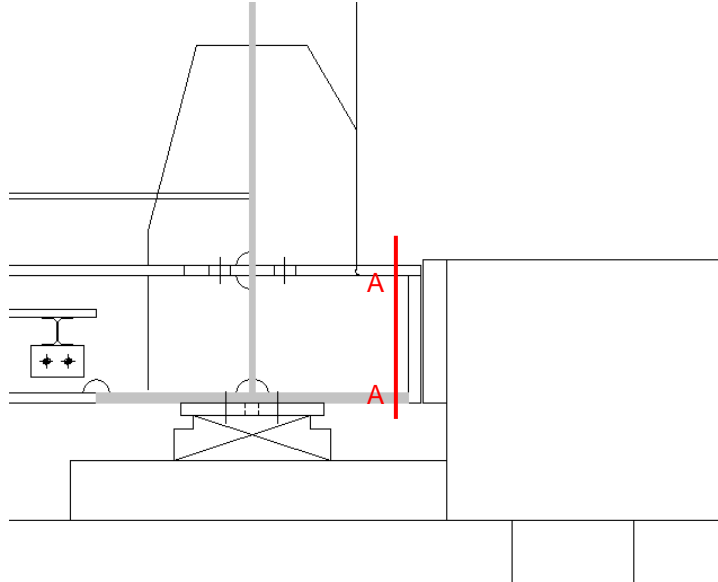


Fig. 107 – Ritegno sismico laterale

Il ritegno sismico laterale è realizzato tramite un elemento in carpenteria metallica saldato al cassone.

Il ritegno è di tipo unidirezionale in quanto lavora solamente a compressione, in battuta sulla pila. Si verifica il ritegno per resistere ad una forza trasversale massima pari a 6981 kN, come si evince dalle reazioni vincolari riportate al § 10.10.

Si verifica la tensione di compressione presente nella sezione A-A di carpenteria metallica indicata in Fig. 107:

- 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 $\sigma = 6981 \times 1000 / 67500 = 103 \text{ MPa} < 355/1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,31$

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 002	REV. C	FOGLIO 121 di 134

10.12.2 Ritegno sismico longitudinale

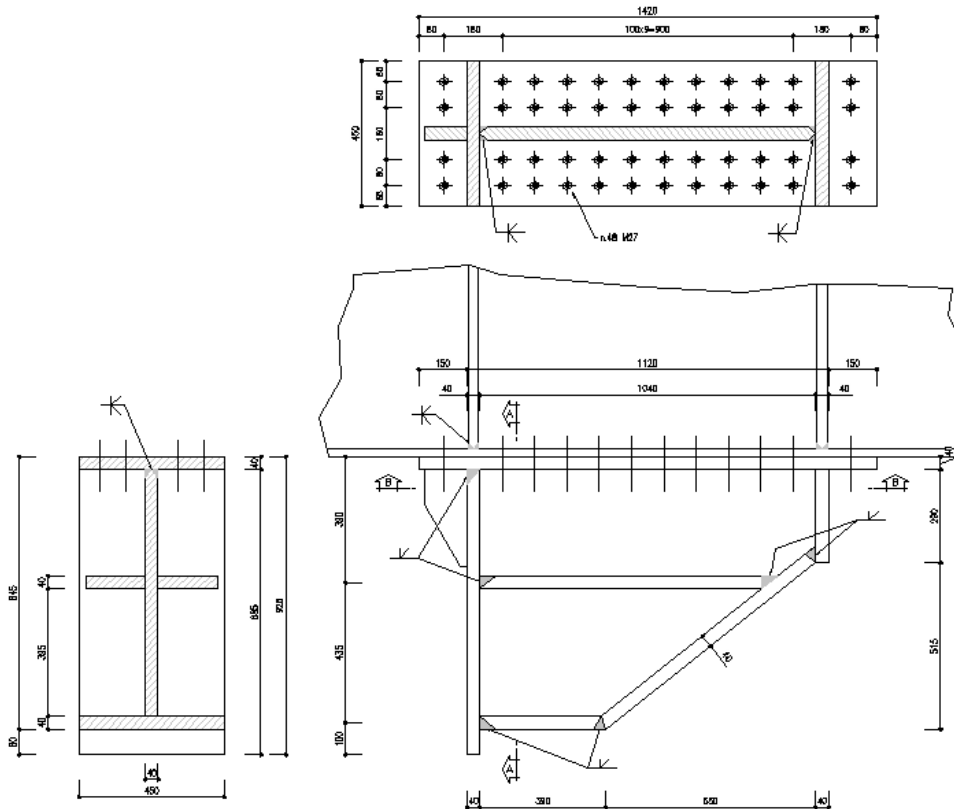


Fig. 108 – Ritegno sismico longitudinale

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

Come indicato nelle tabelle al § 10.10; si verifica il dispositivo per resistere ad una forza pari a $5491/2 = 2746$ kN.

Nel calcolo si assume, a favore di sicurezza, un'eccentricità del piatto di battuta di 700 mm rispetto alla sezione bullonata.

Si verifica la sezione di attacco del composto metallico alla flangia. La sezione resistente è costituita da una sezione a doppio T di altezza totale 1120 mm con piattabanda 450mm x 40 mm e anima di spessore 40mm.

La sezione è soggetta a taglio e flessione, per cui la verifica risulta:

- $M = 2746 \times 0,7 = 1922$ kNm
- $J = 1,43 \times 10^{10}$ mm⁴
- $W = 2,54 \times 10^7$ mm³
- $\sigma = M/W = 75$ MPa
- $\tau_{max} = 73$ MPa $< 355 / 3^{0,5} / 1,05 = 195$ MPa $\rightarrow \Delta = 0,37$ verificato
- $\tau_{a-p} = 47$ MPa
- $\sigma_{id} = 107$ MPa $< 355 / 1,05 = 338$ MPa $\rightarrow \Delta = 0,32$ 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 002	REV. C	FOGLIO 122 di 134

Per la verifica della flangia si considera:

- N° bulloni = 48 M27 cl.10.9
- Precarico bulloni $F_{p,c} = 165$ kN (come da tabella materiali)
- $M = 2746 \times 0,7 = 1922$ kNm

Il collegamento è realizzato tramite bulloni M27 cl.10.9. Come previsto dalla normativa ferroviaria si considera una riduzione della resistenza del 15% nel calcolo del giunto.

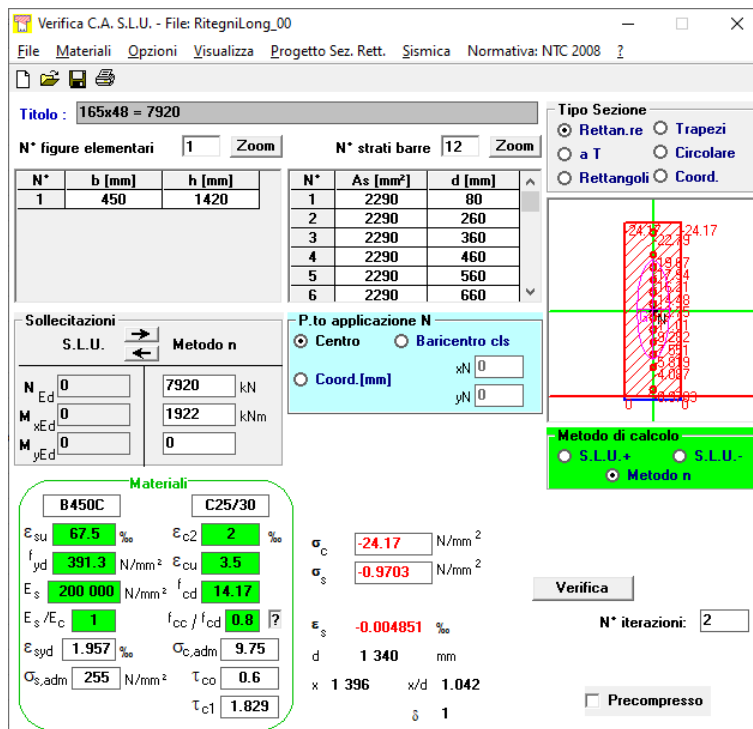


Fig. 109 – Verifica della flangia precaricata

La flangia risulta interamente compressa, pertanto la forza nel gambo del bullone è pari a quella del precarico (165 kN).

La forza tagliante su ciascun bullone è pari a $2746 / 32 = 86$ kN (a favore di sicurezza si trascurano i bulloni più lontani dal composto saldato), inferiore alla resistenza a taglio di un bullone M27 cl.10.9 ridotta del 15%:

$$F_{v,Rd} = (1-0,15) \times 0,6 \times f_{tb} \times A / \gamma_{M2} = 0,85 \times 0,6 \times 1000 \times 573 / 1,25 = 234 \text{ kN} > 86 \text{ kN} \rightarrow \Delta = 0,37$$

Combinando la trazione ed il taglio sui bulloni, la verifica risulta:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} = \frac{86}{234} + \frac{165}{1,4 \cdot 281} = 0,37 + 0,42 = 0,79 \leq 1,0 \quad \rightarrow \text{verificato}$$

Dove la resistenza a trazione ridotta risulta:

$$F_{t,Rd} = (1-0,15) \times 0,9 \times f_{tb} \times A_{res} / \gamma_{M2} = 0,85 \times 0,9 \times 1000 \times 459 / 1,25 = 281 \text{ kN}$$

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 002	REV. C	FOGLIO 123 di 134

Si verifica lo spessore della flangia calcolando il massimo sforzo di trazione sui bulloni, dovuto al solo momento flettente (Fig. 110).

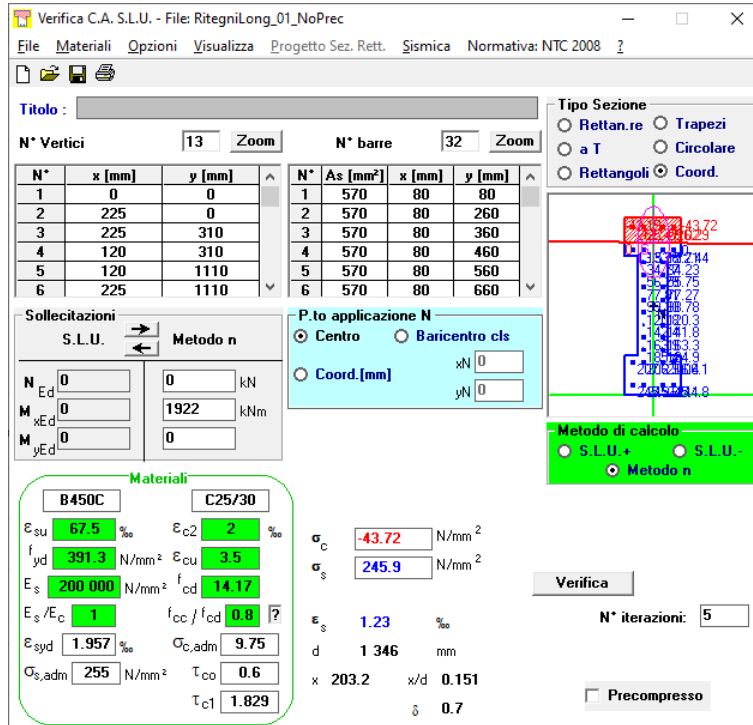


Fig. 110 – Verifica dello spessore della flangia

Il massimo sforzo di trazione sui bulloni è pari a:

$$F_{t,Ed} = \sigma_{t,Ed} \times A = 246 \times 570 = 140 \text{ kN}$$

La distanza del bullone maggiormente sollecitato dalla piattabanda del doppio T è di 70 mm pertanto il momento flettente risulta di: $140 \times 4 \times 0,07 = 39 \text{ kNm}$.

La tensione nella sezione A-A in Fig. 108 **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** risulta:

$$\sigma_{Ed} = M / W_{el} = 39 \times 10^6 / (1,2 \times 10^6) = 33 \text{ MPa} < 355/1,05 = 338 \text{ MPa} \rightarrow \Delta = 0,10 \text{ verificato}$$

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 002	REV. C	FOGLIO 124 di 134

10.13 VERIFICA DELLA BANCHINA

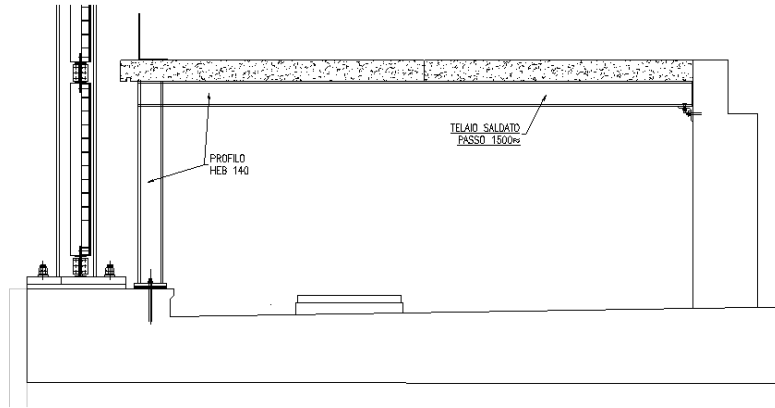


Fig. 111 – Banchina: sezione tipica

La banchina è realizzata 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 una soletta prefabbricata in calcestruzzo di 12 cm di spessore, è pari a 3 kN/m².

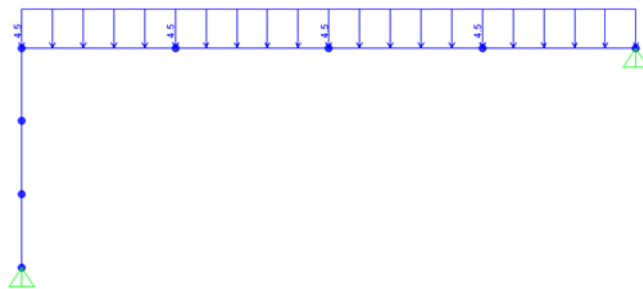


Fig. 112 – Peso del piano di calpestio

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

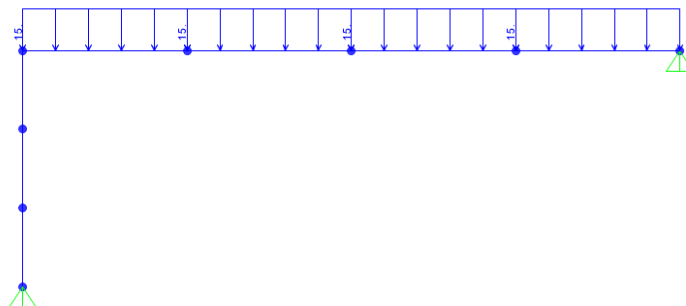


Fig. 113 – Carico accidentale

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 002	REV. C	FOGLIO 125 di 134

Si riportano i diagrammi delle sollecitazioni per la combinazione SLU:
 1,35 x (Peso Proprio + piano calpestio) + 1,5 x Accidentale

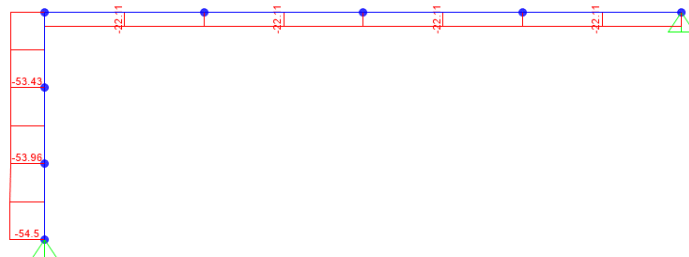


Fig. 114 – Diagramma dello Sforzo normale - SLU (kN)

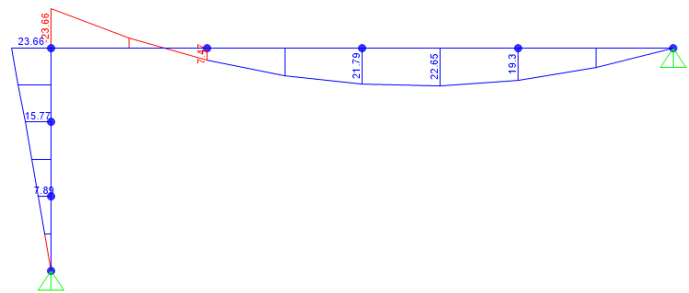


Fig. 115 – Diagramma del Momento flettente – SLU (kNm)

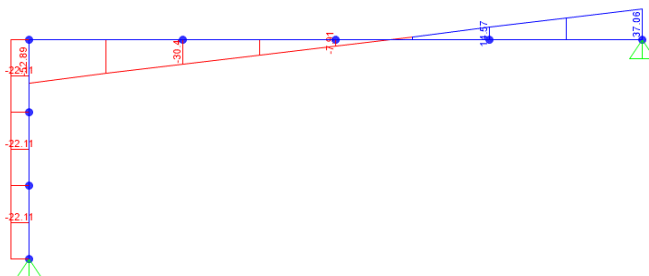


Fig. 116 – Diagramma del Taglio – SLU (kN)

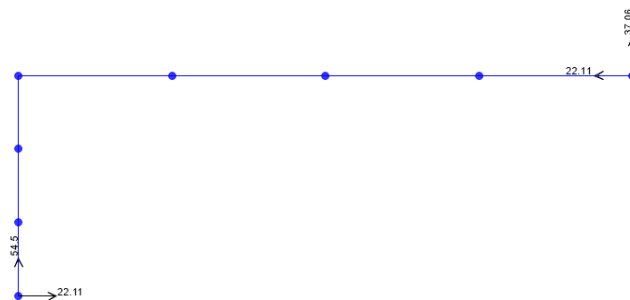


Fig. 117 – Reazioni – SLU (kN)

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 002	REV. C	FOGLIO 126 di 134

Si riportano di seguito le verifiche della colonna HEB 140

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

COEFFICIENTI DI SICUREZZA:								
γ_{M0}	=	1.05	γ_{M1}	=	1.05	γ_{M2}	=	1.25

PROPRIETA' DELLA SEZIONE LORDA:				HE 140 B / S355	[mm]			
h	=	140	$A \times 10^2$	=	43.0	$W_{el,y,tf} \times 10^3$	=	215.6
b_{tf}	=	140	Z_G	=	70.0	$W_{el,y,bf} \times 10^3$	=	215.6
b_{bf}	=	140	Z_C	=	70.0	$W_{pl,y} \times 10^3$	=	245.4
t_w	=	7.0	$I_y \times 10^4$	=	1509.0			
t_{tf}	=	12.0	$I_z \times 10^4$	=	549.7	$W_{el,z,tf} \times 10^3$	=	78.5
t_{bf}	=	12.0	$I_t \times 10^4$	=	2.01E+01	$W_{el,z,bf} \times 10^3$	=	78.5
r	=	12.0	$I_w \times 10^6$	=	2.25E+04	$W_{pl,z} \times 10^3$	=	119.8

SOLLECITAZIONI:						kN, m]		
N_{Ed}	=	54.0	$V_{z,Ed}$	=	22.0	$V_{y,Ed}$	=	0.0
$M_{y,h,Ed}$	=	24.0	$\psi M_{y,h,Ed}$	=	0.0	$M_{y,s,Ed}$	=	12.0
						C_{my}	=	0.60
$M_{z,h,Ed}$	=	0.0	$\psi M_{z,h,Ed}$	=	0.0	$M_{z,s,Ed}$	=	0.0
						C_{mz}	=	1.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE:				Class 1	[mm]		
A) ANIMA				C_w	=	92.0	
compressione:				Class 1	C_w / t_w	=	13.14
flessione:				Class 1	$Z_{y,n}$	=	59.13
flessione e compressione:				Class 1	α	=	0.62
					ψ	=	-0.93
B) PIATTABANDA SUPERIORE				C_{tf}	=	54.5	
compressione:				Class 1	C_{tf} / t_{tf}	=	4.54
flessione e compressione:				Class 1	ψ	=	1.00
					k_σ	=	0.43
C) PIATTABANDA INFERIORE				C_{bf}	=	54.5	
compressione:				Class 1	C_{bf} / t_{bf}	=	4.54
flessione e compressione:				Class 1	ψ	=	1.00
					k_σ	=	0.43

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 002	REV. C FOGLIO 127 di 134

VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE:

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

$N_{c,Rd}$	=	1452.3	[KN]
Δ	=	0.04	

MOMENTO FLETTENTE M y-y

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.37	

MOMENTO FLETTENTE M z-z

$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	

TAGLIO Vz (PARALELLO ALL'ANIMA)

η	=	1.0	
A_{vz}	=	1307.6	[mm ²]
$V_{Pl,Rd,z}$	=	255.2	[KN]
Δ	=	0.09	

TAGLIO Vy (PARALELLO ALLE PIATTABANDE)

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

FLESSIONE E TAGLIO

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.37	
$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	

PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE

sezioni ad I di classe 1 e 2 doppiamente simmetriche

n	=	0.04	
a	=	0.22	
α	=	1.00	
β	=	1.00	
$M_{N,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
$M_{N,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.37	

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 002	REV. C	FOGLIO 128 di 134

Si riportano le verifiche della trave HEB 140

MATERIALE :

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

COEFFICIENTI DI SICUREZZA:

γ_{M0}	=	1.05	γ_{M1}	=	1.05	γ_{M2}	=	1.25
---------------	---	------	---------------	---	------	---------------	---	------

PROPRIETA' DELLA SEZIONE LORDA:

						HE 140 B / S355	[mm]	
h	=	140	$A \times 10^2$	=	43.0	$W_{el,y,tf} \times 10^3$	=	215.6
b_{tf}	=	140	Z_G	=	70.0	$W_{el,y,bf} \times 10^3$	=	215.6
b_{bf}	=	140	Z_C	=	70.0	$W_{pl,y} \times 10^3$	=	245.4
t_w	=	7.0	$I_y \times 10^4$	=	1509.0			
t_{tf}	=	12.0	$I_z \times 10^4$	=	549.7	$W_{el,z,tf} \times 10^3$	=	78.5
t_{bf}	=	12.0	$I_t \times 10^4$	=	2.01E+01	$W_{el,z,bf} \times 10^3$	=	78.5
r	=	12.0	$I_w \times 10^6$	=	2.25E+04	$W_{pl,z} \times 10^3$	=	119.8

SOLLECITAZIONI:

							kN, m]	
N_{Ed}	=	22.1	$V_{z,Ed}$	=	53.0	$V_{y,Ed}$	=	0.0
$M_{y,h,Ed}$	=	-24.0	$\psi_{M_{y,h,Ed}}$	=	0.0	$M_{y,s,Ed}$	=	22.0
						C_{my}	=	0.83
$M_{z,h,Ed}$	=	0.0	$\psi_{M_{z,h,Ed}}$	=	0.0	$M_{z,s,Ed}$	=	0.0
						C_{mz}	=	1.00

CLASSIFICAZIONE DELLA SEZIONE:

A) ANIMA		Class 1		Class 1		Class 1	[mm]
compressione:		Class 1		C_w	=	92.0	
flessione:		Class 1		C_w / t_w	=	13.14	
flessione e compressione:		Class 1		$Z_{y,n}$	=	65.55	
				α	=	0.55	
				ψ	=	-0.97	
B) PIATTABANDA SUPERIORE				C_{tf}	=	54.5	
compressione:		Class 1		C_{tf} / t_{tf}	=	4.54	
flessione e compressione:		Class 1		ψ	=	1.00	
				k_σ	=	0.43	
C) PIATTABANDA INFERIORE				C_{bf}	=	54.5	
compressione:		Class 1		C_{bf} / t_{bf}	=	4.54	
flessione e compressione:		Class 1		ψ	=	1.00	
				k_σ	=	0.43	

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 002	REV. C FOGLIO 129 di 134

VERIFICHE DI RESISTENZA:

TRAZIONE:

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

$N_{c,Rd}$	=	1452.3	[KN]
Δ	=	0.02	

MOMENTO FLETTENTE M y-y

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.37	

MOMENTO FLETTENTE M z-z

$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	

TAGLIO Vz (PARALLELO ALL'ANIMA)

η	=	1.0	
A_{vz}	=	1307.6	[mm ²]
$V_{pl,Rd,z}$	=	255.2	[KN]
Δ	=	0.21	

TAGLIO Vy (PARALLELO ALLE PIATTABANDE)

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

FLESSIONE E TAGLIO

$M_{c,Rd,y}$	=	65.1	[KNm]
Δ	=	0.37	
$M_{c,Rd,z}$	=	31.2	[KNm]
Δ	=	0.00	

PRESSO O TENSO-FLESSIONE BIASSIALE

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	=	0.37	

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 002	REV. C	FOGLIO 130 di 134

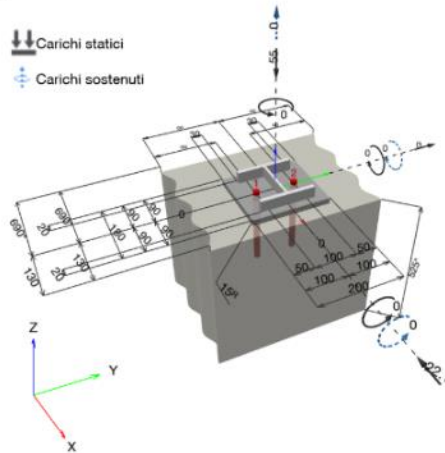
La verifica della portata dei tasselli di ancoraggio di base viene eseguita con il programma fornito dalla HILTI.

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 l Valido:	10/12/2021 -	
Prova:	metodo di calcolo EN 1992-4, chimica	
Fissaggio distanziato:	$e_p = 0,0$ 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, $f_{ct,eff} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 525,0$ 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	

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	SLU	$N = -55,000$; $V_x = -22,100$; $V_y = 0,000$; $M_x = 0,000$; $M_y = 0,000$; $M_z = 0,000$; $N_{suis} = 0,000$; $M_{x,suis} = 0,000$; $M_{y,suis} = 0,000$;	no	no		30

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

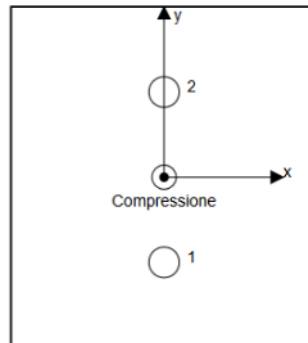
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	11,050	-11,050	0,000
2	0,000	11,050	-11,050	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,05 [‰]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 1,53 [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): 55,000 [kN]

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



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 002	REV. C FOGLIO 131 di 134

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)*	11,050	37,680	30	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	22,100	86,541	26	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-**	22,100	112,832	20	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	11,050

4.2 Rottura per pryout (adesione)

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

$A_{p,N}$ [mm ²]	$A_{p,N}^0$ [mm ²]	$\tau_{RK,uzr,20}$ [N/mm ²]	$c_{cr,Np}$ [mm]	$s_{cr,Np}$ [mm]	c_{min} [mm]	$f_{c,chl}$ [N/mm ²]
224,977	245,560	18,00	247,8	495,5	130,0	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]	$\psi_{ec2,Np}$	$\psi_{s,Np}$	
1,051	0,0	1,000	0,0	1,000	0,857	
$\psi_{re,Np}$	ψ_{sus}^0	α_{sus}	ψ_{sus}			
1,000	0,740	0,000	1,000			
$N_{Rk,p}^0$ [kN]	$N_{Rk,p}$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
78,642	64,906	1,500	86,541	22,100		

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 002	REV. C	FOGLIO 132 di 134

4.3 Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione x-

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

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

$$V_{Rk,c}^0 = k_9 \cdot d_{nom}^{\alpha} \cdot l_f^{\beta} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot C_1^{1,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.41)}$$

$$\alpha = 0,1 \cdot \left(\frac{l_f}{C_1}\right)^{0,5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.42)}$$

$$\beta = 0,1 \cdot \left(\frac{d_{nom}}{C_1}\right)^{0,2} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.43)}$$

$$A_{c,V}^0 = 4,5 \cdot C_1^2 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.44)}$$

$$\psi_{e,V} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{C_2}{1,5 \cdot C_1} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.45)}$$

$$\psi_{h,V} = \left(\frac{1,5 \cdot C_1}{h}\right)^{0,5} \geq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.46)}$$


$$\psi_{ec,V} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{c,V}}{3 \cdot C_1}\right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.47)}$$

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

l_f [mm]	d_{nom} [mm]	k_9	α	β	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]
180,0	16,00	1,700	0,051	0,047	25,00
C_1 [mm]	$A_{c,V}$ [mm ²]	$A_{c,V}^0$ [mm ²]			
690,0	1.139.250	2.142.450			
$\psi_{e,V}$	$\psi_{h,V}$	$\psi_{\alpha,V}$	$e_{c,V}$ [mm]	$\psi_{ec,V}$	$\psi_{re,V}$
1,000	1,404	1,000	0,0	1,000	1,000
$V_{Rk,c}$ [kN]	k_T	$\gamma_{M,c}$	$V_{Rd,c}$ [kN]	V_{Ed} [kN]	
226,686	1,0	1,500	112,832	22,100	

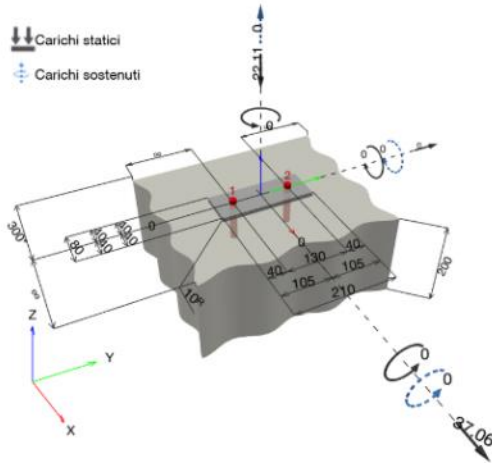
Verifica su muretto parabolast:

1 Dati da inserire

Tipo e dimensione dell'ancorante:	HIT-HY 200-A + HAS-U 8.8 M16	
Periodo di ritorno (durata in anni):	50	
Codice articolo:	2237088 HAS-U 8.8 M16x150 (inserire) / 434674 HIT-HY 200-A (composto indurente)	
Profondità di posa effettiva:	$h_{ef,opt} = 80,0$ mm ($h_{ef,lim} = 164,0$ mm)	
Materiale:	8.8	
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); $t = 10,0$ mm	
Piastra d'ancoraggio ^R :	$l_x \times l_y \times t = 80,0$ mm x 210,0 mm x 10,0 mm; (Spessore della piastra raccomandato: non calcolato)	
Profilo:	nessun profilo	
Materiale base:	fessurato calcestruzzo, $C25/30$, $f_{c,cyl} = 25,00$ N/mm ² ; $h = 200,0$ 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 002	REV. C	FOGLIO 133 di 134

Geometria [mm] & Carichi [kN, kNm]



1.1 Combinazione carichi

Caso	Descrizione	Forze [kN] / Momenti [kNm]	Sismico	Fuoco	Util. max.	Tassello [%]
1	SLU	$N = -22,110; V_x = 37,060; V_y = 0,000;$ $M_x = 0,000; M_y = 0,000; M_z = 0,000;$ $N_{sus} = 0,000; M_{x,sus} = 0,000; M_{y,sus} = 0,000;$	no	no		66

2 Condizione di carico/Carichi risultanti sull'ancorante

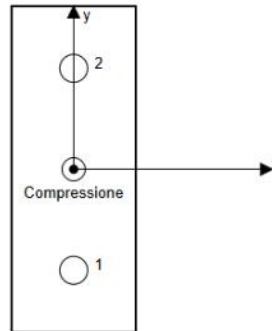
Carichi sull'ancorante [kN]

Trazione: (+ Trazione, - Compressione)

Ancorante	Trazione	Taglio	Taglio in dir. x	Taglio in dir. y
1	0,000	18,530	18,530	0,000
2	0,000	18,530	18,530	0,000

Compressione max. nel calcestruzzo: 0,04 [%]
 Max. sforzo di compressione nel calcestruzzo: 1,32 [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): 22,110 [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 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 Z Z CL	DOCUMENTO VI0009 002	REV. C FOGLIO 134 di 134

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)*	18,530	50,240	37	OK
Rottura dell'acciaio (con braccio di leva)*	N/A	N/A	N/A	N/A
Rottura per pryout**	37,060	56,627	66	OK
Rottura del bordo del calcestruzzo in direzione **	N/A	N/A	N/A	N/A

*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]
62,800	1,000	62,800	1,250	50,240	18,530

4.2 Rottura per pryout (cono del calcestruzzo)

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

$$V_{Rk,op} = k_s \cdot \min \{N_{Rk,c}^0; N_{Rk,p}\} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.39c)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = N_{Rk,c}^0 \cdot \frac{A_{c,N}^0}{A_{c,N}^0} \cdot \psi_{s,N} \cdot \psi_{re,N} \cdot \psi_{ec1,N} \cdot \psi_{ec2,N} \cdot \psi_{M,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.1)}$$

$$N_{Rk,c}^0 = k_1 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot h_{ef}^{1.5} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.2)}$$

$$A_{c,N}^0 = S_{cr,N} \cdot S_{or,N} \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.3)}$$

$$\psi_{s,N} = 0,7 + 0,3 \cdot \frac{c}{c_{or,N}} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.4)}$$

$$\psi_{ec1,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,1}}{S_{or,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{ec2,N} = \frac{1}{1 + \left(\frac{2 \cdot e_{v,2}}{S_{or,N}} \right)} \leq 1,00 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.6)}$$

$$\psi_{M,N} = 1 \quad \text{EN 1992-4, Eq. (7.7)}$$

$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$A_{c,N}^0$ [mm ²]	$c_{or,N}$ [mm]	$S_{cr,N}$ [mm]	k_s	$f_{c,cyl}$ [N/mm ²]	
88.800	57.600	120,0	240,0	2,000	25,00	
$e_{c1,v}$ [mm]	$\psi_{ec1,N}$	$e_{c2,v}$ [mm]	$\psi_{ec2,N}$	$\psi_{s,N}$	$\psi_{re,N}$	$\psi_{M,N}$
0,0	1,000	0,0	1,000	1,000	1,000	1,000
k_1	$N_{Rk,c}^0$ [kN]	$\gamma_{M,c,p}$	$V_{Rd,op}$ [kN]	V_{Ed} [kN]		
7,700	27,548	1,500	56,627	37,060		

ID gruppo ancoranti

1, 2

11 SOLETTA

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