

Provincia di Cuneo
S.S. 28 del Colle di Nava
Lavori di realizzazione della Tangenziale di Mondovì con collegamento alla S.S. 28 Dir – 564 e al casello A6 "Torino–Savona" – III Lotto (Variante di Mondovì)

PROGETTO DEFINITIVO

COD. TO08

PROGETTAZIONE:
RAGGRUPPAMENTO
TEMPORANEO PROGETTISTI

MANDATARIA:



MANDANTI:



MATILDI+PARTNERS

IL RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

*Ing. Andrea Renso – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2413*

IL GEOLOGO:

*Geol. Emanuele Fresia – TECHNITAL
Ordine Geologi Veneto n. A501*

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

*Ing. Paolo Barrasso – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A9513*

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO:

Ing. Giuseppe Danilo Malgeri

PROTOCOLLO:

DATA:

IL PROGETTISTA:

*Ing. Carlo Vittorio Matildi
Bologna–n.A6457*

GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E PROGETTAZIONE STRADALE:

*Ing. Carlo Vittorio Matildi – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. 6457/A*

COORDINAMENTO PROGETTAZIONE E

COORDINATORE STUDIO DI IMPATTO AMBIENTALE:

*Ing. Edoardo Piccoli – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A3381*

OPERE D'ARTE MAGGIORI GALLERIA:

*Ing. Corrado Pesce – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A1984*

OPERE D'ARTE MAGGIORI PONTI E MINORI:

*Ing. Stefano Isani – MATILDI + PARTNERS
Ordine Ingegneri Provincia di Bologna n. A4550*

GEOTECNICA:

*Ing. Alessandro Rizzo – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Milano n. A19598*

IDROLOGIA ED IDRAULICA:

*Ing. Simone Venturini – TECHNITAL
Ordine Ingegneri Provincia di Verona n. A2515*

10 – OPERE D'ARTE MAGGIORI – VIADOTTI E PONTI

10.1 – Viadotto Ellero

Relazione di calcolo – impalcato

CODICE PROGETTO

DPT000008D16

NOME FILE

10.01_P00_VI01_STR_RE01_D

PROGR. ELAB.

10.01

REV.

D

SCALA:

/

CODICE ELAB.

P00VI01STRRE01

REV.	DESCRIZIONE	DATA	SOCIETA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO
D	Istruttorie CSLPP e VIA	Aprile 2021	Matildi+Partners	Barrasso	Isani	Matildi
C						
B	Istruttoria ANAS	Maggio 2020	Matildi+Partners	Barrasso	Isani	Matildi
A	EMISSIONE	Marzo 2020	Matildi+Partners	Barrasso	Isani	Matildi

SOMMARIO

1	PREMESSA	1
1.1	Considerazioni sulla durabilità dell'opera	4
2	PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO	6
2.1	Unita' di misura.....	6
3	CARATTERISTICHE MATERIALI	7
3.1	Calcestruzzo per impalcato.....	7
3.2	Acciaio ordinario per armature.....	8
3.3	Acciaio per carpenteria.....	9
3.4	Acciaio per bulloni	9
3.5	Coppia di serraggio dei bulloni	10
3.6	Pioli con testa tipo "Nelson"	12
3.7	Pioli per predalle	12
3.8	Giunzioni	12
4	Classe di esecuzione	12
4.1	Fattori di amministrazione per la scelta della classe di esecuzione	13
4.1.1	Classe di importanza.....	13
4.1.2	Rischi connessi con l'esecuzione	13
4.1.3	Categoria di servizio - Rischi connessi con l'utilizzo della struttura	14
4.2	Determinazione della CLASSE DI ESECUZIONE per la carpenteria metallica del Viadotto Polcevera	15
5	CODICI DI CALCOLO E MODELLI DI CALCOLO	15
5.1	MIDAS®	15
5.2	Modelli di Calcolo	16
6	CARICHI DI PROGETTO	17
6.1	Elenco delle condizioni Elementari di Carico.....	17

6.2	Criteri per la Valutazione delle Azioni sulla Struttura.....	18
6.2.1	Carichi permanenti	18
6.2.2	Azioni dei carichi variabili mobili	18
6.2.3	Coefficiente di incremento dinamico addizionale.....	18
6.2.4	Ritiro e viscosità del calcestruzzo	18
6.2.5	Azioni del vento	19
6.2.6	Carichi mobili	19
6.2.7	Azioni del sisma	19
7	 ANALISI DEI CARICHI	24
7.1	Peso proprio delle strutture (G_1)	24
7.2	Carichi permanenti non strutturali (G_2)	24
7.3	Spinta idraulica sulle pile ($G_{3.1}$)	24
7.4	Effetti di ritiro e viscosità dei calcestruzzi (ε_2)	25
7.5	Effetti delle variazioni termiche (ε_3)	28
7.6	Effetti dovuti alla viscosità (ε_4).....	30
7.7	Effetti dei cedimenti differenziali (ε_5).....	31
7.8	Carichi mobili (q_1).....	32
7.8.1	Schema di carico	32
7.8.2	Categoria stradale.....	33
7.8.3	Disposizione delle corsie di carico	33
7.8.4	Carico da traffico per verifiche a fatica.....	35
7.9	Azione longitudinale di frenamento o accelerazione (q_3)	36
7.10	Azione centrifuga (q_4)	37
7.11	Azione del vento (q_5).....	37
7.12	Azione del sisma (q_6).....	40
7.13	Resistenze parassita dei vincoli (q_7).....	41
7.14	Azioni sui parapetti – urto di un veicolo in svio (q_8)	41
7.15	Azioni sull’impalcato - urto di un veicolo (q_9).....	42
8	 COMBINAZIONI DI CARICO	43
8.1	Combinazioni per gli SLU	43
8.2	Combinazioni per gli SLE	45
9	 ANALISI STRUTTURALE E FASI DI CALCOLO.....	46

9.1	Analisi statica globale	46
9.2	Modellazione dei materiali	46
9.3	Fasi di calcolo per gli elementi con sezione mista acciaio-calcestruzzo	47
10	SOLLECITAZIONI DI CALCOLO.....	49
10.1	Sollecitazioni caratteristiche.....	49
10.2	Sollecitazioni a SLU	57
11	VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI.....	60
11.1	Geometria	60
11.2	Classificazione delle sezioni	62
11.3	Caratteristiche inerziali delle sezioni	63
11.3.1	Larghezze efficaci.....	63
11.3.2	Caratteristiche inerziali.....	64
11.4	Verifica delle travi principali allo SLU	76
11.4.1	Verifica in forma estesa del concio di pila (C15).....	82
11.4.2	Verifica in forma estesa del concio in campata (C10)	84
11.5	Verifica sistema di connessione.....	87
11.5.1	Valutazione portata a taglio dei connettori.....	87
11.6	Verifica allo SLE.....	91
11.7	Verifica allo stato limite di fatica	92
11.7.1	Coefficienti parziali per la resistenza a fatica	92
11.7.2	Verifica dei dettagli di fatica	93
11.8	Verifica saldature di composizione.....	96
12	VERIFICHE ELEMENTI SECONDARI.....	97
12.1	Diaframmi	97
12.1.1	Diaframma correnti	98
12.1.2	Diaframma di pila/spalla.....	104
12.2	Controventi	109
12.2.1	Campata SA-P1	109
12.2.2	Campata P1-P2	116
13	VERIFICA DI DEFORMABILITÀ E MONTA.....	125
14	RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE DELL'IMPALCATO	127

14.1	Modi di vibrare della struttura	128
15	REAZIONI VINCOLARI	130
15.1	Apparecchi di appoggio	138
15.2	Giunti di dilatazione.....	139
16	VERIFICA DELLA SOLETTA	142
16.1	Verifica 1^ fase di getto	144
16.1.1	Verifica prédalle in fase di getto.....	144
16.2	Sollecitazioni fasi successive di getto	148
16.2.1	Sollecitazioni trasversali	148
16.3	Verifica a flessione	150
16.3.1	Verifica a momento negativo in direzione trasversale - zona tipo.....	151
16.3.2	Verifica a momento positivo in direzione trasversale – campata zona tipo	154
16.3.3	Verifiche a momento negativo in direzione trasversale - zona giunto.....	155
16.4	Verifiche a taglio	158
16.5	Verifiche locali - Urto del veicolo in svio.....	159
16.5.1	Verifica a tenso-flessione.....	162
16.5.2	Verifica a taglio - soletta	163
16.5.3	Verifica a torsione.....	163
16.5.4	Verifica a taglio - cordolo.....	165
16.5.5	Verifica di taglio scorrimento per effetto dell'azione da urto.....	165
17	Giudizio motivato di accettabilità dei risultati.....	167
17.1	Confronto in termini di sollecitazioni	167
17.1.1	Risultati FEA	168
17.1.2	Calcolo mediante schemi semplificati	169
17.2	Confronto in termini di reazioni vincolari.....	170

1 PREMESSA

La nuova tangenziale di Mondovì (Cuneo) rientra nel piano di riordino del sistema viario del Piemonte Sud Occidentale. Sviluppata interamente nel territorio comunale di Mondovì drena il flusso di traffico proveniente dal quadrante Sud-Est collegando la S.S. 28, la S.P. 5 e la S.S. 564 con l'Autostrada A6 Torino-Savona presso lo svincolo di Mondovì.

Il viadotto Ellero scavalca l'omonimo fiume in corrispondenza della progressiva 0+735,6 km dell'asse principale, essendo l'esordio delle progressive previsto in corrispondenza del termine del lotto 2 già eseguito.

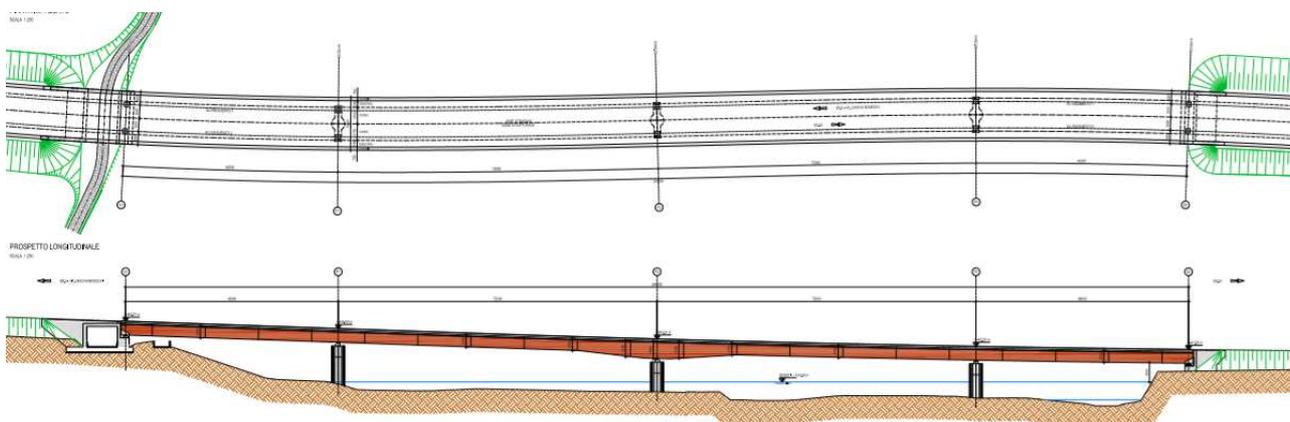


Figura 1: Viadotto Ellero. Profilo e pianta.

L'opera in oggetto è costituita complessivamente da quattro campate con la seguente scansione di luci 48 m + 72 m + 72 m + 48 m per una lunghezza complessiva di 240 m, al netto dei retrotrave, con schema statico a trave continua. La sezione trasversale conforme al progetto dell'intervento prevede una sede stradale costituita da due corsie di larghezza pari a 3.75 m, completate da banchine di larghezza pari a 1.50 m e cordoli che ospitano i guard-rail di larghezza pari a 0.75 m; pertanto la sezione trasversale ha una larghezza complessiva pari a 12.00 m

Lo sviluppo planimetrico dell'impalcato è caratterizzato da una doppia curvatura in clotoide di flesso tra due curve con raggio di 700 m e 1100 m; sulla spalla Sp1 la pendenza longitudinale è del 3.49% che si riduce lungo lo sviluppo per l'inserimento di un raccordo altimetrico concavo con raggio di 7000 m.

L'impalcato in struttura mista acciaio-calcestruzzo è realizzato con due travi in acciaio auto-protetto tipo Corten in acciaio S355, di sezione a doppio T con anima verticale, trasversalmente connesse da diaframmi reticolari di campata (disposti ad interasse tipico di 6m), mentre in corrispondenza delle spalle e delle pile sono presenti diaframmi ad anima piena con sezione a doppio T e dotati di passo d'uomo.

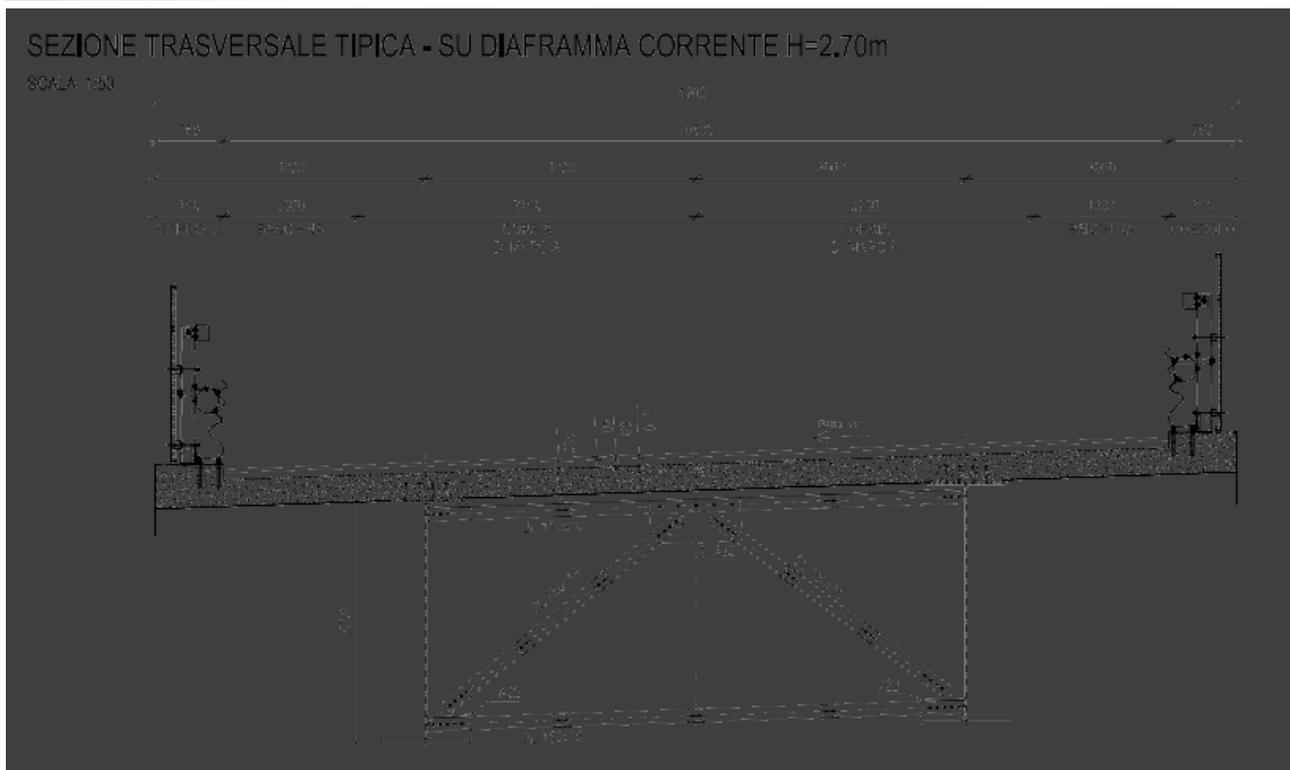


Figura 2: Viadotto Ellero. Sezione corrente

L'impalcato è completato da una soletta gettata in c.a., gettata su lastre metalliche tralicciate (poggianti sulle ali delle travi in acciaio e ad esse collegate da saldature a cordone d'angolo) di spessore pari a 5 mm, La soletta è resa collaborante con le travi mediante piolatura di collegamento (pioli Nelson) per uno spessore complessivo di 30 cm. Sulla soletta è posata la guaina di impermeabilizzazione e su questa gli strati di pavimentazione (binder e usura, per uno spessore complessivo di 12 cm).

Le travi in acciaio hanno altezza costante pari a 2.70 m ad eccezione dei conci a cavallo della pila 2 dove, in corrispondenza delle luci maggiori, hanno un'altezza variabile da 2.70m a 4.00m.

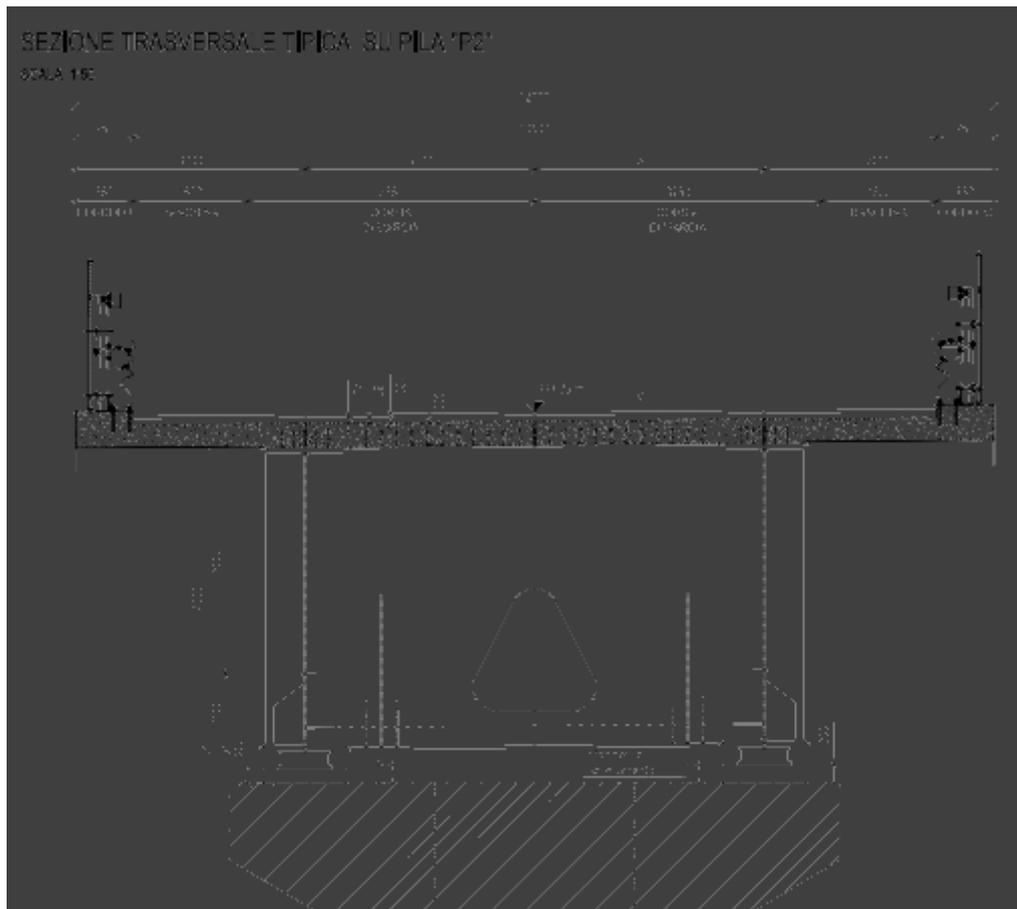


Figura 3: Viadotto Ellero. Diaframma di Pila.

All'intradosso delle travi è disposta un'orditura reticolare di controventamento in acciaio che consente il corretto comportamento della sezione a torsione. Lo schema statico è, pertanto, a cassone equivalente secondo la teoria di Bredt.

Tutti gli elementi metallici sono suddivisi in conci al fine di poter essere agevolmente trasportati su strada con mezzi correnti e le giunzioni sono previste saldate ad eccezione di quelle delle aste dei diaframmi e delle controventature che sono previste bullonate ad attrito in categoria B.

Il montaggio avverrà con sollevamento dal basso mediante autogrù con l'ausilio di pile provvisorie sulle campate di maggiore luce.

Il sistema di vincolamento risponde adeguatamente alle azioni verticali ed orizzontali consentendo al contempo le dilatazioni termiche sia in condizioni statiche che sismiche.

In corrispondenza delle pile sono previsti dispositivi isolatori elastomerici, mentre sulle spalle sono presenti un dispositivo di appoggio multidirezionali ed un dispositivo di appoggio unidirezionale longitudinale orientati secondo lo sviluppo delle travi. Questa scelta preclude il rischio di movimenti trasversali dei giunti incrementando la vita utile.

Si ha quindi che le azioni trasversali sono ripartite fra spalle e pile, mentre le sollecitazioni longitudinali insistono solo sulle pile con un comportamento, in ogni caso, tale da contenere l'entità delle pur ridotte azioni sismiche.

La spalla A del viadotto Ellero è posta al margine del pianoro ivi presente che ospita il canale Carassone di irrigazione e produzione di energia elettrica; al suo margine di monte è sita una strada di manutenzione che viene spostata localmente a tergo della spalla stessa, passando all'interno di uno scatolare con luce di 7m e altezza di 4,5 m posto senza soluzione di continuo col muro frontale della struttura.

Così configurata la spalla 1 ha una altezza media di 5,35 m al filo superiore del paraghiaia e una lunghezza del plinto di fondazione di circa 15 m. per garantire il contenimento del terreno lasciando libero il passaggio a tergo sono presenti due orecchie lunghe 7 m.

La spalla B, di esecuzione ordinaria, ha una altezza media di 5,8 m e una lunghezza del plinto di fondazione di 8 m.

In entrambi i casi sono presenti due velette laterali di protezione dei vincoli.

Le fondazioni sono profonde e poggiano su pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 24 m, 16 per la spalla A e 12 per la spalla B collegati alla elevazione con una platea di spessore pari a 1,2 m.

Le pile, in numero di tre, sono state studiate con una sezione circolare con diametro di 3 m, in grado di minimizzare l'interferenza idraulica, e hanno una altezza massima dei fusti di poco minore a 10 m.

La coppia di travi metalliche portanti, con un interasse di 6 m, poggia su un pulvino prismatico lungo 8 m largo 1,5 m e con spessore massimo di 2,5 m.

Le fondazioni profonde, intestate su 24 pali trivellati rivestiti a tutta altezza con diametro 880 mm e lunghezza di 22 m, hanno forma circolare con diametro di 7,6 m.

1.1 Considerazioni sulla durabilità dell'opera

Come esplicitato nel paragrafo precedente, la componente metallica dell'impalcato in sistema misto è realizzata con travi in acciaio auto-protetto tipo Corten; dello stesso materiale sono costituite anche le predalle metalliche dello spessore totale di 5 mm che hanno la funzione di cassero e armatura inferiore per la soletta in c.a. collaborante.

Nelle verifiche globali dell'impalcato (quindi per le verifiche di resistenza e stabilità delle sezioni composte acciaio-cls dell'impalcato) e nelle verifiche in esercizio della soletta si è scelto di considerare nella valutazione delle resistenze uno spessore ridotto a 2.5 mm delle predalle metalliche.

Nella figura seguente è indicato l'andamento della corrosione indotta in ambiente semi-rurale per gli acciai CorTen e per gli acciai al carbonio; è interessante evidenziare come il CorTen, a differenza dell'acciaio tradizionale, raggiunga una configurazione asintotica stabile dello strato "corroso".

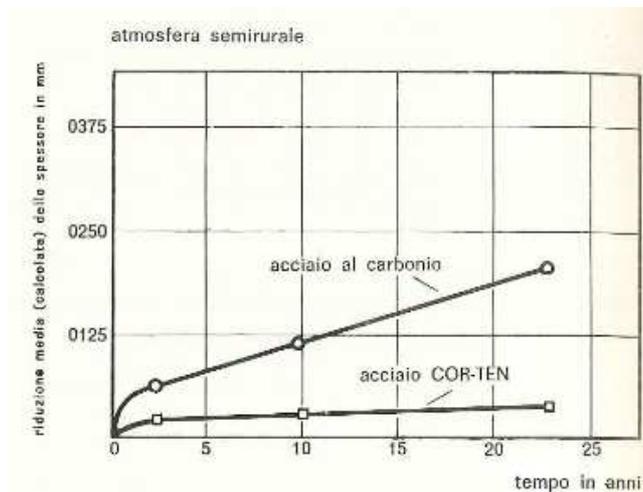


Figura 1.4 Curve di corrosione comparative riferite all'acciaio CorTen e all'acciaio al carbonio

Se si concede all'acciaio autopatinabile di autopassivarsi uniformemente, con regolari cicli umido/asciutto, si registrano perdite di spessore, per ciascuna delle due facce esposte, dell'ordine di 0.2 mm in 10 anni, senza ulteriore progressione. Quindi, con 0.20 mm di sovrasspessore per ciascuna faccia considerata, si garantisce per la vita utile dell'opera, nessuna necessità di intervento manutentivo e/o di rinforzo per perdita di spessore da corrosione.

Per il CorTen la caduta totale dello spessore per corrosione in atmosfera semi-rurale, come nel caso in oggetto, si arresta sostanzialmente attorno ai 0.50 mm, pertanto aver considerato uno spessore efficace di 2.5 mm ai fini delle verifiche statiche è da considerarsi una scelta decisamente cautelativa.

Come ulteriore sistema di protezione, si prevede l'installazione di un sistema di monitoraggio delle corrosioni costituito da una bobina di zinco della lunghezza di 50 m e dello spessore di 8mm, posizionata, orientativamente, a cavallo di una pila, in modo da poter monitorare una porzione significativa di soletta.

2 PRINCIPALI NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Si riportano le Normative adottate per le verifiche delle singole componenti strutturali:

D.M. 17-01-2018 "Norme Tecniche per le Costruzioni";	[NTC18]
CIRCOLARE 27/07/2018 "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 17-01-2018;	[C- NTC18]
UNI EN1991-2 "Azioni sulle strutture: carichi da traffico su ponti";	[EC1-2]
UNI EN1991-1-5 "Azioni sulle strutture: azioni in generale-azioni termiche"	[EC1-1-5]
UNI EN1992-1-1 "Progettazione delle strutture in calcestruzzo: regole generali e regole per gli edifici"	[EC2-1]
UNI EN1993-1-1 "Progettazione delle strutture in acciaio: regole generali e regole per gli edifici";	[EC3-1]
UNI EN1993-1-5 "Progettazione delle strutture in acciaio: elementi strutturali a lastra";	[EC3-1-5]
UNI EN1993-1-8 "Progettazione delle strutture in acciaio: progettazione dei collegamenti";	[EC3-1-8]
UNI EN1993-1-9 "Progettazione delle strutture in acciaio: fatica";	[EC3-1-9]
UNI EN1993-2 "Progettazione delle strutture in acciaio: Ponti di acciaio";	[EC3-1-8]
UNI EN1994-1-1 "Progettazione delle strutture in composte acciaio-calcestruzzo: progettazione dei collegamenti"	[EC4-1-1]

2.1 Unita' di misura

Le unità di misura utilizzate in relazione sono:

- lunghezze [mm];
- forze [kN];
- pressioni [kN/m²];
- momenti [kNm];
- tensioni [MPa].

3 CARATTERISTICHE MATERIALI

3.1 Calcestruzzo per impalcato

La scelta dei materiali è conforme alle condizioni ambientali di messa in opera della struttura ed alla norma UNI EN 1993-1-10:2005. La temperatura minima di progetto è pari a -11°C in accordo con l'Appendice Nazionale della EN1991-1-5.

CALCESTRUZZO		DM 17/01/2018		
Classe	C32/40			
coefficiente di sicurezza	γ_c	1.5	par. 4.3.3	
resistenza a compressione cilindrica caratteristica	f_{ck}	32 MPa	par. 11.2.10.1 (11.2.1)	
resistenza a compressione cubica caratteristica	R_{ck}	40 MPa	par. 11.2.10.1	
resistenza a compressione cilindrica media	f_{cm}	40.00 MPa	par. 11.2.10.1 (11.2.2)	
resistenza a trazione semplice media	f_{ctm}	3.02 MPa	par. 11.2.10.2 (11.2.3a,b)	
resistenza a trazione semplice caratteristica	f_{ctk}	2.12 MPa	par. 11.2.10.2	
resistenza a trazione per flessione media	f_{ctm}	3.63 MPa	par. 11.2.10.2 (11.2.4)	
resistenza a trazione per flessione caratteristica	f_{ctk}	2.54 MPa	par. 11.2.10.2	
modulo elastico	E_{cm}	33346 MPa	par. 11.2.10.3 (11.2.5)	
coefficiente di Poisson (cls non fessurato)	ν_{NF}	0.2 -	par. 11.2.10.4	
coefficiente di Poisson (cls fessurato)	ν_F	0 -	par. 11.2.10.4	
coefficiente di dilatazione termica	α	1.00E-05 1/°C	par. 11.2.10.5	
densità	ρ	2500 kg/m ³		
resistenza a compressione cilindrica di progetto allo SLU	f_{cd}	21.33 MPa	par. 4.1.2.1.1.1	
resistenza a trazione cilindrica di progetto allo SLU	f_{ctd}	1.41 MPa	par. 4.1.2.1.1.2	
tensione limite allo SLE nella comb. rara	$\sigma_{c,rara}$	19.20 MPa	par. 4.1.2.2.5.1	
tensione limite allo SLE nella comb. quasi perm.	$\sigma_{c,q.per.}$	14.40 MPa	par. 4.1.2.2.5.1	

COPRIFERRO		UNI EN 1992-1-1:2005	
Vita utile di progetto	100	anni	
Classe di esposizione (ai fini del copriferro)	XC3		par. 4.2, prosp. 4.1
Classe di esposizione (ai fini della composizione)	XD1		par. 4.2, prosp. 4.1
Copriferro			
Controllo di qualità speciale della produzione del cls?	Si		par. 4.4.1.2, prosp. 4.3N
Classe strutturale	S	4	par. 4.4.1.2(5)
Copriferro minimo dovuto al requisito di aderenza (ferri sup)	$c_{min,b,sup}$	26	mm par. 4.4.1.2(3)
Copriferro minimo dovuto alle condizioni ambientali	$c_{min,dur}$	25	mm par. 4.4.1.2(5)
Margine di sicurezza	$\Delta c_{dur,\gamma}$	0	mm par. 4.4.1.2(6) e Appendice Nazionale
Riduzione del copriferro minimo per acciaio inox	$\Delta c_{dur,st}$	0	mm par. 4.4.1.2(7) e Appendice Nazionale
Riduzione del copriferro minimo per protezione aggiuntiva	$\Delta c_{dur,add}$	0	mm par. 4.4.1.2(8) e Appendice Nazionale
Copriferro nominale minimo - strato superiore	$c_{nom,sup}$	36	mm
Margine di progetto per gli scostamenti	$\Delta c_{dev,sup}$	10	mm par. 4.4.1.3(1,3) e Appendice Nazionale
Copriferro minimo	$c_{min,sup}$	26	mm par. 4.4.1.2(2)
max	$c_{min,b,sup}$	26	mm
	$c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}$	25	mm
		10	mm

3.2 Acciaio ordinario per armature

Le armature da porre in opera non dovranno presentare tracce di ossidazione, corrosione e di qualsiasi altra sostanza che possa ridurne l'aderenza al conglomerato; dovranno inoltre presentare sezione integra e priva di qualsiasi difetto.

Si utilizzeranno barre ad aderenza migliorata tipo B450C controllato in stabilimento, aventi le seguenti caratteristiche:

tensione caratteristica di snervamento $f_{yk} \geq f_{y,nom} = 450$ MPa

tensione caratteristica di rottura $f_{tk} \geq f_{t,nom} = 540$ MPa

modulo elastico $E_s = 210.000$ MPa

$1.15 < (f_t / f_y)_k < 1.35$

$(f_{y,eff} / f_{y,nom}) < 1.25$

$(A_{gt})_k \geq 7.5\%$

con tensioni di progetto pari a:

- tensioni allo stato limite ultimo

$f_{yd} = 391$ N/mm² con $\gamma_s = 1.15$

- tensioni allo stato limite esercizio

$t_c = 0.8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$ (nella c.c. rara)

3.3 Acciaio per carpenteria

La carpenteria metallica sarà realizzata in acciaio:

tipo S355J2 - per elementi saldati per spessori $t \leq 20 \text{ mm}$;

tipo S355J2+N - per elementi saldati per spessori $t \leq 40 \text{ mm}$;

tipo S355K2+N per elementi saldati per spessori $t > 40 \text{ mm}$;

tipo S355J0W - per elementi non saldati, piastre sciolte ed angolari

Gli acciai con spessori $t \leq 40 \text{ mm}$ devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

tensione di rottura a trazione $f_t \geq 510 \text{ MPa}$

tensione di snervamento $f_y \geq 355 \text{ MPa}$

allungamento (lamiera) $\Delta_t \geq 21\%$

modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Gli acciai con spessori $t > 40 \text{ mm}$ devono essere conformi alle prescrizioni del D.M. 17.1.2018, dovendo presentare le seguenti caratteristiche:

tensione di rottura a trazione $f_t \geq 470 \text{ MPa}$

tensione di snervamento $f_y \geq 335 \text{ MPa}$

allungamento (lamiera) $\Delta_t \geq 21\%$

modulo elastico $E_s = 210.000 \text{ MPa}$

Vengono considerati elementi di carpenteria, quindi caratterizzati dalle specifiche soprariportate anche le predelle metalliche, gli elementi di interfaccia e collegamento degli apparecchi di appoggio. L'assemblaggio dei conci delle travi principali da effettuare in quota sarà realizzato mediante giunzioni saldate, secondo quanto riportato negli elaborati progettuali. Idiaframmi saranno uniti alle travi principali mediante giunzioni bullonate.

3.4 Acciaio per bulloni

Le giunzioni bullonate saranno realizzate con bulloni ad alta resistenza per giunzioni ad attrito conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.6.2 del D.M. 17.1.2018 e nella UNI EN 14399-1

- vite classe 10.9 (UNI EN 14399-3 se assieme HR, EN 14399-4 se assieme HV)
- dado classe 10 (UNI EN 14399-3 se assieme HR, EN 14399-4 se assieme HV)
- rosette classe C50 temprato e rinvenuto (UNI EN 14399-6 marcatura H10 e HB)

I bulloni dovranno essere montati con una rosetta sotto la testa della vite e una rosetta sotto il dado, inoltre dovranno essere contrassegnati con le indicazioni del produttore, la classe di resistenza e la marcatura CE.

I bulloni disposti verticalmente avranno la testa della vite rivolta verso l'alto e il dado verso il basso.

3.5 Coppia di serraggio dei bulloni

I bulloni ad alta resistenza della classe 10.9, precaricati con serraggio controllato, per giunzioni ad attrito devono essere conformi alla norma armonizzata UNI EN 14399-1 e recare la marchiatura CE. Al p.to 4.3 la norma armonizzata UNI EN 14399-1 prescrive che viti, dadi e rondelle siano forniti dal medesimo produttore.

La coppia di serraggio per i bulloni delle giunzioni ad attrito è quella indicata sulle targhette confezioni dei bulloni.

Nel caso che la coppia di serraggio non sia riportata sulle targhette delle confezioni, ma compaia il solo fattore k secondo la classe funzionale, la coppia di serraggio è pari a:

$$M = k \cdot d \cdot F_{p,C} = k \cdot d \cdot 0.7 \cdot A_{res} \cdot f_{tb}$$

dove

d è il diametro nominale della vite;

A_{res} è l'area resistente della vite;

f_{tb} è la resistenza ultima a trazione del bullone.

Nella tabella seguente, riportata al p.to C4.2.8.1.1.1 delle Istruzioni per l'applicazione del D.M. 17.1.2018 (Circolare C-NTC18), sono contenuti i valori della coppia di serraggio al variare del valore di k per diversi diametri dei bulloni.

Tabella C4.2.XXI Coppie di serraggio per bulloni 10.9

Viti 10.9 – Momento di serraggio M [N m]									
VITE	k=0.10	k=0.12	k=0.14	k=0.16	k=0.18	k=0.20	k=0.22	$F_{p,C}$ [kN]	A_{res} [mm ²]
M12	70.8	85.0	99.1	113	128	142	156	59.0	84.3
M14	113	135	158	180	203	225	248	80.5	115
M16	176	211	246	281	317	352	387	110	157
M18	242	290	339	387	435	484	532	134	192
M20	343	412	480	549	617	686	755	172	245
M22	467	560	653	747	840	933	1027	212	303
M24	593	712	830	949	1067	1186	1305	247	353
M27	868	1041	1215	1388	1562	1735	1909	321	459
M30	1178	1414	1649	1885	2121	2356	2592	393	561
M36	2059	2471	2882	3294	3706	4118	4529	572	817

3.6 Pioli con testa tipo "Nelson"

I pioli devono essere conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.7 del D.M. 17.1.2018 e nella UNI EN 10025.

Vengono adottati pioli tipo Nelson $\varnothing 22$ con altezza $H=175$ mm in acciaio S235J2G3+C450 caratterizzato da:

- resistenza a snervamento dell'acciaio $f_y \geq 350$ MPa;
- resistenza a rottura dell'acciaio $f_u \geq 450$ MPa;
- allungamento a rottura dell'acciaio maggiore del 15%;
- strizione a rottura dell'acciaio maggiore del 50%.

3.7 Pioli per predalle

I pioli devono essere conformi alle specifiche contenute nel p.to 11.3.4.7 del D.M. 17.1.2018 e nella UNI EN 10025.

Vengono adottati pioli tipo Nelson $\varnothing 13$ con altezza $H=50$ mm in acciaio S235J2G3+C450 caratterizzato da:

- resistenza a snervamento dell'acciaio $f_y \geq 350$ MPa;
- resistenza a rottura dell'acciaio $f_u \geq 450$ MPa;
- allungamento a rottura dell'acciaio maggiore del 15%;
- strizione a rottura dell'acciaio maggiore del 50%.

3.8 Giunzioni

Le saldature dovranno essere realizzate secondo le indicazioni del D.M. 17.1.2018.

4 Classe di esecuzione

La determinazione della classe di esecuzione avviene nella fase di progettazione strutturale in cui vengono valutate le specifiche per la progettazione e la realizzazione della struttura.

La determinazione della classe di esecuzione viene fatta tenendo conto delle disposizioni nazionali, consultando, e collaborando in tale processo decisionale con tutte le figure che intervengono nella realizzazione dell'opera (costruttore, proprietario, responsabile del progetto) e seguendo le disposizioni nazionali nel luogo di utilizzo della struttura.

La procedura raccomandata per la determinazione della classe di esecuzione avviene in tre fasi:

- Selezione di una classe di importanza, espressa in termini di conseguenze prevedibili sia umane, che economiche o ambientali, di un guasto o di un cedimento di una componente.
- Selezione di una categorie di servizio e di una di categoria di produzione.
- Determinazione della classe di esecuzione dei risultati delle due scelte sopra riportate secondo il prospetto B3 della UNI EN 1090-2.

4.1 Fattori di amministrazione per la scelta della classe di esecuzione

4.1.1 Classe di importanza

Nell'Eurocodice 0_EN 1990 "Criteri generali di progettazione" all'appendice B Tabella B1 "differenziazione dell'affidabilità strutturale per le costruzioni" vengono riportate le classi di conseguenza in caso di malfunzionamento della struttura, definite in base all'impatto sulla popolazione, ambiente, vite umane, sociali.

CLASSE DI CONSEGUENZA (CCi)		DESCRIZIONE	ESEMPI
CC3	Impatto elevato	Gravi conseguenze per perdite di vite umane, economiche o sociali. Oppure gravi conseguenze per l'ambiente	Tribune coperte, edifici pubblici, ove le conseguenze di errori sono alte (Esempio: sale di concerti).
CC2	impatto medio	Conseguenze di media entità per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure considerevoli conseguenze per l'ambiente.	Costruzioni residenziali oppure per uffici, uffici pubblici ove le conseguenze in caso di fallimento sono medie (Costruzioni di uffici).
CC1	basso impatto	Lievi conseguenze per perdite di vite umane, economiche, sociali, oppure basse o trascurabili conseguenze per l'ambiente.	Costruzioni agricole dove le persone normalmente non entrano

4.1.2 Rischi connessi con l'esecuzione

Tali pericoli possono derivare dalla complessità dell'esecuzione dei lavori e dalla incertezza nella esposizione e nella azioni della struttura che possono evidenziare difetti nella struttura durante il suo utilizzo.

Rischi potenziali sono connessi in particolari con:

- fattori di servizio derivanti dalle azioni di cui la struttura e le sue parti possono essere esposte durante il montaggio, l'utilizzo, e i livelli di sollecitazione nei componenti in relazione alla loro resistenza
- fattori di produzione derivanti dalla complessità della realizzazione della struttura e delle sue componenti, per esempio, applicazione di particolari tecniche, procedure o controlli.

Per spiegare questa differenziazione dei rischi in categorie di servizio sono state introdotte le categorie di produzione.

La categoria di produzione può essere determinata sulla base del prospetto B.2. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA DI PRODUZIONE (PC)		
PC1	no saldature e acciai con grado < S355	- Componenti non saldati e realizzati con qualunque grado di acciaio
		- Componenti saldati realizzati con acciaio digrado inferiore a S355
PC2	componenti saldati e acciaio con grado ≥S355	- Componenti saldati realizzati con acciaio digrado S355 e superiore
		- Componenti essenziali per l'integrità strutturale che vengono assemblati tramite saldatura sulla costruzione in situ
		- Componenti con formatura a caldo oppure che abbiano ricevuto un trattamento termico durante la produzione
		- Componenti di tralicci CHS che richiedono taglie profilature

4.1.3 Categoria di servizio - Rischi connessi con l'utilizzo della struttura

La categoria di servizio può essere determinata sulla base del prospetto B.1. delle UNI EN 1090:2

CATEGORIA DI SERVIZIO (SC)		DEFINITE IN BASE ALLE SOLLECITAZIONI PREVISTE (dinamiche / statiche)	ESEMPLI
SC1	sollecitazione statica	- Strutture e componenti progettati per azioni quasi-statiche	(Esempio: Edifici)
		- Strutture e componenti per connessioni progettate per resistere ad azioni sismiche in regioni a bassa intensità sismica e DCL	DCL: Comportamento strutturale poco dissipativo (EN 1998 – Prospetto 6.1)
		- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica da gru (Classe S0)	
SC2	sollecitazione dinamica a fatica	- Strutture e componenti progettati per azioni a fatica in accordo con EN 1993	(Esempio: ponti ferroviari e stradali, gru (da S1 a S9), strutture suscettibili a vibrazioni determinate dall'azione del vento, gru oppure macchine con funzione rotazionale)
		- Strutture e componenti le cui connessioni sono progettate per azioni sismiche in regioni con medio ed alto rischio sismico e in DCM e DCH	Comportamento strutturale (EN 1998 – Prospetto 6.1) DCM: mediamente dissipativo DCH: Altamente dissipativo

4.2 Determinazione della CLASSE DI ESECUZIONE per la carpenteria metallica del Viadotto Polcevera

CLASSE DI CONSEGUENZA = CC2

CLASSE DI SERVIZIO = SC2

CATEGORIA DI PRODUZIONE = PC2

CLASSE DI ESECUZIONE

La classe di esecuzione è deducibile dalla tabella riportata nella 1090-2 appendice B

Tabella di determinazione della classe di esecuzione B.3. UNI EN 1090:2							
Classi di conseguenza		CC1		CC2		CC3	
Categorie di servizio		SC1	SC2	SC1	SC2	SC1	SC2
Categorie di produzione	di PC1	EXC1	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC3
	PC2	EXC2	EXC2	EXC2	EXC3	EXC3	EXC4

Per la carpenteria metallica della dell'impalcato in sistema misto acciaio-calcestruzzo la classe di esecuzione può essere assunta pari a EXC3.

5 CODICI DI CALCOLO E MODELLI DI CALCOLO

Tutti i codici di calcolo automatico utilizzati per il calcolo e la verifica delle strutture e la redazione della presente relazione di calcolo sono di sicura ed accertata validità e sono stati impiegati conformemente alle loro caratteristiche. Tale affermazione è suffragata dai seguenti elementi:

- grande diffusione del codice di calcolo sul mercato;
- storia consolidata del codice di calcolo (svariati anni di utilizzo);
- pratica d'uso frequente in studio.

La progettazione generale si avvale inoltre di calcoli basati su fogli elettronici implementati e verificati dallo scrivente e validati, quando opportuno, mediante l'ausilio dei codici di calcolo più complessi cui sopra accennato.

5.1 MIDAS®

MIDAS/Civil 2017 versione 2.2. Per ogni tipologia di analisi effettuata, sia essa statica o dinamica, il software determina le massime sollecitazioni in ogni elemento. Ad esempio, per quanto riguarda i carichi

mobili, il software, al variare della posizione del carico mobile considerato, individua la massima azione agente su ciascun componente strutturale.

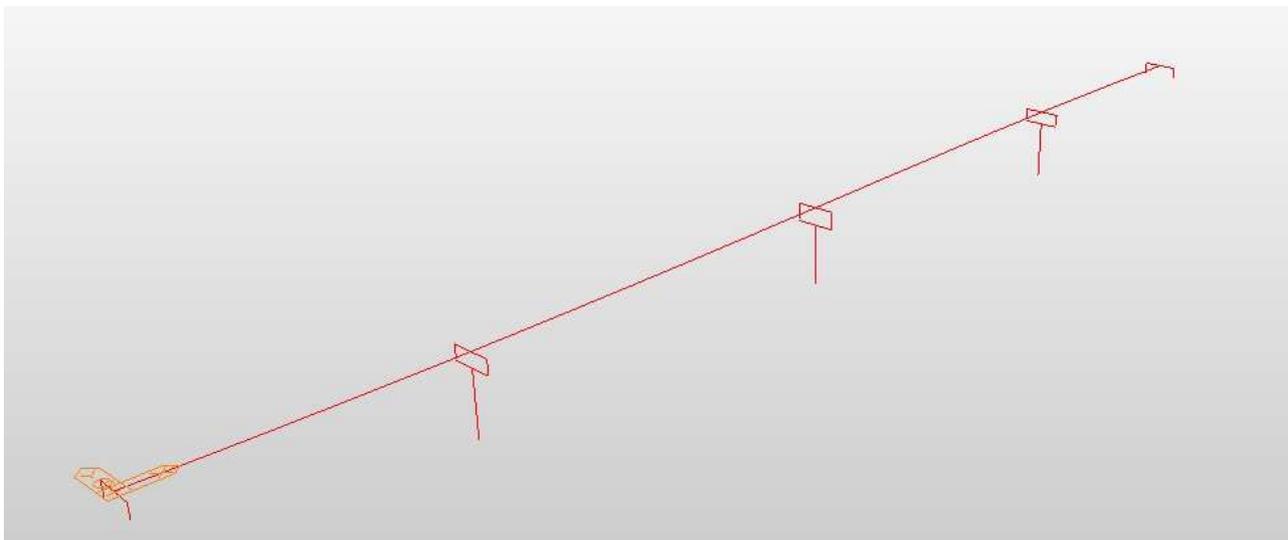
5.2 Modelli di Calcolo

Per calcolare i parametri di sollecitazione sulle membrature dell'impalcato è stato approntato un unico modello tridimensionale agli elementi finiti comprendente anche gli elementi secondari. Tale modello corrisponde alla struttura come viene realizzata, replicando nel modo più accurato possibile, entro i limiti della modellazione, ciò che riguarda le geometrie, i parametri statici delle diverse sezioni ed i vincoli nelle diverse fasi e sottofasi di calcolo. Il modello utilizzato è tridimensionale. Si utilizzano elementi tipo BEAM per schematizzare le travi principali dell'impalcato, le travi di spina ed i diaframmi..

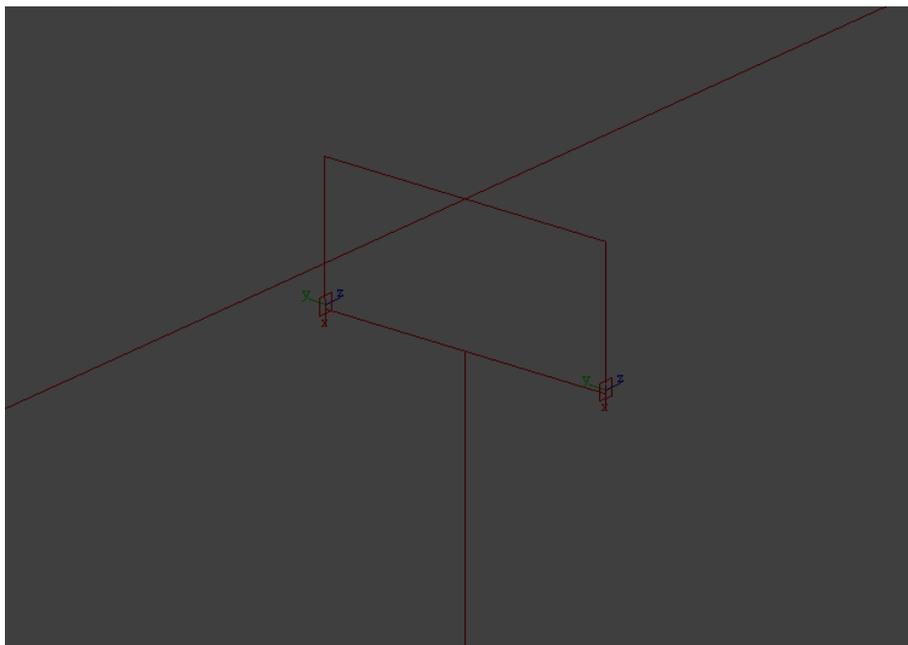
I vincoli esterni sono schematizzati con dispositivi caratterizzati dalla effettiva rigidità dell'appoggio.

Il sistema di riferimento globale utilizzato considera, come riportato in figura:

- asse "X" = asse longitudinale del ponte;
- asse "Y" = asse trasversale del ponte;
- asse "Z" = asse verticale.



Per tener conto dell'altezza dell'impalcato, nel modello sono stati considerati dei bracci rigidi orizzontali con lunghezza pari alla distanza degli appoggi e verticali per avere la stessa eccentricità del baricentro della sezione dal piano di appoggio.



Il collegamento tra l'impalcato e la pila è stato effettuato tramite link elastici in grado di simulare il reale vincolamento della struttura realizzato con isolatori elastomerici sulle pile e con appoggi unidirezionali e multidirezionali sulle spalle.

6 CARICHI DI PROGETTO

6.1 Elenco delle condizioni Elementari di Carico

Si calcola l'opera sottoposta alle azioni indotte da:

- g_1 peso proprio delle strutture: acciaio-clc
- g_2 carichi permanenti portati: pavimentazione, veletta, NJ, marciapiedi, parapetti
- ϵ_1 distorsioni di progetto
- ϵ_2 ritiro del calcestruzzo
- ϵ_3 variazioni termiche differenziali: Acciaio-clc.
- ϵ_4 effetti viscosi
- ϵ_5 cedimenti differenziali dei vincoli
- q_1 carichi mobili
- q_2 effetto dinamico dei carichi mobili
- q_3 azioni longitudinali di frenamento
- q_4 azione centrifuga

- q₅ azioni del vento
- q₆ azioni sismiche
- q₇ resistenze parassite dei vincoli
- q₈ azioni sui parapetti – urto di veicolo in svio
- q₉ altre azioni variabili – urto di un veicolo

Tali azioni saranno combinate secondo le prescrizioni delle normative vigenti.

6.2 Criteri per la Valutazione delle Azioni sulla Struttura

6.2.1 Carichi permanenti

I carichi permanenti sono costituiti dai pesi propri delle strutture portanti e delle sovrastrutture. Essi sono valutati moltiplicando il volume calcolato geometricamente per i pesi specifici dei materiali.

6.2.2 Azioni dei carichi variabili mobili

I carichi accidentali agenti sull'impalcato sono definiti dalle NTC 2018 per ponti di categoria I e vanno posizionati in modo da produrre gli effetti più sfavorevoli ai fini della valutazione della resistenza e stabilità degli elementi dell'impalcato (travi, soletta, traversi).

6.2.3 Coefficiente di incremento dinamico addizionale

Il coefficiente di incremento dinamico addizionale da applicare alle azioni indotte dai carichi mobili è valutato secondo NTC 2018: per l'analisi globale dell'impalcato e nell'ipotesi di pavimentazione di media rugosità si assume $q_2 = 1$; effetti locali in prossimità di interruzioni della continuità strutturale della soletta sono stati considerati in conformità all'EC 1991-2 (4.6) ed assunto pari a 1.3.

6.2.4 Ritiro e viscosità del calcestruzzo

Le azioni indotte da queste azioni e dall'interazione tra esse sono valutate secondo le più recenti indicazioni contenute nella norma EC4 (vedere verifica delle sezioni).

6.2.5 Azioni del vento

Le azioni del vento sono valutate calcolando la pressione cinetica di riferimento q_{ref} secondo le indicazioni contenute nelle NTC 2018, da applicarsi alla sagoma trasversale del ponte a ponte scarico ed a ponte carico tenendo conto dell'ingombro dei carichi accidentali presenti.

6.2.6 Carichi mobili

Il sovraccarico accidentale è valutato secondo le indicazioni contenute nelle NTC 2018.

6.2.7 Azioni del sisma

L'area oggetto del presente intervento si sviluppa interamente nel territorio comunale di Mondovì (Cuneo).

La più recente mappa di pericolosità sismica, introdotta dalle "Norme tecniche per le costruzioni" del 17.1.2018, definisce i parametri di sismicità in base alla localizzazione del sito, espressa in termini di latitudine e longitudine. Le azioni sismiche di progetto in base alle quali si è valutato il rispetto dei diversi stati limite considerati, sono state valutate a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, definita in termini d'accelerazione orizzontale massima attesa a_g , nonché d'ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità d'eccedenza P_{VR} , nel periodo di riferimento V_R . Le probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R sono riportate nella Tabella 3.2.I delle Nuove Norme Tecniche; in particolare per lo stato limite ultimo si considera una probabilità del 10% per lo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV), ed una percentuale del 5% per lo Stato Limite di prevenzione del Collasso (SLC); per quanto riguarda gli stati limite d'esercizio si considerano lo stato limite d'operatività (SLO), con la probabilità di superamento del 81% e lo stato limite di danno (SLD), con la probabilità di superamento del 63%.

Nel caso in esame la posizione dell'intervento è individuata dalle seguenti coordinate:

Long.7,81666°E – Lat.44,381055 °N

VITA DELLA STRUTTURA								
Vita nominale dell'opera:			VN = 50 anni					
Classe d'uso:			IV					
Coefficiente d'uso:			CU= 2					
Periodo di riferimento per le azioni sismiche strutturali:			VR = VN × CU = 100 anni					
CARATTERISTICHE SISMICHE DEL SITO								
Topografia:			T1					
Coefficiente Topografico:			ST= 1					
Categoria Suolo:			B					
Opera	Long	Lat	SLV (712 anni)			SLC (1462 anni)		
			ag	Fo	Tc	ag	Fo	Tc
Viadotto Ellero	7.80994	44.36508	0.095	2.673	0.316	0.115	2.749	0.330

Considerando la modesta lunghezza dell'opera e considerando che la tipologia del terreno è costante lungo tutto lo sviluppo, è stato adottato il medesimo spettro in ogni punto del ponte.

Definizione dello spettro

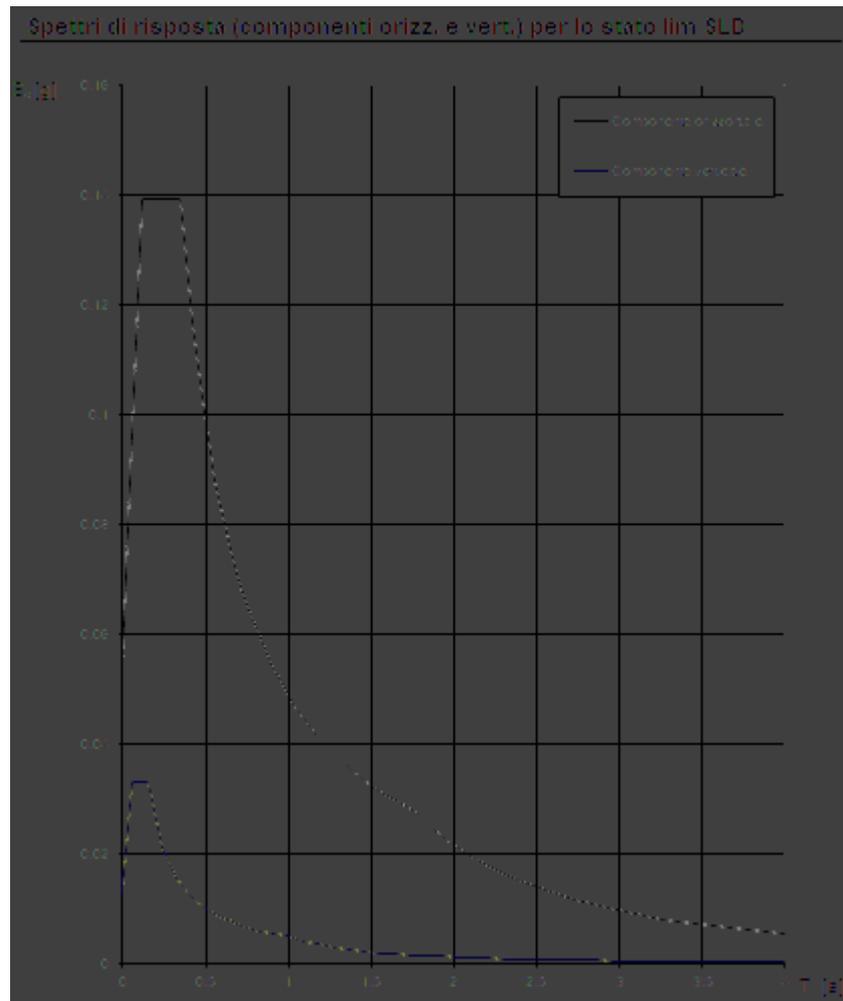


Figura 5 - Spettro di risposta elastico per lo Stato Limite di Danno

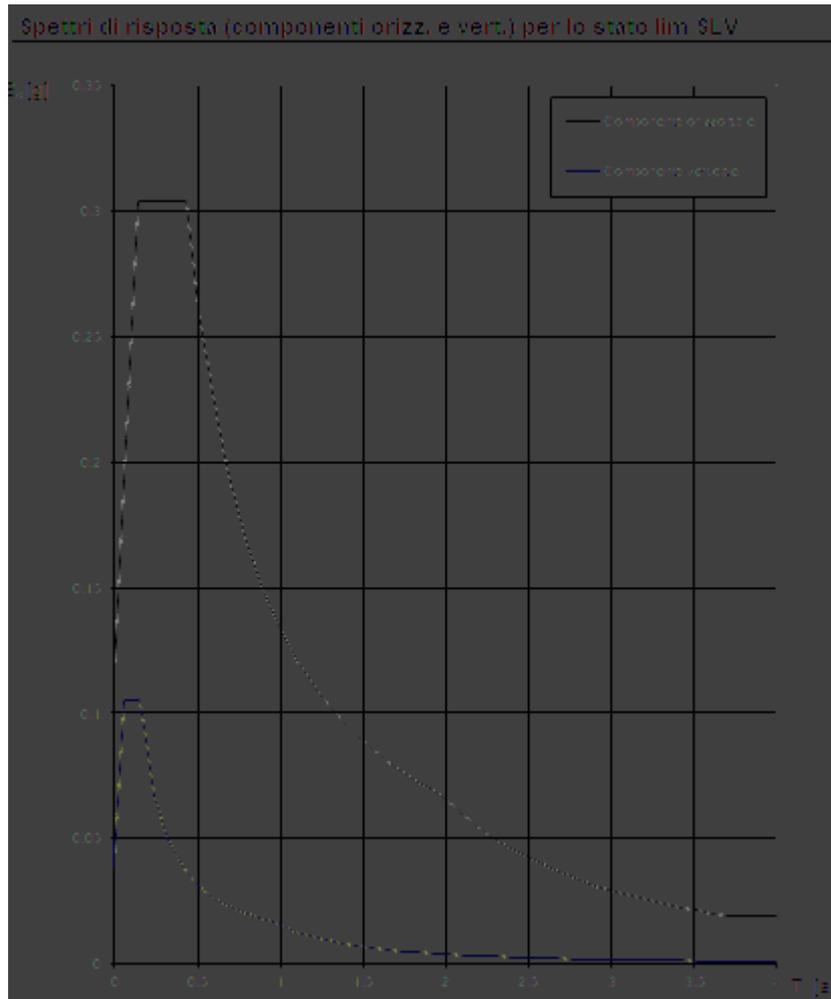


Figura 6 - Spettro di risposta elastico per lo Stato Limite della Vita

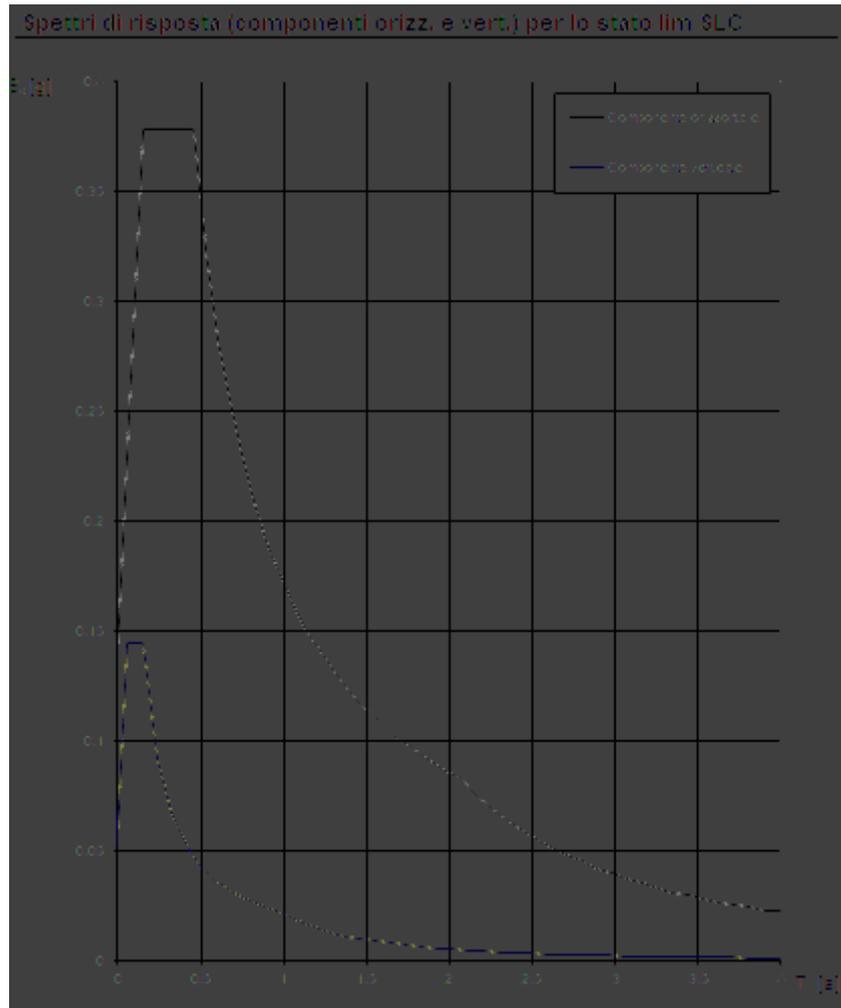


Figura 7 - Spettro di risposta elastico per lo Stato Limite di Collasso

7 ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio delle strutture (G₁)

Il peso proprio strutturale è così definito:

g1 Pesi propri

A. getto soletta	25.00 kN/m ³ x 29.5 cm =	7.38 kN/m ²
B. predalle acciaio	78.50 kN/m ³ x 0.5 cm =	0.39 kN/m ²
C. peso impalcato		da modello

Il peso proprio dell'impalcato è stato opportunamente incrementato in modo da simulare il peso di tutti gli elementi secondari non modellati, quali pioli, irrigidimenti, ecc... la misura di tale incremento è compresa entro il 10% del peso totale della carpenteria dell'impalcato.

I carichi sono applicati come azione distribuita linearmente su ciascun elemento strutturale modellato.

7.2 Carichi permanenti non strutturali (G₂)

Il carico permanente è così definito:

g2 Pesi permanenti portati

A. pavimentazione	24.00 kN/m ³ x 11 cm =	2.64 kN/m ²
B. cordoli	2 x 25.00 kN/m ³ x 0.11 m ² =	5.63 kN/m
C. guard-rail laterali	1.50 kN/m x 2 =	3.00 kN/m
D. tubo scarico, impianti	1.50 kN/m x 2 =	3.00 kN/m

I carichi sono applicati come azione distribuita linearmente

7.3 Spinta idraulica sulle pile (G_{3.1})

Si considera l'azione della spinta esercitata sulle pile dalla corrente per piene con TR 200

AZIONE IDRODINAMICA		
Velocità acqua	V	4.53 m/sec
Densità acqua	r	102 daN sec ² /m ²
coeff. forma	K	0.5
Pressione idrostatica	P	5.23 kN/m ²

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associate al livello idrico massimo che si verifica mediamente ogni anno (a favore di sicurezza è stato valutato per $Tr = 5,001$) sarà combinato con le altre azioni variabili adottando valori del coefficiente ψ_0 unitario.

Lo scalzamento e le azioni idrodinamiche associati all'evento di piena di progetto devono essere combinate esclusivamente con le altre azioni variabili da traffico, adottando per queste ultime i coefficienti di combinazione ψ_1 .

Lo scalzamento viene valutato per le pile P2 e P3 per il Tr_{200} .

Scalzamento Pila		P2	P3	
Quota Tr_{200}	s.l.m.	433.04	433.04	m
Quota Tr_5	s.l.m.	431.98	431.98	m
Quota alveo	Q.alveo	432.26	431	m
Altezza dell'acqua Tr_{200}	Y_{tr200}	0.78	2.04	m
Altezza dell'acqua Tr_5 [NTC5.1.2.3]	Y_{tr5}	0	0.98	m
Valutata sull'ingombro fondazione				
Dimensione plinto fondazione	D	7.6	7.6	m
Coeff. Forma plinto	K_s	0.9	0.9	
Coeff. maggiorativo	k_a	1	1	
$H_{scalzamento}$ (Formula di Neill) Tr_{200}	H_{tr200}	5.18	6.92	m
$H_{scalzamento}$ (Formula di Neill) Tr_5	H_{tr5}	0	5.55	m

7.4 Effetti di ritiro e viscosità dei calcestruzzi (ϵ_2)

La deformazione totale da ritiro si può esprimere, in sede di progettazione, come una contrazione termica derivante da un Δt differenziale. Il calcestruzzo utilizzato, senza additivi, presenterebbe le seguenti caratteristiche:

RITIRO

Classe di Resistenza	C32/40		R_{ck}	40	Mpa
RH - umidità relativa	70%				
f_{ck}	32	MPa			
f_{cm}	40	MPa			resistenza media cilindrica
f_{ctm}	3.02	MPa			resistenza media a trazione assiale
f_{ctm}	3.63	MPa			resistenza media a trazione per flessione
E_c	33346	MPa			modulo elastico istantaneo
Classe cemento	M				
ϵ_{cd}	3.54E-04				deformazione di base di ritiro per essiccamento
K_h	0.700				
$\epsilon_{cd,inf}$	2.47E-04				deformazione di ritiro per essiccamento
$\epsilon_{ca,inf}$	5.50E-05				deformazione per ritiro autogeno
α	1.00E-05				coefficiente di dilatazione termica del cls ($^{\circ}C^{-1}$)
ϵ_{cs}	3.02E-04				deformazione totale per ritiro
il ritiro è equivalente ad una contrazione termica derivante da un Δt pari a :					
Δt	30				$^{\circ}C$

Il fenomeno di ritiro, applicato cautelativamente al 50% per l'impiego di additivi antiritiro, viene valutato applicando delle distorsioni termiche (a farfalla ed uniformi) sull'intera sezione in grado di generare nella sezione la stessa distorsione indotta dal ritiro concentrato nella sola soletta.

La variazione termica equivalente D_{tr} in soletta per effetto del ritiro è 30°.

A tale effetto corrisponde uno sforzo normale pari a :

$N = \text{Area totale cls} \times a \times D_{tr} \times E_r$ dove:

a = coefficiente di dilatazione termica

E_r = modulo elastico omogeneizzato al ritiro

Il valore del momento flettente corrispondente generato è pari a:

$M = a \times D_{tr} \times S \times E_{acc}$ dove:

- S = momento statico della sola soletta collaborante rispetto al baricentro della sezione omogeneizzato all'acciaio

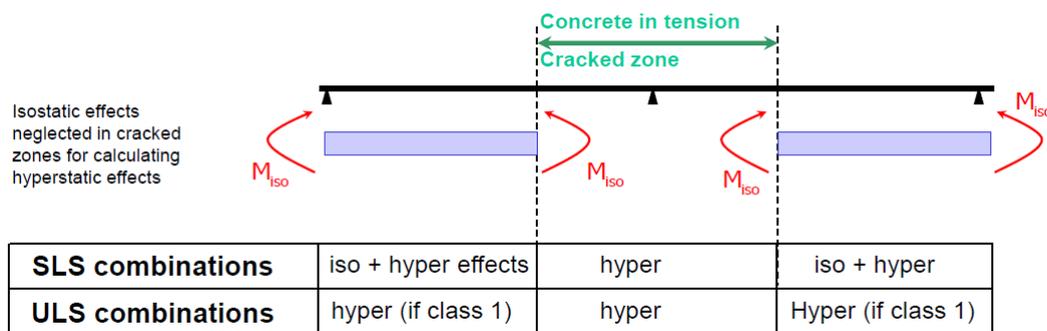
Note le due sollecitazioni è possibile ricavare:

- La variazione termica uniforme $N/(E_{acc} A)$ da cui si ricava un D_{t_u} uniforme pari a $D_{t_u} = N / ((E_{acc} A) a)$
- La variazione termica a gradiente da cui confrontando le curvature si ricava : $c = M / (E_{acc} J)$ da cui $D_{t_{diff}} = c H_{sez} / a$

Tali variazioni termiche si applicano solo alle zone non fessurate ricavando l'effetto iperstatico dovuto al ritiro sulla travata continua.

Il diagramma del momento flettente che si ottiene viene sommato con gli effetti derivanti dall'applicazione di un momento flettente da ritiro isostatico pari ad N per il baricentro della sezione omogeneizzata.

$M_{iso} = dN_{rit} \times \text{distanza baricentro dalla soletta}$



7.5 Effetti delle variazioni termiche (ϵ_3)

I valori rappresentativi delle azioni termiche sono stati stimati attraverso due componenti:

- Componente di temperatura *uniforme*, secondo quanto specificato nel par. 3.5.2 delle NTC 2018, si ha:

Zona I	
Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Emilia, Ato Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia, Trentino-Alto Adige	
$T_{min} = 13 - t_{a, 1980}$	[3.5.1]
$T_{max} = 42 - t_{a, 1980}$	[3.5.2]

Pertanto:

$$T_{min} = -16.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_{max} = 39.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$T_0 = 15 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{contr} = -16.6 - 15 = -31.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$\Delta T_{exp} = 39.6 - 15 = 24.6 \text{ } ^\circ\text{C}$$

Per quanto riguarda la definizione degli scorrimenti di appoggi e giunti, inoltre, in riferimento al paragrafo C5.1.4.5 della Circolare NTC 2018, a tali componenti deve essere sommata un'ulteriore quota legata alle procedure di installazione degli apparecchi:

$$\Delta T_{exp,d} = \Delta T_{exp} + \Delta T_0$$

$$\Delta T_{con,d} = \Delta T_{con} + \Delta T_0$$

$\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione con la misurazione accurata della temperatura della struttura e con prerogolazione per effetti termici a fine costruzione.
$\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	
$\Delta T_0 = 10^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione con la stima della temperatura della struttura e
$\Delta T_0 = 15^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	con prerogolazione per effetti termici a fine costruzione. Per stima della temperatura della struttura si intende la valutazione secondo quanto indicato nel Capitolo 6 delle UNI EN 1991-1-5 con una accurata misura della temperatura dell'aria esterna.
$\Delta T_0 = 20^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione senza alcuna prerogolazione per effetti termici.
$\Delta T_0 = 30^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	

Nel caso in esame si è applicato un ΔT_0 pari a $20 \text{ } ^\circ\text{C}$ (Strutture in acciaio/cls senza alcuna prerogolazione per effetti termici).

- Componente di temperatura *differenziale*, per la quale si è fatto ricorso al prospetto 6.1 contenuto nell'EC1-1-5

Tipi di Impalcati	Fate superiore di valle della sala inferiore	Fate inferiore di valle della sala superiore
	$\Delta T_{M, \text{val}} \text{ (}^\circ\text{C)}$	$\Delta T_{N, \text{val}} \text{ (}^\circ\text{C)}$
Tipi 1: Impalcati a vuoto	14	13
Tipi 2: Impalcati a struttura completa	14	14
Tipi 3: Impalcati di sottostesse		
- rete superiore di sovrastessa	10	9
- rete di sottostesse	15	9
- rete di sovrastesse	15	9

Si è tenuto conto della simultaneità delle azioni uniformi e differenziali utilizzando la più severa delle due formule di combinazione riportate nell'EC1-1-5 al par. 6.1.5:

$$\Delta T_M + \omega_N \Delta T_N$$

$$\omega_M \Delta T_M + \Delta T_N$$

In cui si ha $w_N = 0.35$ e $w_M = 0.75$.

7.6 Effetti dovuti alla viscosità (ε_4)

Dei fenomeni viscosi si tiene conto nella definizione delle sezioni. Ciò porta alla caratterizzazione delle differenti rigidzze che la struttura mista assume nelle diverse fasi temporali di lavoro (fase 2 a lungo termine e fase 3 a breve termine). Le NTC, al paragrafo 11.2.10.7, rimandano all'UNI EN 1992-1-1 per valutazioni accurate del coefficiente di viscosità a tempo infinito; i coefficienti di viscosità a tempo infinito vengono dunque valutati secondo il procedimento descritto nell'appendice B.

$$\varphi(t, t_0) = \varphi_0 \cdot \beta_c(t, t_0) \quad \text{Coefficiente di viscosità}$$

$$\varphi_0 = \varphi_{RH} \cdot \beta(f_{cm}) \cdot \beta(t_0) \quad \text{Coefficiente nominale di viscosità}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + \frac{1-RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \quad \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa}$$

$$\varphi_{RH} = 1 + \left[\frac{1-RH/100}{0.1 \cdot \sqrt[3]{h_0}} \cdot \alpha_1 \right] \cdot \alpha_2 \quad \text{per } f_{cm} > 35 \text{ MPa}$$

Con:

RH umidità relativa in %;

$\beta(f_{cm}) = \frac{16.8}{\sqrt{f_{cm}}}$ coefficiente che tiene conto dell'effetto della resistenza del calcestruzzo sul coefficiente nominale di viscosità

$\beta(t_0) = \frac{1}{(0.1+t_0^{0.20})}$ coefficiente che tiene conto dell'effetto dell'età del calcestruzzo al momento del carico sul coefficiente nominale di viscosità.

$\beta_c(t, t_0) = \left[\frac{(t-t_0)}{(\beta_H+t-t_0)} \right]^{0.3}$ coefficiente atto a descrivere l'evoluzione della viscosità nel tempo dopo l'applicazione del carico

t età del calcestruzzo, in giorni, al momento considerato;

t₀ età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico; t - t₀ la durata non corretta del carico, in giorni;

β_H coefficiente dipendente dall'umidità relativa (RH in %) e dalla dimensione fittizia dell'elemento (h₀ in millimetri):

$$\beta_H = 1,5 \cdot \left[1 + (0,012 \cdot RH)^{18} \right] \cdot h_0 + 250 \leq 1500 \quad \text{per } f_{cm} \leq 35 \text{ MPa (B.8)}$$

$$\beta_H = 1,5 \cdot \left[1 + (0,012 \cdot RH)^{18} \right] \cdot h_0 + 250 \cdot \alpha_3 \leq 1500 \cdot \alpha_3 \quad \text{per } f_{cm} \geq 35 \text{ MPa}$$

L'effetto del tipo di cemento sul cemento sul coefficiente di viscosità può essere considerato modificando l'età del carico t₀ nell'espressione (B.5) secondo la seguente espressione:

$$t_0 = t_{0,T} \cdot \left(\frac{9}{2 + t_{0,T}^{1,2}} + 1 \right)^\alpha \geq 0,5$$

Con:

$t_{0,T}$ età del calcestruzzo, in giorni, al momento dell'applicazione del carico

α esponente che dipende dal tipo di cemento:

= -1 per cemento di classe S;

= 0 per cemento di classe N;

= 1 per cemento di classe R.

COEFFICIENTE DI OMOGENEIZZAZIONE - CARICHI PERMANENTI			UNI EN 1994-2:2006, UNI EN 1992-1-1:2005					
t	1,00E+15	giorni - età del calcestruzzo al momento considerato						
t_0	28	giorni - tempo di messa in carico						
tipo di carico	carichi permanenti							
ψ_L	1,1	moltiplicatore del fattore di viscosità						
n	17,02	coefficiente di omogeneizzazione						
E_{cinf}	12338	MPa modulo elastico modificato						
$\phi(t,t_0)$	1,602		ϕ_0	1,602	$\beta_c(t,t_0)$	1,000	Influenza temperatura	
			ϕ_{Rh}	1,316	β_H	767	$T(\Delta t_i)$ [°C]	20
			α_1	0,866	α_3	0,902	tT	27,95
			α_2	0,960			α	1,00
			β_{fcm}	2,562			$t_{0,corr}$	32,41
			β_{t0}	0,475				

7.7 Effetti dei cedimenti differenziali (ϵ_s)

Gli effetti dei cedimenti differenziali degli appoggi sono stati analizzati imponendo una variazione di quota degli stessi pari ad 1/2000 della luce della campata adiacente all'appoggio, utilizzando le formule:

i-esima pila:
$$\delta_i = \frac{(l_{i-1} + l_i)}{2} \cdot \frac{1}{2000}$$

i-esima spalla:
$$\delta_i = \frac{l_i}{2} \cdot \frac{1}{2000}$$

l_{i-1} = lunghezza campata precedente;

l_i = lunghezza campata seguente.

In particolare vengono considerate due condizioni di carico che prevedono il cedimento alternato delle pile non adiacenti, in modo da massimizzare i momenti massimi in pila

7.8 Carichi mobili (q_1)

I carichi variabili da traffico sono definiti dagli Schemi di Carico descritti nel § 5.1.3.3.3 NTC2018, disposti su corsie convenzionali.

Le larghezze w_i delle corsie convenzionali su una carreggiata ed il massimo numero (intero) possibile di tali corsie su di essa sono indicati nel prospetto di Fig. 5.1.1 e Tab. 5.1.I NTC2018.



Larghezza di carreggiata "w"	Numero corsie convenzionali	Larghezza corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5.40$ m	$n_i = 1$	3.00	$(w - 3.00)$
$5.4 \leq w < 6.0$	$n_i = 2$	$w/2$	0
$6.0 \text{ m} \leq w$	$n_i = \text{Int}(w/3)$	3.00	$w - (3.00 \times n_i)$

La disposizione e la numerazione delle corsie va determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vanno scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli.

La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come corsia Numero 2, ecc.

7.8.1 Schema di carico

Le azioni variabili del traffico, comprensive degli effetti dinamici, sono definite dai seguenti Schemi di Carico:

Schema di Carico 1: è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem, applicati su impronte di pneumatico di forma quadrata e lato 0,40 m, e da carichi uniformemente distribuiti. Questo schema è da assumere a riferimento sia per le verifiche globali, sia per le verifiche locali, considerando un solo carico tandem per corsia, disposto in asse alla corsia stessa. Il carico tandem, se presente, va considerato per intero.

Schema di Carico 2: è costituito da un singolo asse applicato su specifiche impronte di pneumatico di forma rettangolare, di larghezza 0,60 m ed altezza 0,35 m. Questo schema va considerato autonomamente con asse longitudinale nella posizione più gravosa ed è da assumere a riferimento solo per verifiche locali. Qualora sia più gravoso si considererà il peso di una singola ruota di 200 kN.

Schema di Carico 3: è costituito da un carico isolato da 150kN con impronta quadrata di lato 0,40m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi non protetti da sicurvia.

Schema di Carico 4: è costituito da un carico isolato da 10 kN con impronta quadrata di lato 0,10m. Si utilizza per verifiche locali su marciapiedi protetti da sicurvia e sulle passerelle pedonali.

Schema di Carico 5: costituito dalla folla compatta, agente con intensità nominale, comprensiva degli effetti dinamici, di 5,0 kN/m². Il valore di combinazione è invece di 2,5 kN/m². Il carico folla deve essere applicato su tutte le zone significative della superficie di influenza, inclusa l'area dello spartitraffico centrale, ove rilevante.

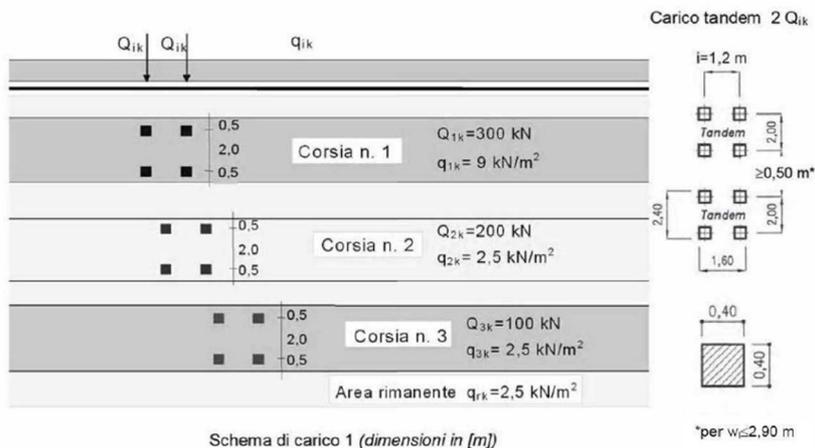
Schemi di Carico 6.a, b, c: in assenza di studi specifici ed in alternativa al modello di carico principale, generalmente cautelativo, per opere di luce maggiore di 300 m, ai fini della statica complessiva del ponte, si può far riferimento ai carichi $q_{L,a}$, $q_{L,b}$ e $q_{L,c}$ previsti dal D.M. 17.1.2018.

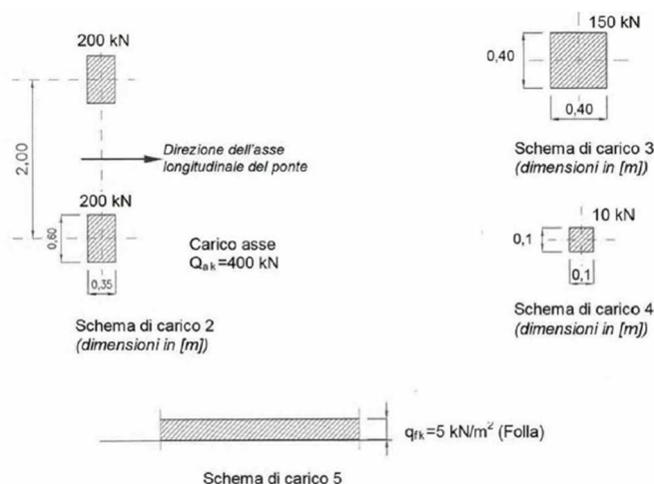
7.8.2 Categoria stradale

Il ponte in oggetto è definito di Categoria 1°.

7.8.3 Disposizione delle corsie di carico

Il numero delle colonne di carichi mobili da considerare nel calcolo dei ponti di 1ª Categoria è quello massimo compatibile con la larghezza della carreggiata, comprese le eventuali banchine di rispetto e per sosta di emergenza, nonché gli eventuali marciapiedi non protetti e di altezza inferiore a 20 cm, tenuto conto che la larghezza di ingombro convenzionale è stabilita per ciascuna colonna in 3,00 m.





In ogni caso il numero delle colonne non deve essere inferiore a 2, a meno che la larghezza della sede stradale sia inferiore a 5,40 m.

La disposizione e la numerazione delle corsie viene determinata in modo da indurre le più sfavorevoli condizioni di progetto. Per ogni singola verifica il numero di corsie da considerare caricate, la loro disposizione sulla carreggiata e la loro numerazione vengono scelte in modo che gli effetti della disposizione dei carichi risultino i più sfavorevoli. La corsia che, caricata, dà l'effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 1; la corsia che dà il successivo effetto più sfavorevole è numerata come Corsia 2, ecc.

Per i ponti di 1° Categoria si devono considerare, compatibilmente con le larghezze precedentemente definite, le seguenti intensità dei carichi (D.M. 17.1.2018):

Tab. 5.1.II - Intensità dei carichi Q_{ik} e q_{ik} per le diverse corsie

Posizione	Carico asse Q_{ik} [kN]	q_{ik} [kN/m ²]
Corsia Numero 1	300	9,00
Corsia Numero 2	200	2,50
Corsia Numero 3	100	2,50
Altre corsie	0,00	2,50

L'analisi della disposizione in senso longitudinale dei carichi mobili che massimizzino le sollecitazioni su ogni singolo elemento strutturale principale è automaticamente svolta dal programma di calcolo una volta assegnate le caratteristiche in termini di geometria, posizione e pesi di ciascuna colonna di carico.

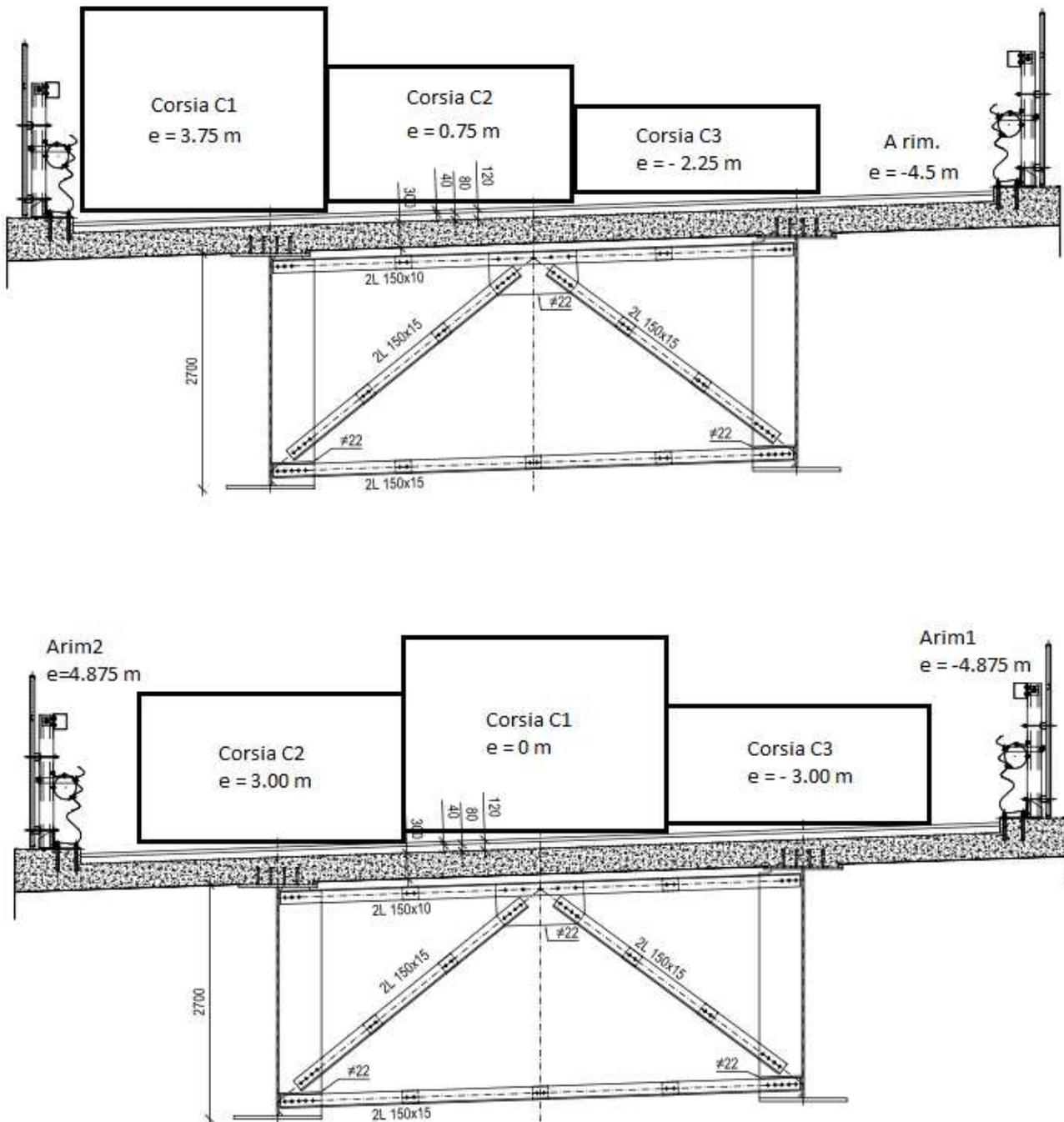
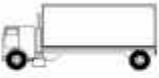
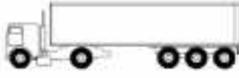
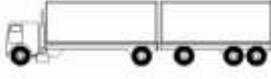


Figura 8 – Combinazione più significative di carico mobile

7.8.4 Carico da traffico per verifiche a fatica

Con riferimento a quanto prescritto dalle NTC 2018, in funzione del limitato carico di traffico previsto per il ponte, si fa riferimento al modello di carico a fatica 2, rappresentato nella tabella sottostante:

Tab. 5.1.VII - Modello di carico di fatica 2 - veicoli frequenti

Sagoma del veicolo	Distanza tra gli assi (m)	Carico frequente per asse (kN)	Tipo di ruota (Tab. 5.1.IX)
	4,50	90 190	A B
	4,20 1,30	80 140 140	A B B
	3,20 5,20 1,30 1,30	90 180 120 120	A B C C
	3,40 6,00 1,80	90 190 140 140	A B B B
	4,80 3,60 4,40 1,30	90 180 120 110 110	A B C C C

Il carico è applicato al centro della corsia convenzionale n. 1, che è quella che determina gli effetti più severi nel dettaglio in esame.

L'analisi della disposizione in senso longitudinale dei carichi mobili che massimizzano le sollecitazioni (sia in termini positivi che negativi) su ogni singolo elemento strutturale principale è automaticamente svolta dal programma di calcolo una volta assegnate le caratteristiche in termini di geometria, posizione e pesi di ciascuna colonna di carico.

7.9 Azione longitudinale di frenamento o accelerazione (q_3)

q3 Accelerazione/frenamento

L	240.0	m	lunghezza del ponte
w_1	3.00	m	larghezza corsia 1
Q_{1k}	300	kN	peso asse tandem 1
q_{1k}	9.00	kN/m ²	peso distribuito corsia 1

$$180 \text{ kN} \leq q_3 = 0,6(2Q_{1k}) + 0,10q_{1k} \cdot w_1 \cdot L \leq 900 \text{ kN}$$

q_3 900 kN azione accelerazione/frenamento

L'azione longitudinale di frenamento o accelerazione è stata applicata al piano della pavimentazione, sono stati, quindi, valutati gli effetti di tale componente sull'impalcato e sui vincoli considerando tale eccentricità.

7.10 Azione centrifuga (q_4)

Nei ponti con asse curvo di raggio R (in metri) l'azione centrifuga corrispondente ad ogni colonna di carico si valuta convenzionalmente come indicato in Tab. 5.1.III, essendo $Q_v = \sum_i 2Q_{ik}$ il carico totale dovuto agli assi tandem dello schema di carico 1 agenti sul ponte. Il carico concentrato q_4 , applicato a livello della pavimentazione, agisce in direzione normale all'asse del ponte.

q4 Azione centrifuga

R	1100	m	<i>raggio di curvatura del ponte</i>
Q_v	1200	kN	<i>carico totale assi tandem (ΣQ_{ik})</i>
q_4	43.6	kN	<i>azione accelerazione/frenamento</i>

Tabella 5.1.III - Valori caratteristici delle forze centrifughe

Raggio di curvatura [m]	Q_4 [kN]
$R < 200$	$0,2 \cdot Q_v$
$200 \leq R \leq 1500$	$40 \cdot Q_v / R$
$1500 < R$	0

7.11 Azione del vento (q_5)

Il calcolo dell'azione dovuta al vento è svolto secondo quanto riportato al par. 3.3 delle NTC18 e al paragrafo 8.3 delle UNI EN 1991-1-4.

L'azione del vento non risulta significativa ai fini del dimensionamento dell'impalcato, mentre lo è per la valutazione degli apparecchi di vincolo e delle sottostrutture. Si assumono, per determinare le caratteristiche dell'azione stessa, i valori medi in termini di altezza dell'impalcato e di quota della stesso rispetto al terreno, in modo da rappresentare, appunto, una situazione "media" dell'azione considerata che viene applicata quindi uniformemente sull'impalcato.

q5 Vento

Zona geografica **1** Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della prov. di Trieste)

$v_{b,0}$	25	m/s	velocità di riferimento
a_0	1000	m	altitudine di riferimento
k_a	0.400	1/s	parametro di riferimento
a_s	395	m	altitudine sito
T_r	100	anni	periodo di ritorno
c_r	1.04	-	coeff.correttivo legato al T_r
$v_b(T_r)$	25.98	m/s	velocità di riferimento di progetto
q_b	422	N/m ²	pressione cinetica di riferimento

Classe di rugosità **D** Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole,

Distanza dalla costa Terra oltre 30 Km e $h < 500$ m

Categoria esposizione **II**

Categoria di esposizione del sito	k_t	z_{te} [m]	z_{mr} [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

c_t	1.00	-	coeff. topografico
c_e	2.35	-	coeff. di esposizione
c_d	1.00	-	coeff. dinamico

Parametri per il calcolo dell'altezza esposta al vento

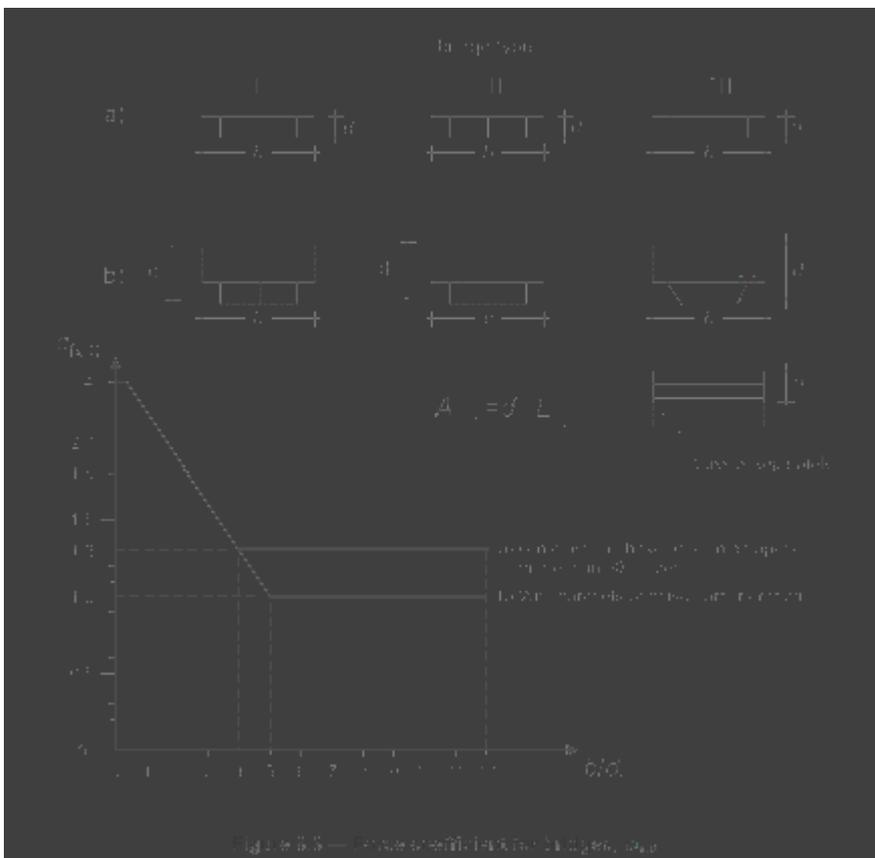
Tipologia		Altezza
Altezza media impalcato metallico		2.70 m
Barriera fonoassorbente sx	<i>piena</i>	1.00
Altezza barriere stradali sx	<i>forata</i>	1.55 m
Barriera fonoassorbente dx	<i>piena</i>	1.00 m
Altezza barriere stradali dx	<i>forata</i>	1.55 m
Altezza della soletta		0.30 m
Delta per variazione pendenza		0.39 m
Altezza della pavimentazione		0.11 m
Delta altezza marciapiede		0.00 m
Altezza della colonna di carico		3.00 m

Altezze di riferimento

Ponte carico	6.50 m
Ponte scarico	5.39 m

Le altezze sopra riportate sono riferite alla condizione di ponte carico e di ponte scarico e comprendono, oltre all'altezza della sezione composta (comprensiva di travi metalliche, soletta, incremento di altezza dato dalla pendenza trasversale, spessore della pavimentazione o spessore dei cordoli), per la configurazione a ponte carico l'altezza del mezzo fissata dalla norma in 3 m e, per la configurazione a ponte scarico, 30 cm per ogni barriera o parapetto forati presenti (2 per lato).

I coefficienti sotto riportati sono stati calcolati in accordo al paragrafo 8.3.1 delle UNI EN 1991-1-4:



Valori di pressione orizzontale e verticale

h_{pc}	6.50	m	altezza investita dal vento, ponte carico
$C_{p,pc}$	1.91	-	coeff. di forma (o aerodinamico), ponte carico
$q_{5,pc}$	1.89	kN/m²	pressione di progetto a ponte carico
h_{ps}	5.39	m	altezza investita dal vento, ponte scarico
$C_{p,ps}$	1.78	-	coeff. di forma (o aerodinamico), ponte scarico
$q_{5,ps}$	1.77	kN/m²	pressione di progetto a ponte scarico

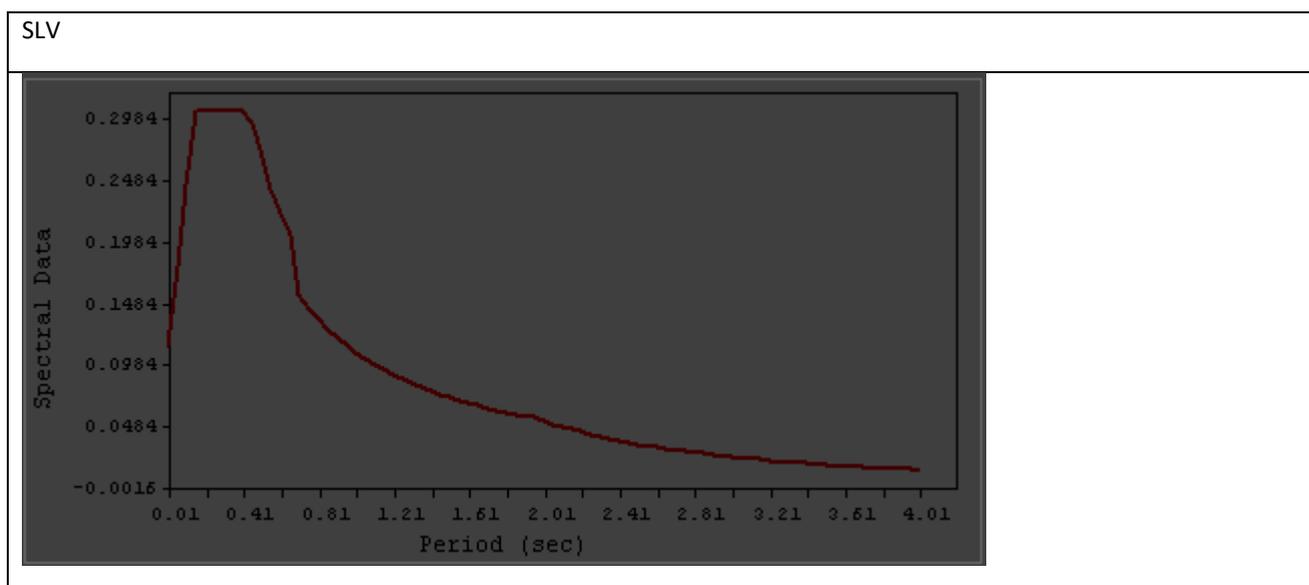
7.12 Azione del sisma (q6)

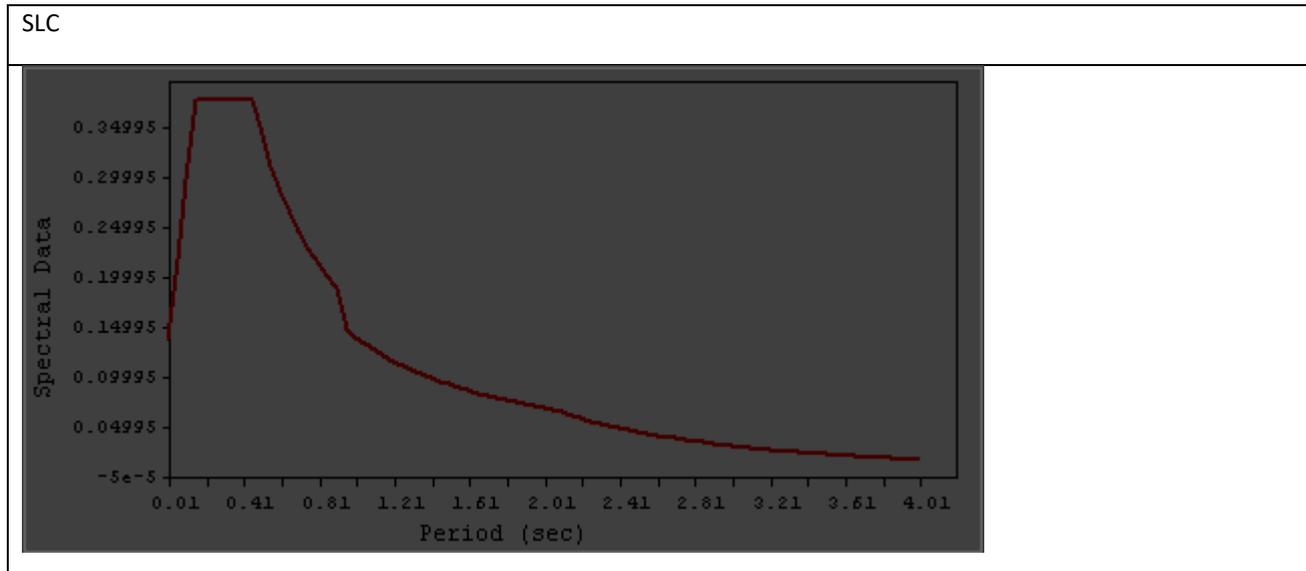
In corrispondenza delle pile sono previsti dispositivi isolatori elastomerici, mentre sulle spalle sono presenti dispositivi di appoggio multidirezionali e unidirezionali longitudinali orientate secondo lo sviluppo delle travi. Questa scelta preclude il rischio di movimenti trasversali dei giunti incrementando la vita utile.

Si ha quindi che le azioni trasversali sono ripartite fra spalle e pile, mentre le sollecitazioni longitudinali insistono solo sulle pile con un comportamento, in ogni caso, tale da contenere l'entità delle pur ridotte azioni sismiche.

Le sottostrutture (pile, spalle e fondazioni) sono progettate per rimanere in campo elastico, mentre negli isolatori si concentrano le deformazioni (e, quindi, i fenomeni legati alla dissipazione dell'energia).

Per quanto concerne la definizione delle sollecitazioni indotte dall'azione sismica, si è proceduto eseguendo l'analisi modale e applicando gli spettri di progetto precedentemente definiti, opportunamente smorzati, per periodi superiori a $0.8T_i$, considerando un coefficiente di smorzamento equivalente per il dispositivo pari al 10% in accordo alle §7.5.3.2. delle NTC2018.





7.13 Resistenze parassita dei vincoli (q_7)

Secondo le indicazioni del D.M.17.1.2018 nel calcolo delle pile, delle spalle, delle fondazioni, degli apparecchi di appoggio e dell'impalcato, si devono considerare le forze che derivano dalle resistenze parassite dei vincoli. Nel caso di appoggi scorrevoli, dette forze andranno valutate sulla base delle caratteristiche dell'appoggio e degli spostamenti previsti. In fase di progettazione si considera una resistenza parassita orizzontale dei vincoli pari al 3% della reazione verticale, tale valore è stato verificato con i dati forniti dal produttore degli appoggi.

7.14 Azioni sui parapetti – urto di un veicolo in svio (q_8)

Secondo le indicazioni del D.M. 17.1.2018 l'altezza dei parapetti non può essere inferiore a 1.10 m. I parapetti devono essere calcolati in base ad un'azione orizzontale di 1.5 kN/m applicata al corrimano. Se non diversamente indicato, la forza deve essere considerata distribuita su 0.50 m ed applicata ad una quota h , misurata dal piano viario, pari alla minore delle dimensioni h_1 , h_2 , dove $h_1 =$ (altezza della barriera – 0.10m) , $h_2 = 1.00m$. Ai sensi del D.M. 17.1.2018 nel progetto dell'impalcato deve essere considerata una condizione di carico eccezionale nella quale alla forza orizzontale d'urto su sicurvia si associa un carico verticale isolato costituito dallo schema di carico II, posizionato in adiacenza al sicurvia stesso e disposto nella posizione più gravosa. Tale condizione non è però dimensionante per la statica globale dell'impalcato e sarà considerata nella relazione di calcolo della soletta.

7.15 Azioni sull'impalcato - urto di un veicolo (q₉)

Secondo le indicazioni del D.M. 17.1.2018 le azioni da urto da traffico veicolare sotto ponti hanno direzione parallela a quella del moto del veicolo al momento dell'impatto. In questo caso non sono previste strade al di sotto dell'impalcato, pertanto tale azione si considera nulla.

8 COMBINAZIONI DI CARICO

8.1 Combinazioni per gli SLU

Con riferimento al §5.1.3.14 del D.M. 17.1.2018, ed alle tabelle riportate nel seguito, si sono impiegate nei calcoli di verifica le seguenti combinazioni allo SLU.

Combinazione tipo:

$$1.35 g_1 + 1.5 g_2 + 1.35 q_{1A,i} + 0.9 q_{52} + 1.2 \varepsilon_2$$

		Coefficiente	EQU ^{m)}	A1	A2
Azioni permanenti g_1 e g_3	favorevoli	γ_{G1} e γ_{G3}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Azioni permanenti non strutturali ⁽²⁾ g_2	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Azioni variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Azioni variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{\varepsilon 2}$, $\gamma_{\varepsilon 3}$, $\gamma_{\varepsilon 4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori della colonna A2.

⁽²⁾ Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali, o di una parte di essi (ad esempio carichi permanenti portati), sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali

Per quanto riguarda i carichi mobili, la simultaneità dei sistemi di carico definiti nel D.M. 17.1.2018 (modelli di carico 1, 2, 3, 4, 6 - forze orizzontali - carichi agenti su ponti pedonali), deve essere tenuta in conto considerando i "gruppi di azioni" definiti nella tabella seguente.

Ognuno dei "gruppi di azioni", indipendente dagli altri, deve essere considerato come azione caratteristica per la combinazione con gli altri carichi agenti sul ponte.

Gruppo di azioni	Carichi sulla superficie carrabile					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili non sormontabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (schemi di carico 1, 2, 3, 4 e 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura	Forza centrifuga	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione 2,5KN/m ²
2a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²			Schema di carico 5 con valore caratteristico 5,0KN/m ²
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				

(*) Ponti pedonali
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite ultimi, definite al punto 2.5.3 del D.M. 17.1.2018, sono espresse complessivamente dalle seguenti relazioni:

$$\sum_{j>1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Dove:

G_k è il valore caratteristico delle azioni permanenti;

E è l'azione del sisma per lo stato limite considerato;

P è il valore caratteristico delle azioni di precompressione;

Q_k è il valore caratteristico delle azioni variabili;

γ_G, γ_P, γ_Q sono i coefficienti parziali delle azioni agli SLU;

ψ₀, ψ₂ sono i coefficienti di combinazione delle azioni variabili;

I valori dei coefficienti ψ₀, γ_G, γ_P, γ_Q sono riportati nelle tabelle sottostanti:

Azioni	Gruppo di azioni (Tab. 5.1.IV)	Coefficiente ψ_0 di combi- nazione	Coefficiente ψ_1 (valori frequent)	Coefficiente ψ_2 (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tab. 5.1.IV)	Schema 1 (carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
	4 (folla)	--	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
Vento	a ponte scarico SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
	in esecuzione	0,8	0,0	0,0
	a ponte carico SLU e SLE	0,6	0,0	0,0
Neve	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	in esecuzione	0,8	0,6	0,5
Temperatura	SLU e SLE	0,6	0,6	0,5

8.2 Combinazioni per gli SLE

Le combinazioni di azioni per le verifiche agli stati limite di esercizio SLE, sono invece espresse dalla seguente relazione di limitazione delle tensioni, in combinazione di carico caratteristica

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

9 ANALISI STRUTTURALE E FASI DI CALCOLO

9.1 Analisi statica globale

Il viadotto in oggetto è stato studiato analizzando le travi principali con un modello strutturale dotato di inerzie flessionali variabili a seconda della fase. In particolare ad ogni elemento trave sono state assegnate aree e inerzie nei piani principali, in base alla sezione in acciaio e alla relativa larghezza collaborante di analisi.

Per quanto riguarda le travi principali, trattandosi di un sistema in acciaio misto calcestruzzo, è necessario in linea di principio prendere in considerazione sia le differenti fasi di costruzione dell'opera, sia l'evoluzione nel tempo della sua rigidità a causa degli effetti reologici del calcestruzzo (viscosità).

La valutazione delle sollecitazioni e deformazioni massime viene effettuata facendo riferimento a tre configurazioni principali in cui la struttura viene a trovarsi nel tempo, corrispondenti alla sequenza di costruzione ed al grado di maturazione del getto di calcestruzzo e quindi ai diversi livelli di rigidità e caratteristiche statiche delle sezioni.

9.2 Modellazione dei materiali

Per l'analisi elastica globale i materiali costituenti la struttura sono considerati elastici omogenei ed isotropi e con comportamento lineare.

Acciaio

$E = 210000 \text{ MPa}$	modulo di elasticità
$n = 0.30$	coefficiente di Poisson
$G = 80769 \text{ MPa}$	modulo di elasticità trasversale
$\alpha = 12 \cdot 10^{-6} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di espans. termica lineare
$\gamma = 7850 \text{ kg/m}^3$	densità

Calcestruzzo

E	modulo di elasticità (valori dipendenti dalla fase di analisi come spiegato in seguito)
$n = 0.20$	coefficiente di Poisson

$\alpha = 1 \cdot 10^{-5} \cdot ^\circ\text{C}^{-1}$	coefficiente di espansione termica lineare
$\gamma = 2500 \text{ kg/m}^3$	densità

9.3 Fasi di calcolo per gli elementi con sezione mista acciaio-calcestruzzo

La verifica dell'impalcato viene svolta con riferimento a tre differenti fasi temporali, per ciascuna delle quali vengono sommati gli effetti prodotti dalle differenti azioni ciascuna agente sulla configurazione strutturale di competenza, come descritto di seguito:

Fase 1 : La sezione resistente è costituita dalla sola parte metallica.

Fa riferimento alla posa in opera della carpenteria metallica e l'esecuzione del getto della soletta; si considera pertanto agente il peso proprio della struttura metallica e del getto della soletta che, in questa fase, è ancora inerte (g_1).

Fase 2 : La sezione resistente è costituita dalla sezione composta acciaio-calcestruzzo a lungo termine (t_{inf}).

Viene utilizzata per valutare a lungo termine gli effetti delle seguenti azioni permanenti considerate a progetto:

- g_2 carichi permanenti portati (pavimentazione, sicurvia, cordoli, parapetti, ecc..)
- ε_1 distorsioni e pre-sollecitazioni di progetto
- ε_2 ritiro del calcestruzzo
- ε_4 effetti viscosi del calcestruzzo
- ε_5 cedimenti differenziali dei vincoli

Gli effetti della deformazione viscosa del calcestruzzo sull'impalcato da ponte vengono presi in considerazione usando differenti moduli di omogeneizzazione n_L per il calcestruzzo dipendenti dal tipo di carico applicato. Vengono in tal modo a definirsi differenti configurazioni strutturali di calcolo a lungo termine.

Per computare i fenomeni "lenti" associati ai carichi permanenti g_2 , si adotta un valore del modulo elastico del calcestruzzo a tempo infinito $E_{inf.1}$ a cui corrisponde un coefficiente di omogeneizzazione $n_{inf.1}$.

Anche gli effetti del ritiro sono da considerarsi lenti in quanto concomitanti agli effetti viscosi; per tale motivo essi vengono valutati con le caratteristiche di resistenza della sezione in fase 2, per essi si adotta un valore del modulo elastico del calcestruzzo a tempo infinito $E_{inf.3}$ a cui corrisponde un coefficiente di omogeneizzazione $n_{inf.3}$.

Fase 3 : La sezione resistente è costituita dalla sezione composta acciaio-calcestruzzo a breve termine (t_0).

Viene utilizzata per valutare a breve termine le seguenti azioni permanenti e variabili considerate a progetto:

-
- g₂ carichi permanenti portati (per azioni statiche e dinamiche sotto sisma)
 - ε₃ variazioni termiche differenziali
 - q₁ carichi mobili
 - q₂ effetto dinamico dei carichi mobili
 - q₅ azioni del vento
 - q₆ azioni sismiche
 - q₈ azioni sui parapetti

Gli effetti prodotti dai sopra elencati carichi vengono calcolati adottando un valore del modulo elastico del calcestruzzo a breve termine E_0 a cui corrisponde il rapporto tra i moduli elastici effettivi dei due materiali n_0 .

L'analisi strutturale delle travi principali è stata eseguita impiegando i seguenti modelli di calcolo:

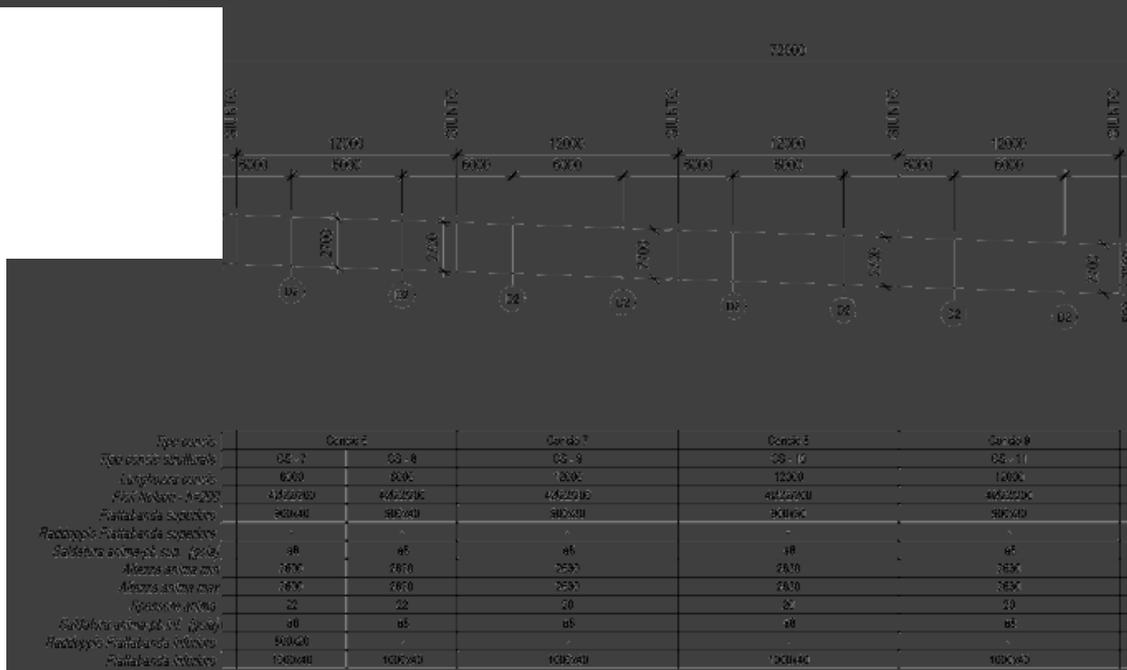
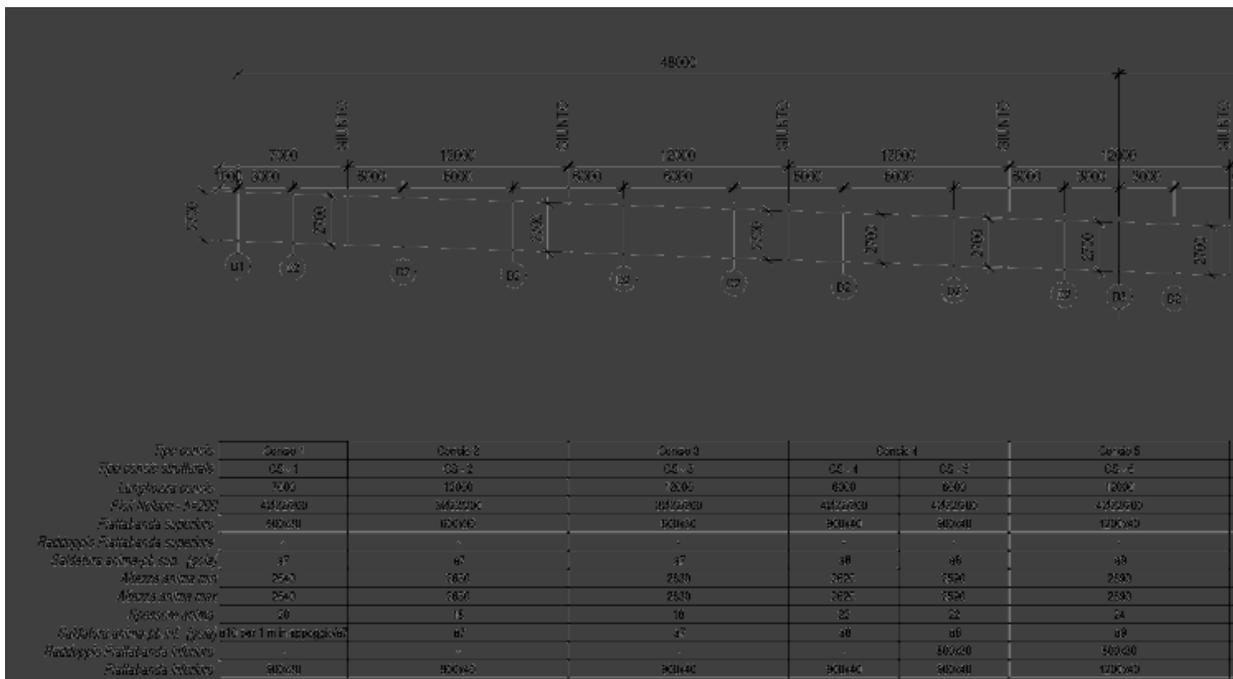
- G: file di analisi di FASE 1
 - carico di peso proprio Acciaio + Soletta
 - caratteristiche statiche del solo acciaio
- P: file di analisi di FASE 2
 - carico di pavimentazione, marciapiedi e guard-rails
 - caratteristiche statiche di Acciaio + Soletta con n di fase 2
- R: file di analisi di FASE 2
 - effetti di ritiro
 - caratteristiche statiche di Acciaio + Soletta con n di fase 2 per ritiro
- T: file di analisi di FASE 3
 - effetti dovuti a variazione termica differenziale discorde al ritiro
 - caratteristiche statiche di Acciaio + Soletta con n di fase 3
- M: file di analisi di FASE 3
 - effetti legati all'azione dei carichi mobili viaggianti
 - caratteristiche statiche di Acciaio + Soletta con n di fase 3

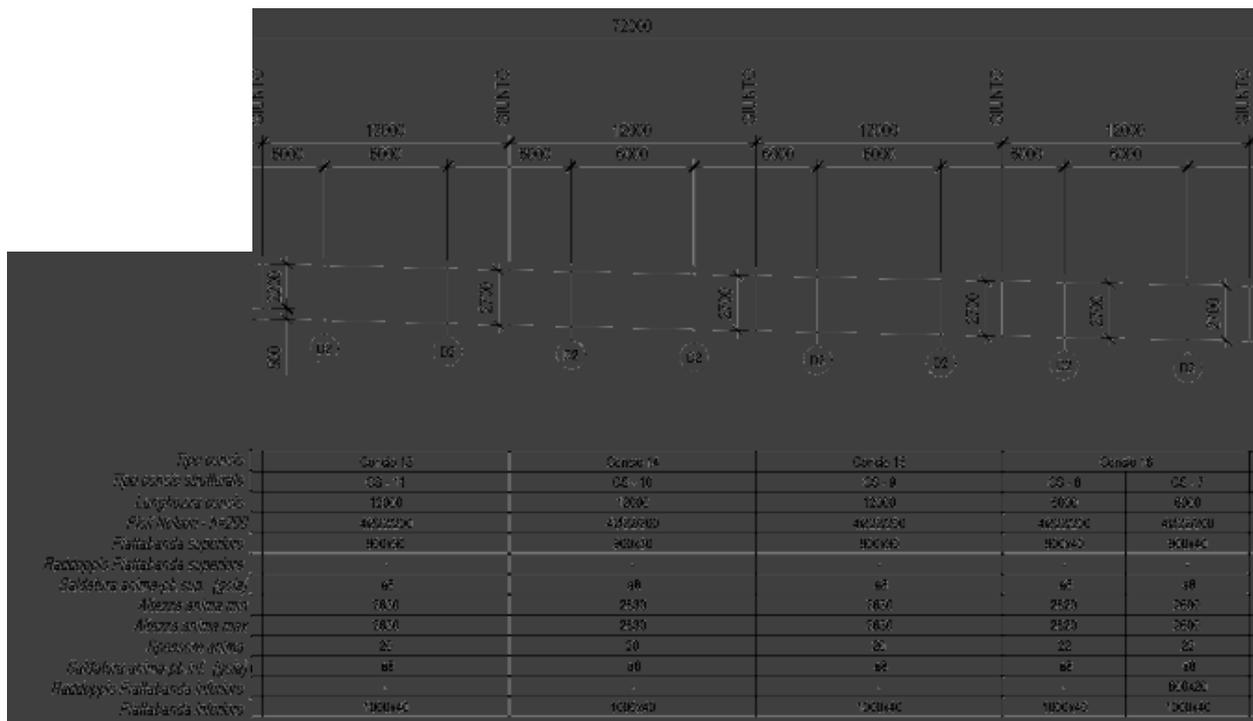
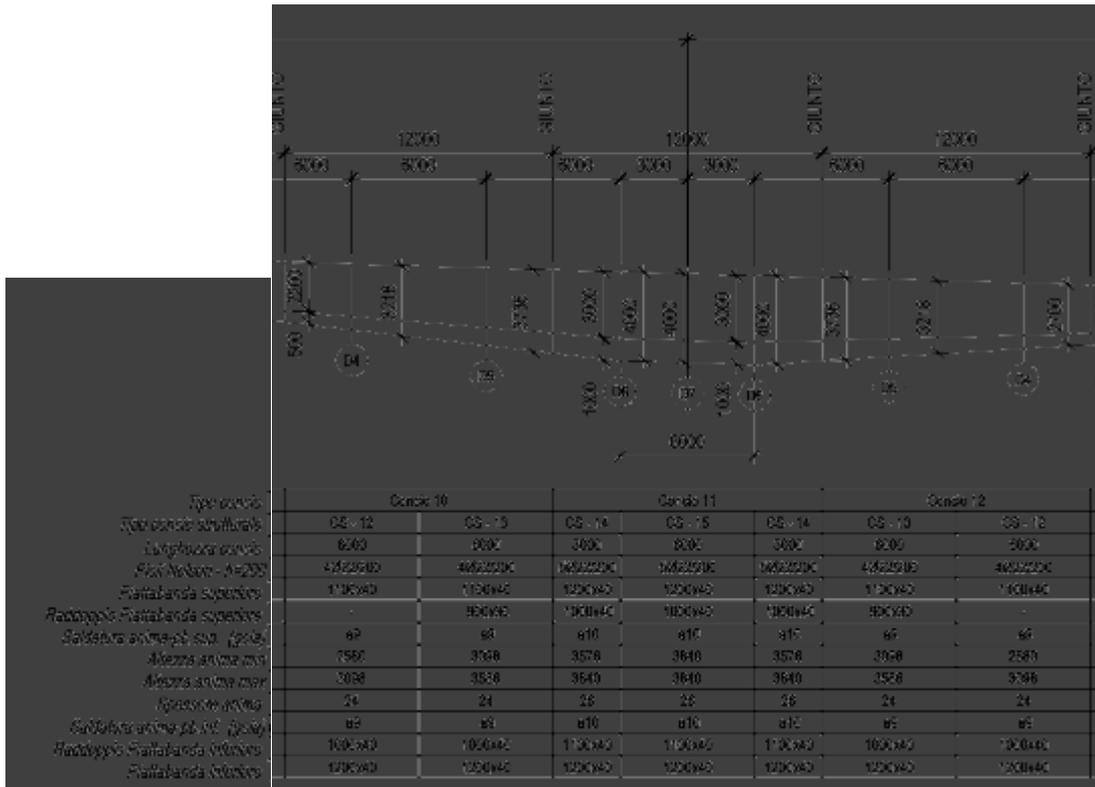
10 SOLLECITAZIONI DI CALCOLO

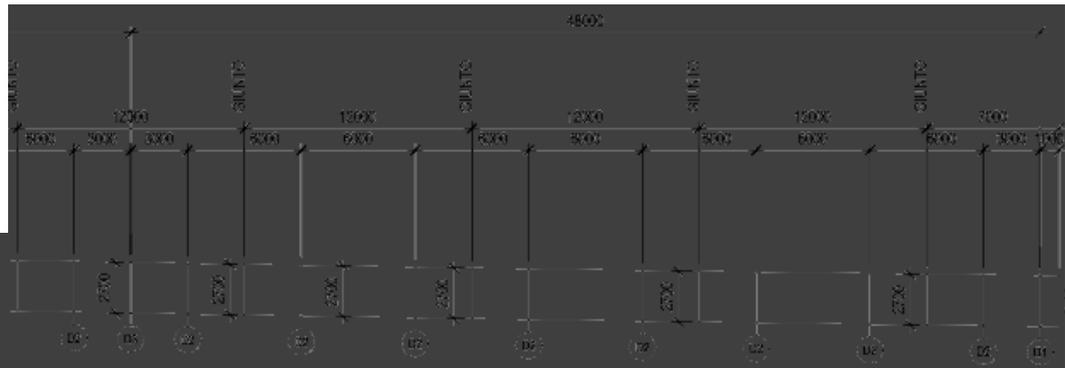
10.1 Sollecitazioni caratteristiche

L'impalcato è suddiviso in 21 conci di lunghezza compresa fra 7 e 12m; data la simmetria della struttura, l'sono presenti 15 tipologie differenti di conci strutturali, numerati da va da CS-1 a CS-1. Nella presente relazione, si fa riferimento a questa seconda scansione.

Lo schema di suddivisione degli elementi, al quale si fa riferimento nelle seguenti tabelle riportanti le sollecitazioni caratteristiche, nonché nei paragrafi successivi inerenti le verifiche, è il seguente:







	Conc. 17	Conc. 18		Conc. 19	Conc. 20	Conc. 21
Spessore	CS - 8	CS - 5	CE - 4	CE - 3	CS - 2	CS - 1
Spessore strutturale	1200	600	600	1200	1200	700
Spessore totale	4812000	4812000	4812000	4812000	4812000	4812000
Plataforma superiore	140040	140040	140040	140040	140040	140040
Raddoppio piattaforma superiore	-	-	-	-	-	-
Spessore superiore (totale)	140	140	140	140	140	140
Altezza antracite	750	250	750	250	750	750
Altezza asfalto	750	250	750	250	750	750
Spessore totale	21	21	21	21	21	21
Spessore totale (totale)	140	140	140	140	140	140 per 1 m spessore
Raddoppio piattaforma inferiore	8000	8000	-	-	-	-
Plataforma inferiore	140040	140040	140040	140040	140040	140040

CONCIO 1						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 528	470	1 196	209	115	58
M. flettente	10 580	3 287	7 310	13 140	691	350
Momento torcente	184	57	2 579	72	34	10
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 118	664	254	210	138	30
M. flettente	1	0	-1 526	11 880	-830	-176
Momento torcente	184	57	71	62	40	7
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 120	664	1 426	210	138	58
M. flettente	2 002	627	1 336	12 090	-0	57
Momento torcente	211	65	2 755	62	47	12
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 120	664	1 230	209	138	58
M. flettente	2 002	627	1 221	13 140	-0	57
Momento torcente	211	65	3 448	72	47	12

CONCIO 2						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	129	35	655	209	115	58
M. flettente	19 010	5 680	14 654	11 930	2 074	1 050
Momento torcente	119	31	1 607	61	28	7
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 434	438	255	210	138	30
M. flettente	10 350	3 210	-4 584	9 363	-2 489	-539
Momento torcente	119	36	60	52	34	6
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 434	438	1 169	210	138	58
M. flettente	11 720	3 629	7 678	9 573	-805	398
Momento torcente	119	36	2 353	52	39	9
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 434	438	1 014	209	138	58
M. flettente	11 720	3 629	7 396	11 930	-805	398
Momento torcente	119	36	2 903	61	39	9

CONCIO 3						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	108	67	460	209	115	58
M. flettente	19 010	5 671	15 121	9 419	3 456	1 750
Momento torcente	95	28	1 119	19	8	3
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 436	501	255	210	138	30
M. flettente	10 280	2 450	-7 643	6 844	-4 147	-901
Momento torcente	86	25	15	15	9	0
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 436	501	1 024	210	138	58
M. flettente	11 660	2 932	6 842	7 053	-2 464	1 098
Momento torcente	86	25	1 619	15	12	3
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	108	67	750	209	138	58
M. flettente	19 010	5 671	7 568	9 419	-2 464	1 750
Momento torcente	95	28	1 982	19	12	3

CONCIO 4						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 537	533	825	209	115	58
M. flettente	10 600	2 538	13 420	6 913	4 147	2 100
Momento torcente	194	51	1 393	39	19	17
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 180	734	255	210	138	30
M. flettente	-569	-1 255	-9 172	5 584	-4 977	-1 082
Momento torcente	167	44	46	34	23	9
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 180	734	1 232	210	138	58
M. flettente	1 550	-541	3 455	5 794	-4 122	1 798
Momento torcente	167	44	2 048	34	26	19
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 537	533	936	209	138	58
M. flettente	10 600	2 538	8 307	6 913	-4 122	1 798
Momento torcente	194	51	2 437	39	26	19

CONCIO 5						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 292	767	1 064	209	115	58
M. flettente	-109	-1 125	10 042	-7 483	4 838	2 450
Momento torcente	194	51	1 904	39	19	19
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 953	967	484	210	138	30
M. flettente	-15 970	-6 360	-11 034	-8 818	-5 805	-1 269
Momento torcente	167	51	442	34	26	9
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 964	967	1 441	210	138	58
M. flettente	-12 950	-5 385	-1 678	-8 608	-4 951	2 150
Momento torcente	194	51	2 461	34	26	19
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 292	767	1 125	209	138	58
M. flettente	-109	-1 125	4 246	-7 483	-4 951	2 150
Momento torcente	194	51	2 900	39	26	19

CONCIO 6						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 163	1 065	1 050	209	25	58
M. flettente	-15 550	-6 001	5 317	-8 773	5 680	2 800
Momento torcente	8	7	1 975	130	113	44
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 810	1 200	1 445	50	30	30
M. flettente	-36 260	-12 860	-15 123	-10 380	-6 815	-1 450
Momento torcente	28	15	2 611	155	136	22
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 868	1 260	1 774	210	138	88
M. flettente	-32 460	-11 620	-8 388	-9 868	-5 805	2 800
Momento torcente	4	4	3 374	110	87	24
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 798	1 006	1 418	51	30	58
M. flettente	-32 490	-6 360	-5 091	-10 030	-6 635	2 508
Momento torcente	29	15	4 039	209	136	44

CONCIO 7						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 378	832	557	51	25	88
M. flettente	260	-541	7 432	-10 330	5 835	2 272
Momento torcente	109	38	1 021	113	61	3
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 022	1 027	644	50	30	43
M. flettente	-15 590	-6 003	-8 382	-10 680	-7 000	-1 194
Momento torcente	141	52	1 067	77	73	2
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 022	1 027	1 585	51	30	88
M. flettente	-12 630	-4 996	-1 233	-10 330	-6 815	2 272
Momento torcente	141	52	2 992	113	73	3
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 022	1 027	1 322	51	30	88
M. flettente	-12 630	-4 996	1 573	-10 330	-6 815	2 272
Momento torcente	141	52	3 567	113	73	3

CONCIO 8						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 621	599	682	51	25	88
M. flettente	11 500	3 521	11 830	2 506	5 985	1 744
Momento torcente	109	38	916	113	61	3
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 250	794	314	50	30	43
M. flettente	229	-543	-5 508	2 163	-7 180	-938
Momento torcente	141	52	390	77	73	2
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 250	794	1 392	51	30	88
M. flettente	2 416	231	4 610	2 506	-7 000	1 744
Momento torcente	141	52	2 619	113	73	3
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 250	794	1 151	51	30	88
M. flettente	2 416	231	6 635	2 506	-7 000	1 744
Momento torcente	141	52	3 133	113	73	3

CONCIO 9						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	137	133	234	51	25	88
M. flettente	20 550	7 451	17 734	2 200	6 290	1 216
Momento torcente	56	22	341	47	24	4
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 496	561	149	50	30	43
M. flettente	11 470	3 520	-5 777	1 562	-7 545	-682
Momento torcente	71	30	11	27	29	2
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 496	561	1 200	51	30	88
M. flettente	12 900	4 061	8 967	2 200	-7 180	1 216
Momento torcente	71	30	2 242	47	29	4
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 496	561	1 031	51	30	88
M. flettente	12 900	4 061	8 647	2 200	-7 180	1 216
Momento torcente	71	30	2 692	47	29	4

CONCIO 10						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	108	22	35	51	25	35
M. flettente	20 550	7 562	18 375	1 591	6 595	579
Momento torcente	32	10	288	22	13	1
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 450	372	204	50	30	88
M. flettente	11 920	5 786	-7 570	962	-7 910	-896
Momento torcente	52	14	8	23	16	3
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 451	372	964	51	30	88
M. flettente	13 320	6 138	10 426	1 591	-7 545	160
Momento torcente	32	14	1 749	22	16	5
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	108	94	811	50	30	88
M. flettente	20 530	7 524	10 288	1 012	-7 880	160
Momento torcente	52	14	2 187	23	16	5

CONCIO 11						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 574	411	735	51	25	35
M. flettente	11 930	5 787	17 488	982	6 895	997
Momento torcente	67	27	1 496	81	45	1
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 932	838	278	50	30	88
M. flettente	-14 380	-1 471	-10 055	361	-8 275	-1 951
Momento torcente	110	42	66	59	54	1
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	2 933	838	1 322	51	30	88
M. flettente	-11 500	-652	4 705	982	-7 910	-896
Momento torcente	67	42	2 436	81	54	1
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	1 574	411	1 021	51	30	43
M. flettente	11 920	5 786	9 247	982	-7 910	386
Momento torcente	110	42	2 965	81	54	1

CONCIO 12						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 069	877	1 072	51	25	35
M. flettente	-14 370	-1 470	11 435	-12 770	7 050	1 206
Momento torcente	41	25	2 258	125	69	3
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 750	1 071	540	50	30	88
M. flettente	-34 420	-7 197	-12 471	-13 080	-8 460	-2 479
Momento torcente	61	37	651	82	83	6
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 751	1 071	1 505	51	30	88
M. flettente	-30 740	-6 145	-151	-12 770	-8 275	-1 951
Momento torcente	41	37	2 820	125	83	6
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 068	877	1 186	51	30	88
M. flettente	-14 380	-1 471	5 388	-12 770	-8 275	-1 951
Momento torcente	61	37	3 406	125	83	6

CONCIO 13						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 894	1 110	1 013	51	25	35
M. flettente	-34 420	-7 196	7 675	-13 070	7 200	1 415
Momento torcente	61	25	2 142	125	69	3
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	4 614	1 304	814	51	30	88
M. flettente	-59 520	-14 320	-16 543	-13 380	-8 640	-3 007
Momento torcente	61	37	1 257	125	83	6
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	4 615	1 304	1 690	51	30	88
M. flettente	-54 970	-13 040	-6 401	-13 070	-8 460	-2 479
Momento torcente	41	37	3 184	125	83	6
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	3 894	1 110	1 347	51	30	88
M. flettente	-34 420	-7 197	394	-13 070	-8 460	-2 479
Momento torcente	61	37	3 844	125	83	6

CONCIO 14						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	4 767	1 343	935	51	25	35
M. flettente	-59 510	-14 320	4 413	-13 380	7 275	1 519
Momento torcente	97	5	1 985	155	85	2
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 070	1 420	949	51	30	88
M. flettente	-74 040	-18 410	-19 187	-13 530	-8 730	-3 271
Momento torcente	75	5	1 561	155	102	13
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 071	1 420	1 782	51	30	88
M. flettente	-69 050	-17 010	-10 046	-13 380	-8 640	-3 007
Momento torcente	97	5	3 374	155	102	13
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 071	1 420	1 427	51	30	88
M. flettente	-69 050	-17 010	-2 514	-13 380	-8 640	-3 007
Momento torcente	97	38	4 057	155	102	13

CONCIO 15						
<u>Massimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 224	1 459	102	51	25	43
M. flettente	-74 040	-18 410	3 290	-13 530	7 355	1 624
Momento torcente	75	5	59	155	85	5
<u>Minimo momento</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 530	1 537	1 162	51	30	88
M. flettente	-89 940	-22 840	-22 247	-13 680	-8 825	-3 535
Momento torcente	75	5	1 964	155	102	13
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 531	1 537	1 875	51	30	88
M. flettente	-84 490	-21 330	-14 043	-13 530	-8 730	-3 271
Momento torcente	97	5	3 540	155	102	13
<u>Taglio</u>						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Taglio	5 531	1 537	1 449	51	30	88
M. flettente	-84 490	-21 330	-6 873	-13 530	-8 730	-3 271
Momento torcente	97	38	4 277	155	102	13

10.2 Sollecitazioni a SLU

Si riportano di seguito i diagrammi di involucro delle sollecitazioni agenti su ogni gruppo di elementi del modello.

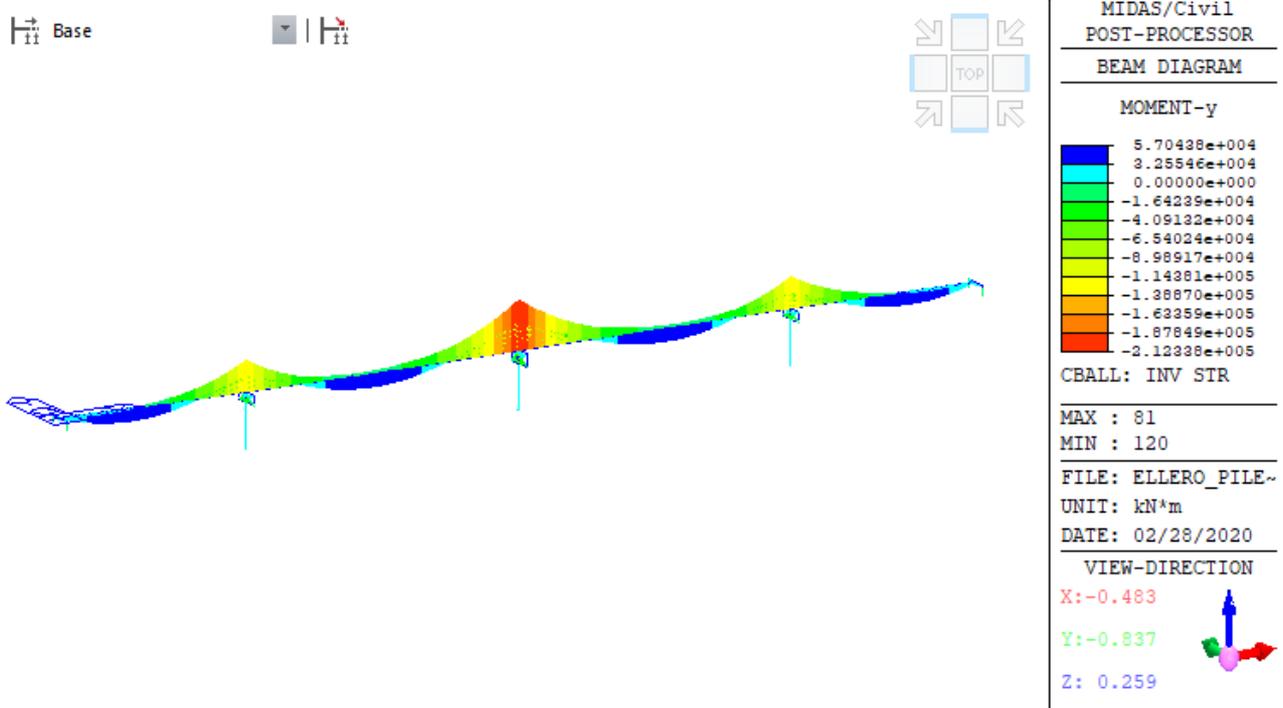
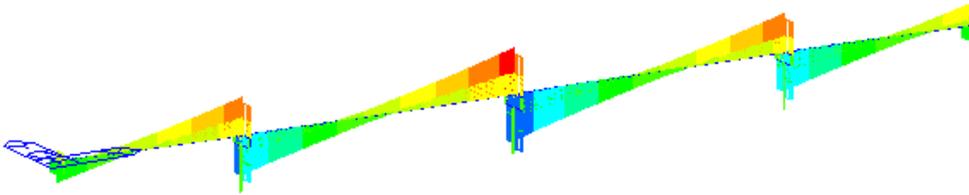


Figura 9 – Momento flettente longitudinale My [kNm]



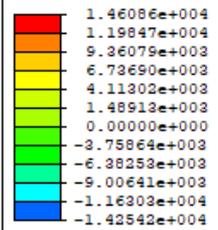
Figura 10 – Momento flettente trasversale Mz [kNm]

Base



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-z



CBALL: INV STR

MAX : 262
MIN : 243

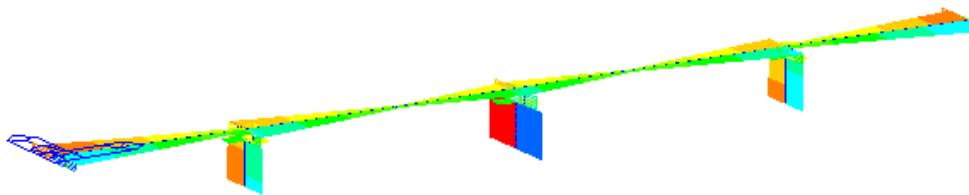
FILE: ELLERO_PILE-
UNIT: kN
DATE: 02/28/2020

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259



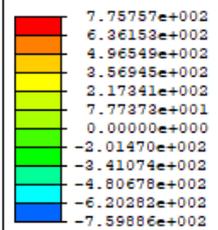
Figura 11 – Taglio verticale Fz [kN]

Base



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

SHEAR-y



CBALL: INV STR

MAX : 289
MIN : 289

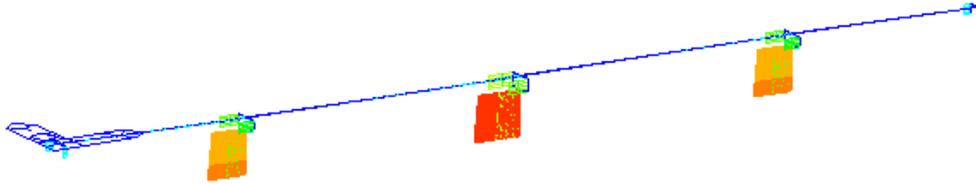
FILE: ELLERO_PILE-
UNIT: kN
DATE: 02/28/2020

VIEW-DIRECTION
X: -0.483
Y: -0.837
Z: 0.259



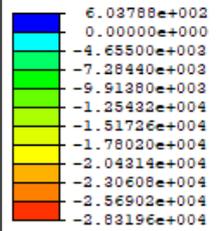
Figura 12 – Taglio orizzontale Fy [kN]

Base



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

AXIAL



CBALL: INV STR

MAX : 246

MIN : 289

FILE: ELLERO_PILE~

UNIT: kN

DATE: 02/28/2020

VIEW-DIRECTION

X: -0.483

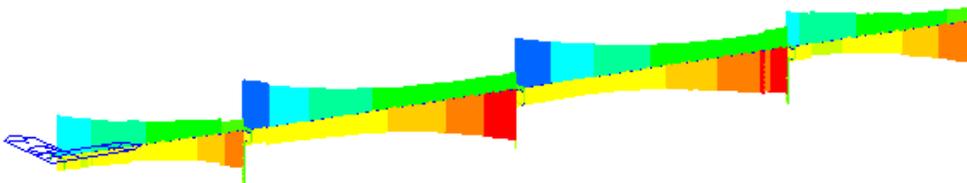
Y: -0.837

Z: 0.259



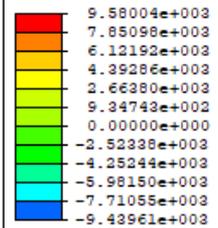
Figura 13 – Sforzo normale Fx [kN]

Base



MIDAS/Civil
POST-PROCESSOR
BEAM DIAGRAM

TORSION



CBALL: INV STR

MAX : 120

MIN : 49

FILE: ELLERO_PILE~

UNIT: kN*m

DATE: 02/28/2020

VIEW-DIRECTION

X: -0.483

Y: -0.837

Z: 0.259



Figura 14 – Momento torcente Mx [kNm]

11 VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI

11.1 Geometria

Nelle tabelle successive si riporta la geometria concio per concio.

SOLETTA				
Classe cls =	C32/40	Predalle metallica?	VERO	S 355
Larghezza soletta =	12000 mm	Numero conci	15	
Spessore totale soletta (getto + predalle) =	300 mm	Riduz. Anima Bulloni	0%	
R _{ct} soletta =	40 Mpa	Piattabanda vincolata	sup	
Spessore predalle (incluso 2,5mm sacrificale se metallica) =	5.00E+00 mm	N° bulloni pb // d foro [mm]	0	0

concio :	Spalla		2		3		4		5	
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Giunzione bullonata o saldata? (B/S) [hmin hmax]=	5	20	5	20	5	20	5	20	5	20
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [n Φ /m]										
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [mm ² /m]	1571		1571		1571		1571		1571	
Distanza dall'estradosso soletta - arm superiore [mm]	45		45		45		40		40	
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [n Φ /m]										
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [mm ² /m]	2500		2500		2500		2500		2500	
Distanza dall'estradosso soletta - arm inferiore [mm]	285		285		285		285		285	
Area della diagonale inferiore di controvento [mm ²]	7000		7000		7000		7000		7000	
n° di diagonali in una maglia =	2		2		2		2		2	
Larghezza soletta [mm]	12000		12000		12000		12000		12000	
Sbalzo soletta lato di verifica [mm]	3000		3000		3000		3000		3000	
Riduzione soletta collaborante [sbalzo interno] [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lunghezza della travata [mm]	43000		43000		43000		43000		43000	
Interasse superiore fra le travi [hmin hmax] [mm]	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Lunghezza concio [mm]	6000		12000		12000		6000		6000	
Altezza minima della trave h1 [mm]	2700		2700		2700		2700		2700	
Altezza massima della trave h2 [mm]	2700		2700		2700		2700		2700	
area [mm ²]	195.600		202.650		202.650		259.280		305.960	
peso concio [kg /kgtr]	9.213	1.535	19.092	1.591	19.092	1.591	12.212	2.036	14.411	2.402
Larghezza e spessore pb superiore esterna [mm]	600	30	600	30	600	30	900	40	900	40
Larghezza e spessore pb superiore interna [mm]										
Spessore e altezza anima [mm]	20	2640	18	2630	18	2630	22	2620	22	2690
Larghezza e spessore pb inferiore interna [mm]									900	30
Larghezza e spessore pb inferiore esterna [mm]	900	30	900	40	900	40	900	40	900	40

concio :	Pila		7		8		9		10	
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Giunzione bullonata o saldata? (B/S) [hmin hmax]=	5	26	5	26	5	26	5	26	5	20
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [n Φ /m]										
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [mm ² /m]	2655		2655		2655		2655		1571	
Distanza dall'estradosso soletta - arm superiore [mm]	40		40		40		40		40	
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [n Φ /m]										
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [mm ² /m]	2500		2500		2500		2500		2500	
Distanza dall'estradosso soletta - arm inferiore [mm]	285		285		285		285		285	
Area della diagonale inferiore di controvento [mm ²]	7000		7000		7000		7000		7000	
n° di diagonali in una maglia =	2		2		2		2		2	
Larghezza soletta [mm]	12000		12000		12000		12000		12000	
Sbalzo soletta lato di verifica [mm]	3000		3000		3000		3000		3000	
Riduzione soletta collaborante [sbalzo interno] [mm]	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lunghezza della travata [mm]	43000		72000		72000		72000		72000	
Interasse superiore fra le travi [hmin hmax] [mm]	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Lunghezza concio [mm]	12000		6000		6000		12000		12000	
Altezza minima della trave h1 [mm]	2700		2700		2700		2700		2700	
Altezza massima della trave h2 [mm]	2700		2700		2700		2700		2700	
area [mm ²]	364.320		298.400		267.280		299.200		298.200	
peso concio [kg /kgtr]	34.319	2.360	14.055	2.342	12.599	2.098	22.593	1.878	22.593	1.878
Larghezza e spessore pb superiore esterna [mm]	1200	40	900	40	900	40	900	30	900	30
Larghezza e spessore pb superiore interna [mm]										
Spessore e altezza anima [mm]	24	2690	22	2690	22	2620	20	2630	20	2630
Larghezza e spessore pb inferiore interna [mm]	900	30	900	20						
Larghezza e spessore pb inferiore esterna [mm]	1200	40	1000	40	1000	40	1000	40	1000	40

concio :	11		12		13		14		Pila 15	
	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Giunzione bullonata o saldata? (B/S) [mm] hmax]=	9	20	9	26	9	26	9	26	9	26
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [n Φ /m] =	1571		2655		2655		2655		2655	
Armatura longitudinale superiore al metro trasversale [mm ² /m] =	40		40		40		40		40	
Distanza dall'estradosso soletta - arm superiore [mm] =										
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [n Φ /m] =	2500		2500		2500		2500		2500	
Armatura longitudinale inferiore al metro trasversale [mm ² /m] =	285		285		285		285		285	
Distanza dall'estradosso soletta - arm inferiore [mm] =	7000		7000		7000		7000		7000	
Area della diagonale inferiore di controvento [mm ²] =	2		2		2		2		2	
n° di diagonali in una maglia =	12000		12000		12000		12000		12000	
Larghezza soletta [mm] =	3000		3000		3000		3000		3000	
Sbalzo soletta lato di ventata [mm] =	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Riduzione soletta collaborante (sbalzo interno [mm] =										
Lunghezza della travata [mm] =	72000		72000		72000		72000		72000	
Interasse superiore tra le travi [mm] hmax]=	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000
Lunghezza concio [mm] =	12000		6000		6000		3000		6000	
Altezza minima della trave h1 [mm] =	2700		2700		3200		3740		4000	
Altezza massima della trave h2 [mm] =	2700		3200		3740		4000		4000	
area [mm ²] =	239.200		383.840		461.360		532.920		603.680	
peso concio [kg kg/m] =	22.933	1.878	18.079	3.013	21.790	3.622	13.021	4.340	26.361	4.393
Larghezza e spessore pb superiore esterna [mm] =	900	30	1100	40	1100	40	1200	40	1200	40
Larghezza e spessore pb superiore interna [mm] =					900	30	1000	40	1000	40
Spessore e altezza armatura [mm] =	20	2630	24	2850	24	3320	26	3710	26	3940
Larghezza e spessore pb inferiore interna [mm] =			900	40	900	40	1100	40	1100	40
Larghezza e spessore pb inferiore esterna [mm] =	1000	40	1200	40	1200	40	1200	40	1200	40

L'armatura longitudinale della soletta è stata inclusa nell'analisi.

Ogni concio, per ogni stato limite, è verificato secondo 3 combinazioni:

- Combinazione di massimo momento
- Combinazione di minimo momento
- Combinazione di massimo taglio (in valore assoluto)

11.2 Classificazione delle sezioni

Le sezioni sono classificate secondo i criteri riportati al par. 4.2.3.1 delle NTC18.

Le verifiche di resistenza allo SLU sono condotte:

- per le sezioni di classe 1 e 2 con il metodo plastico
- per le sezioni di classe 3 con il metodo elastico
- per le sezioni di classe 4 con il metodo elastico riferito alla sola sezione efficace (determinata secondo le disposizioni riportate nell'EC3-1-5)

Le verifiche in condizioni di esercizio sono svolte con metodo elastico, riferito alla sezione efficace nel caso delle sezioni di classe 4.

La classificazione è dipendente dalle sollecitazioni agenti.

Di seguito si riporta in forma tabellare la classificazione delle sezioni per ogni combinazione verificata.

concio :	1	2	3	4
CLASSE A MOM. MASSIMO (SLU/SLE)	1 3	1 3	1 3	1 3
CLASSE A MOM. MINIMO (SLU/SLE)	1 3	1 3	4 4	4 4
CLASSE A TAGLIO (SLU/SLE)	1 3	1 3	4 3	1 3
CLASSE A MOM. TORCENTE (SLU/SLE)	1 3	1 3	4 3	1 3

concio :	5	6	7	8
CLASSE A MOM. MASSIMO (SLU/SLE)	1 3	3 3	1 3	1 3
CLASSE A MOM. MINIMO (SLU/SLE)	3 3	3 3	4 3	4 4
CLASSE A TAGLIO (SLU/SLE)	4 3	4 3	4 3	4 3
CLASSE A MOM. TORCENTE (SLU/SLE)	4 3	3 3	4 3	1 3

concio :	9	10	11	12
CLASSE A MOM. MASSIMO (SLU/SLE)	1 3	1 3	1 3	1 3
CLASSE A MOM. MINIMO (SLU/SLE)	4 4	4 4	4 4	4 4
CLASSE A TAGLIO (SLU/SLE)	1 3	1 3	4 3	4 3
CLASSE A MOM. TORCENTE (SLU/SLE)	4 3	4 3	1 3	4 3

concio :	13	14	15
CLASSE A MOM. MASSIMO (SLU/SLE)	3 3	3 3	3 3
CLASSE A MOM. MINIMO (SLU/SLE)	4 4	4 4	4 4
CLASSE A TAGLIO (SLU/SLE)	4 4	4 4	4 4
CLASSE A MOM. TORCENTE (SLU/SLE)	4 4	4 4	4 4

11.3 Caratteristiche inerziali delle sezioni

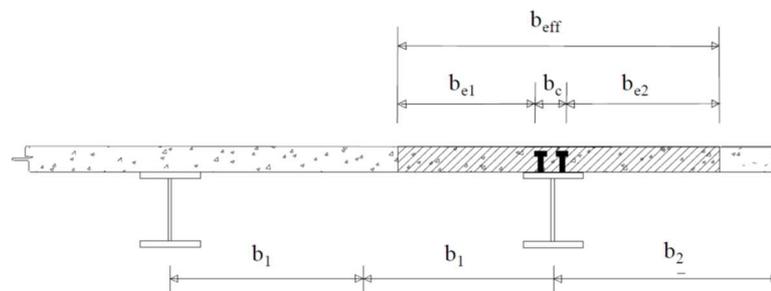
11.3.1 Larghezze efficaci

La distribuzione delle tensioni normali nella soletta è influenzata dall'effetto shear-lag e può essere determinata utilizzando nel calcolo la larghezza efficace della soletta.

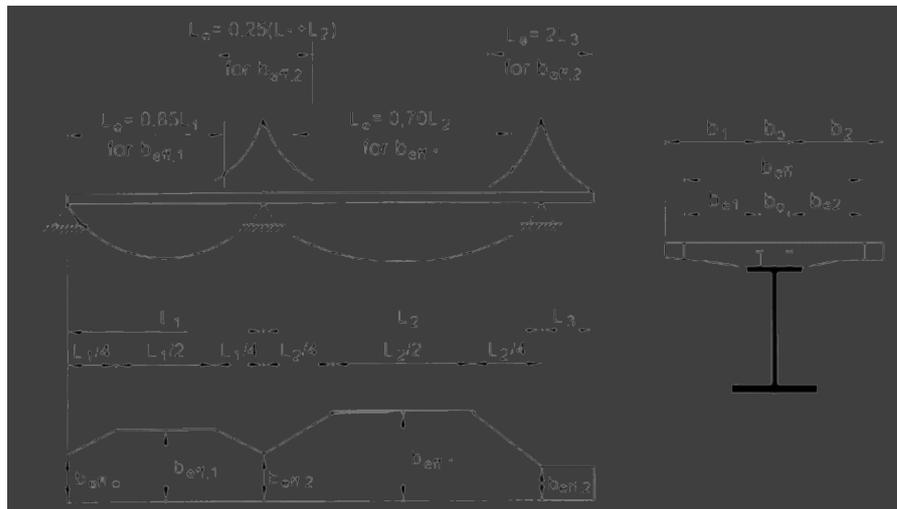
La larghezza efficace della soletta, può essere determinata, secondo il paragrafo 4.3.2.3 delle NTC, mediante l'espressione:

$$b_{eff} = b_0 + b_{e1} + b_{e2}$$

Dove b_0 è la distanza tra gli assi dei connettori e $b_{ei} = \min(L_e/8; b_i)$ è il valore della larghezza collaborante da ciascun lato della sezione composta, con L_e una distanza approssimata dei punti di momento nullo definita dalla norma.



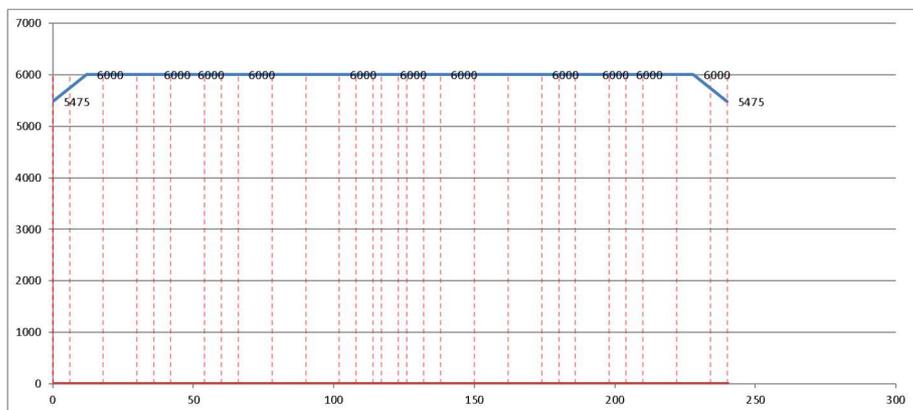
L_e nelle travi semplicemente appoggiate è la luce della trave, nelle travi continue è la distanza indicata nella figura seguente:



Per gli appoggi di estremità la formula diviene

$$b_{eff} = b_0 + \beta_1 b_{e1} + \beta_2 b_{e2}$$

dove: $\beta_i = (0.55 + 0.025 L_e/b_{ei}) \leq 1$



progressiva [m]	Inizio	1	1	P	2	2	P	3	3	P	4	4	P
0	40800	12.00	36.00	48.00	66.00	102.00	120.00	138.00	174.00	192.00	204.00	228.00	240.00
Luce di riferimento [m]	40800	40800	40800	30000	50400	50400	36000	50400	50400	30000	40800	40800	40800
Concio	1	2	5	5	9	12	15	11	8	6	4	2	1
b0 [mm]	300	300	450	450	450	450	600	450	450	450	450	300	300
sbalzo - b1 [mm]	2850	2850	2775	2775	2775	2775	2700	2775	2775	2775	2775	2850	2850
interno - b2 [mm]	2850	2850	2775	2775	2775	2775	2700	2775	2775	2775	2775	2850	2850
be1 [mm]	2850	2850	2775	2775	2775	2775	2700	2775	2775	2775	2775	2850	2850
be2 [mm]	2850	2850	2775	2775	2775	2775	2700	2775	2775	2775	2775	2850	2850
β1 [-]	0.908	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.908
β2 [-]	0.908	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.908
6000 beff [mm]	5475	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	6000	5475

11.3.2 Caratteristiche inerziali

Si riportano nelle tabelle seguenti le caratteristiche inerziali delle sezioni adottate nel calcolo per fasi.

Concio	1				2				3				
	Combinazione	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
n [-]	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
A [mm ²]	185117	185087	185096	-1383233	190961	190940	190946	-1069009	190068	190041	190049	-1215664	
yg_sp [mm]	-1524	-1524	-1524	-22839	-1645	-1646	-1646	-21207	-1650	-1650	-1650	-23206	
yg_ip [mm]	1176	1176	1176	-20139	1055	1054	1054	-18507	1050	1050	1050	-20506	
Jt [mm ⁴]	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.155E+11	1.155E+11							
ly [mm ⁴]	1.666E+12	1.666E+12	1.666E+12	-1.245E+13	1.719E+12	1.718E+12	1.719E+12	-9.621E+12	1.711E+12	1.710E+12	1.710E+12	-1.094E+13	
lz [mm ⁴]	2.097E+11	2.097E+11	2.097E+11	-1.265E+14	2.221E+11	2.221E+11	2.221E+11	-6.639E+13	2.214E+11	2.214E+11	2.214E+11	-1.020E+14	
W_sol_s [mm ³]	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
W_arm_s [mm ³]	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
W_arm_i [mm ³]	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
W_sol_i [mm ³]	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----
W_sp [mm ³]	-1.376E+08	-1.376E+08	-1.376E+08	5.540E+09	-1.350E+08	-1.350E+08	-1.350E+08	3.131E+09	-1.342E+08	-1.342E+08	-1.342E+08	4.396E+09	
W_sa [mm ³]	-1.404E+08	-1.403E+08	-1.404E+08	5.547E+09	-1.375E+08	-1.375E+08	-1.375E+08	3.135E+09	-1.367E+08	-1.367E+08	-1.367E+08	4.401E+09	
W_ia [mm ³]	1.830E+08	1.830E+08	1.830E+08	6.273E+09	2.189E+08	2.189E+08	2.189E+08	3.580E+09	2.191E+08	2.191E+08	2.191E+08	4.965E+09	
W_ip [mm ³]	1.783E+08	1.783E+08	1.783E+08	6.283E+09	2.106E+08	2.106E+08	2.106E+08	3.587E+09	2.108E+08	2.108E+08	2.108E+08	4.975E+09	

Concio		4				5				6			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
Fase di getto	n [-]	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A [mm ²]	253199	247904	253199	-4535394	295790	295790	295784	295784	349019	348543	349010	349010
	yg_sp [mm]	-1369	-1316	-1369	-58056	-1532	-1532	-1532	-1532	-1496	-1496	-1496	-1496
	yg_ip [mm]	1331	1384	1331	-55356	1168	1168	1168	1168	1204	1204	1204	1204
	Jt [mm ⁴]	1.162E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11							
	ly [mm ⁴]	2.279E+12	2.231E+12	2.279E+12	-4.082E+13	2.662E+12	2.662E+12	2.662E+12	2.662E+12	3.141E+12	3.137E+12	3.141E+12	3.141E+12
	lz [mm ⁴]	3.167E+11	3.142E+11	3.167E+11	-3.956E+15	3.840E+11	3.840E+11	3.840E+11	3.840E+11	4.748E+11	4.747E+11	4.748E+11	4.748E+11
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-2.313E+08	-2.387E+08	-2.313E+08	6.813E+10	-2.506E+08	-2.506E+08	-2.506E+08	-2.506E+08	-3.173E+08	-3.174E+08	-3.173E+08	-3.173E+08
	W_sa [mm ³]	-2.383E+08	-2.462E+08	-2.383E+08	6.818E+10	-2.574E+08	-2.574E+08	-2.574E+08	-2.574E+08	-3.261E+08	-3.261E+08	-3.261E+08	-3.261E+08
W_ia [mm ³]	2.454E+08	2.338E+08	2.454E+08	7.140E+10	3.498E+08	3.498E+08	3.498E+08	3.498E+08	4.188E+08	4.185E+08	4.188E+08	4.188E+08	
W_ip [mm ³]	2.380E+08	2.270E+08	2.380E+08	7.146E+10	3.288E+08	3.288E+08	3.288E+08	3.288E+08	3.944E+08	3.942E+08	3.944E+08	3.944E+08	

Concio		7				8				9			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
Fase di getto	n [-]	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A [mm ²]	293107	292588	293098	293098	261091	261091	261078	261078	236483	236483	236470	236470
	yg_sp [mm]	-1538	-1511	-1512	-1512	-1410	-1410	-1410	-1410	-1503	-1503	-1503	-1503
	yg_ip [mm]	1162	1189	1188	1188	1290	1290	1290	1290	1197	1197	1197	1197
	Jt [mm ⁴]	1.162E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11							
	ly [mm ⁴]	2.638E+12	2.633E+12	2.638E+12	2.638E+12	2.350E+12	2.350E+12	2.350E+12	2.350E+12	2.128E+12	2.128E+12	2.128E+12	2.128E+12
	lz [mm ⁴]	3.732E+11	3.764E+11	3.766E+11	3.766E+11	3.300E+11	3.300E+11	3.300E+11	3.300E+11	2.908E+11	2.908E+11	2.908E+11	2.908E+11
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-2.426E+08	-2.492E+08	-2.491E+08	-2.491E+08	-2.341E+08	-2.341E+08	-2.341E+08	-2.341E+08	-1.935E+08	-1.935E+08	-1.935E+08	-1.935E+08
	W_sa [mm ³]	-2.491E+08	-2.559E+08	-2.559E+08	-2.559E+08	-2.409E+08	-2.409E+08	-2.409E+08	-2.409E+08	-1.974E+08	-1.974E+08	-1.974E+08	-1.974E+08
W_ia [mm ³]	3.387E+08	3.333E+08	3.337E+08	3.337E+08	2.639E+08	2.639E+08	2.639E+08	2.639E+08	2.513E+08	2.513E+08	2.513E+08	2.513E+08	
W_ip [mm ³]	3.212E+08	3.165E+08	3.169E+08	3.169E+08	2.557E+08	2.557E+08	2.557E+08	2.557E+08	2.429E+08	2.429E+08	2.429E+08	2.429E+08	

Concio		10				11				12			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
Fase di getto	n [-]	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A [mm ²]	209653	236483	234967	209636	229889	229866	229873	-1170576	369095	382584	382597	-1813258
	yg_sp [mm]	-1587	-1503	-1509	-1587	-1529	-1466	-1466	-21468	-1592	-1854	-1854	25265
	yg_ip [mm]	1113	1197	1191	1113	1171	1234	1234	-18768	1108	1346	1346	28465
	Jt [mm ⁴]	1.159E+11	1.165E+11	1.629E+11	1.629E+11	1.629E+11							
	ly [mm ⁴]	1.887E+12	2.128E+12	2.115E+12	1.887E+12	2.069E+12	2.069E+12	2.069E+12	-1.054E+13	3.322E+12	3.443E+12	3.443E+12	-1.632E+13
	lz [mm ⁴]	2.767E+11	2.908E+11	2.893E+11	2.767E+11	2.851E+11	2.897E+11	2.897E+11	-6.638E+13	4.769E+11	6.919E+11	6.919E+11	-1.500E+14
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-1.743E+08	-1.935E+08	-1.917E+08	-1.743E+08	-1.865E+08	-1.976E+08	-1.976E+08	3.092E+09	-2.996E+08	-3.732E+08	-3.732E+08	-5.937E+09
	W_sa [mm ³]	-1.777E+08	-1.974E+08	-1.956E+08	-1.777E+08	-1.902E+08	-2.017E+08	-2.017E+08	3.096E+09	-3.073E+08	-3.814E+08	-3.814E+08	-5.928E+09
W_ia [mm ³]	2.579E+08	2.513E+08	2.514E+08	2.579E+08	2.521E+08	2.427E+08	2.427E+08	3.529E+09	4.640E+08	5.466E+08	5.466E+08	-5.285E+09	
W_ip [mm ³]	2.486E+08	2.429E+08	2.430E+08	2.486E+08	2.435E+08	2.348E+08	2.348E+08	3.537E+09	4.305E+08	5.141E+08	5.141E+08	-5.270E+09	

Concio		13				14				15			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
Fase di getto	n [-]	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞	∞
	A [mm ²]	437190	443810	451681	-6704346	519153	526142	526131	526131	512581	511807	512567	512567
	yg_sp [mm]	-1638	-1874	-1887	76840	-1846	-1962	-1962	-1962	-1945	-1944	-1945	-1945
	yg_ip [mm]	1562	1866	1853	80580	1894	2038	2038	2038	2055	2056	2055	2055
	Jt [mm ⁴]	1.629E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.220E+11	2.534E+11						
	ly [mm ⁴]	3.935E+12	3.994E+12	4.065E+12	-6.034E+13	4.672E+12	4.735E+12	4.735E+12	4.735E+12	4.613E+12	4.606E+12	4.613E+12	4.613E+12
	lz [mm ⁴]	8.411E+11	1.169E+12	1.174E+12	-1.063E+16	1.377E+12	1.589E+12	1.589E+12	1.589E+12	1.583E+12	1.583E+12	1.583E+12	1.583E+12
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-5.134E+08	-6.238E+08	-6.219E+08	-1.383E+11	-7.457E+08	-8.097E+08	-8.098E+08	-8.098E+08	-8.138E+08	-8.140E+08	-8.138E+08	-8.138E+08
	W_sa [mm ³]	-5.363E+08	-6.480E+08	-6.458E+08	-1.382E+11	-7.795E+08	-8.442E+08	-8.442E+08	-8.442E+08	-8.487E+08	-8.490E+08	-8.487E+08	-8.487E+08
W_ia [mm ³]	5.676E+08	6.548E+08	6.621E+08	-1.321E+11	7.592E+08	8.115E+08	8.115E+08	8.115E+08	8.014E+08	8.010E+08	8.014E+08	8.014E+08	
W_ip [mm ³]	5.386E+08	6.267E+08	6.335E+08	-1.319E+11	7.271E+08	7.797E+08	7.797E+08	7.797E+08	7.702E+08	7.698E+08	7.702E+08	7.702E+08	

Concio		1				2				3			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLU - G	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	195600	195600	195600	195600	202680	202680	202680	202680	202680	147675	189189	189658
	yg_sp [mm]	-1473	-1473	-1473	-1473	-1583	-1583	-1583	-1583	-1583	-1627	-1654	-1652
	yg_ip [mm]	1227	1227	1227	1227	1117	1117	1117	1117	1117	1073	1046	1048
	Jt [mm ⁴]	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.155E+11							
	ly [mm ⁴]	1.760E+12	1.760E+12	1.760E+12	1.760E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.329E+12	1.703E+12	1.707E+12
	lz [mm ⁴]	2.188E+11	2.188E+11	2.188E+11	2.188E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.228E+11	2.207E+11	2.211E+11
	W_sp [mm ³]	-1.485E+08	-1.369E+08	-1.334E+08	-1.338E+08								
	W_sa [mm ³]	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.395E+08	-1.359E+08	-1.363E+08
	W_ia [mm ³]	1.828E+08	1.828E+08	1.828E+08	1.828E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.158E+08	2.193E+08	2.192E+08
W_ip [mm ³]	1.783E+08	1.783E+08	1.783E+08	1.783E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.077E+08	2.109E+08	2.109E+08	
SLU - LUNGO PERIODO	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	468430	444557	444557	444557	475510	475510	475510	475510	475510	420505	462019	462488
	yg_sp [mm]	-116	-134	-134	-134	-147	-147	-147	-147	-147	-480	-594	-594
	yg_ip [mm]	2584	2566	2566	2566	2553	2553	2553	2553	2553	2220	2106	2106
	Jt [mm ⁴]	3.126E+11	3.126E+11	3.126E+11	3.126E+11	3.070E+11							
	ly [mm ⁴]	5.496E+13	5.031E+13	5.031E+13	5.031E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	3.989E+12	4.363E+12	4.367E+12
	lz [mm ⁴]	5.993E+11	5.903E+11	5.903E+11	5.903E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	5.259E+11	5.832E+11	5.832E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.338E+10	-2.207E+10	-2.207E+10	-2.207E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-1.095E+10	-1.060E+10	-1.060E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.614E+09	-1.516E+09	-1.516E+09	-1.516E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-7.158E+08	-6.872E+08	-6.870E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.564E+09	-3.951E+09	-3.951E+09	-3.951E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-1.063E+09	-9.581E+08	-9.578E+08
	W_sol_i [mm ³]	-8.367E+10	-7.133E+10	-7.133E+10	-7.133E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-1.780E+10	-1.595E+10	-1.595E+10
	W_sp [mm ³]	-5.152E+09	-4.392E+09	-4.392E+09	-4.392E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-1.096E+09	-9.823E+08	-9.820E+08
	W_sa [mm ³]	-6.943E+09	-5.654E+09	-5.654E+09	-5.654E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-1.169E+09	-1.035E+09	-1.034E+09
W_ia [mm ³]	2.347E+08	2.328E+08	2.328E+08	2.328E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.412E+08	2.822E+08	2.823E+08	
W_ip [mm ³]	2.319E+08	2.301E+08	2.301E+08	2.301E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.369E+08	2.769E+08	2.769E+08	
SLU - BREVE PERIODO	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	817757	763318	763318	763318	824837	824837	824837	824837	824837	769833	811346	811816
	yg_sp [mm]	-240	-268	-268	-268	-278	-278	-278	-278	-278	-193	-272	-273
	yg_ip [mm]	2460	2432	2432	2432	2422	2422	2422	2422	2422	2507	2428	2427
	Jt [mm ⁴]	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.264E+11							
	ly [mm ⁴]	1.402E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	8.252E+12	8.626E+12	8.630E+12
	lz [mm ⁴]	6.146E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.042E+11	6.965E+11	6.966E+11
	W_sol_s [mm ³]	-7.102E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.650E+09	-7.592E+09	-7.590E+09
	W_arm_s [mm ³]	-1.242E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.349E+09	-1.321E+09	-1.320E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.410E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.907E+09	-2.423E+09	-2.421E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.598E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.955E+10	-1.595E+10	-1.594E+10
	W_sp [mm ³]	-2.561E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-3.133E+09	-2.557E+09	-2.554E+09
	W_sa [mm ³]	-2.927E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-3.710E+09	-2.873E+09	-2.870E+09
W_ia [mm ³]	2.529E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.449E+08	2.917E+08	2.918E+08	
W_ip [mm ³]	2.498E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.410E+08	2.869E+08	2.870E+08	
SLU - RITIRO	n [-]	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53
	A [mm ²]	478395	453651	453651	453651	485475	485475	485475	485475	485475	430471	471984	472454
	yg_sp [mm]	-109	-127	-127	-127	-139	-139	-139	-139	-139	-465	-578	-578
	yg_ip [mm]	2591	2573	2573	2573	2561	2561	2561	2561	2561	2235	2122	2122
	Jt [mm ⁴]	3.139E+11	3.139E+11	3.139E+11	3.139E+11	3.083E+11							
	ly [mm ⁴]	5.739E+13	5.253E+13	5.253E+13	5.253E+13	5.746E+13	5.746E+13	5.746E+13	5.746E+13	5.746E+13	4.111E+12	4.484E+12	4.489E+12
	lz [mm ⁴]	6.028E+11	5.939E+11	5.939E+11	5.939E+11	6.825E+11	6.825E+11	6.825E+11	6.825E+11	6.825E+11	5.298E+11	5.887E+11	5.887E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.288E+10	-2.159E+10	-2.159E+10	-2.159E+10	-2.414E+10	-2.414E+10	-2.414E+10	-2.414E+10	-2.414E+10	-1.075E+10	-1.041E+10	-1.041E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.655E+09	-1.554E+09	-1.554E+09	-1.554E+09	-1.732E+09	-1.732E+09	-1.732E+09	-1.732E+09	-1.732E+09	-7.358E+08	-7.068E+08	-7.066E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.855E+09	-4.177E+09	-4.177E+09	-4.177E+09	-4.428E+09	-4.428E+09	-4.428E+09	-4.428E+09	-4.428E+09	-1.104E+09	-9.928E+08	-9.925E+08
	W_sol_i [mm ³]	-8.575E+10	-7.252E+10	-7.252E+10	-7.252E+10	-7.618E+10	-7.618E+10	-7.618E+10	-7.618E+10	-7.618E+10	-1.769E+10	-1.582E+10	-1.581E+10
	W_sp [mm ³]	-5.522E+09	-4.670E+09	-4.670E+09	-4.670E+09	-4.905E+09	-4.905E+09	-4.905E+09	-4.905E+09	-4.905E+09	-1.139E+09	-1.019E+09	-1.018E+09
	W_sa [mm ³]	-7.614E+09	-6.111E+09	-6.111E+09	-6.111E+09	-6.253E+09	-6.253E+09	-6.253E+09	-6.253E+09	-6.253E+09	-1.218E+09	-1.074E+09	-1.074E+09
W_ia [mm ³]	2.354E+08	2.336E+08	2.336E+08	2.336E+08	2.707E+08	2.707E+08	2.707E+08	2.707E+08	2.707E+08	2.414E+08	2.827E+08	2.828E+08	
W_ip [mm ³]	2.327E+08	2.309E+08	2.309E+08	2.309E+08	2.665E+08	2.665E+08	2.665E+08	2.665E+08	2.665E+08	2.371E+08	2.774E+08	2.774E+08	

Concio		4				5				6			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLU - G	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	259280	206162	259280	259280	305960	305960	298898	292719	364320	364320	360861	364320
	y _{g_sp} [mm]	-1350	-1296	-1350	-1350	-1547	-1547	-1537	-1528	-1514	-1514	-1511	-1514
	y _{g_ip} [mm]	1350	1404	1350	1350	1153	1153	1163	1172	1186	1186	1189	1186
	Jt [mm ²]	1.162E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11							
	ly [mm ²]	2.334E+12	1.855E+12	2.334E+12	2.334E+12	2.754E+12	2.754E+12	2.690E+12	2.634E+12	3.279E+12	3.279E+12	3.248E+12	3.279E+12
	lz [mm ²]	3.207E+11	3.114E+11	3.207E+11	3.207E+11	3.868E+11	3.868E+11	3.848E+11	3.834E+11	4.786E+11	4.786E+11	4.778E+11	4.786E+11
	W _{sp} [mm ²]	-2.375E+08	-2.402E+08	-2.375E+08	-2.375E+08	-2.500E+08	-2.500E+08	-2.504E+08	-2.509E+08	-3.161E+08	-3.161E+08	-3.162E+08	-3.161E+08
	W _{sa} [mm ²]	-2.448E+08	-2.478E+08	-2.448E+08	-2.448E+08	-2.566E+08	-2.566E+08	-2.571E+08	-2.577E+08	-3.247E+08	-3.247E+08	-3.247E+08	-3.247E+08
	W _{ia} [mm ²]	2.448E+08	2.283E+08	2.448E+08	2.448E+08	3.572E+08	3.572E+08	3.520E+08	3.479E+08	4.289E+08	4.289E+08	4.271E+08	4.289E+08
W _{ip} [mm ²]	2.375E+08	2.218E+08	2.375E+08	2.375E+08	3.355E+08	3.355E+08	3.309E+08	3.272E+08	4.036E+08	4.036E+08	4.020E+08	4.036E+08	
SLU - LUNGO PERIODO	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	1E+15						
	A [mm ²]	532110	478992	532110	532110	578790	360810	353748	347569	432176	432176	428716	432176
	y _{g_sp} [mm]	-143	-477	-143	-143	-226	-1281	-1283	-1271	-1249	-1249	-1252	-1249
	y _{g_ip} [mm]	2557	2223	2557	2557	2474	1419	1417	1429	1451	1451	1448	1451
	Jt [mm ²]	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.121E+11	3.121E+11	2.842E+11	2.842E+11	3.140E+11	3.140E+11	2.857E+11	3.140E+11
	ly [mm ²]	5.554E+13	4.516E+12	5.554E+13	5.554E+13	5.596E+13	5.596E+13	5.350E+12	5.295E+12	5.648E+13	5.648E+13	5.908E+12	5.648E+13
	lz [mm ²]	7.232E+11	5.576E+11	7.232E+11	7.232E+11	9.605E+11	5.137E+11	5.096E+11	5.065E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.327E+11	6.343E+11
	W _{sol_s} [mm ²]	-2.654E+10	-1.165E+10	-2.654E+10	-2.654E+10	-2.968E+10	-3.250E+23	-3.219E+23	-3.223E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.078E+23	-4.095E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-1.797E+09	-7.563E+08	-1.797E+09	-1.797E+09	-1.978E+09	-3.334E+08	-3.302E+08	-3.308E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.186E+08	-4.203E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-4.590E+09	-1.133E+09	-4.590E+09	-4.590E+09	-3.993E+09	-3.964E+08	-3.925E+08	-3.938E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-4.995E+08	-5.018E+08
	W _{sol_i} [mm ²]	-8.239E+10	-1.897E+10	-8.239E+10	-8.239E+10	-6.916E+10	-4.011E+23	-3.971E+23	-3.984E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.055E+23	-5.078E+23
	W _{sp} [mm ²]	-5.073E+09	-1.168E+09	-5.073E+09	-5.073E+09	-4.259E+09	-4.011E+08	-3.971E+08	-3.984E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.055E+08	-5.078E+08
	W _{sa} [mm ²]	-7.052E+09	-1.275E+09	-7.052E+09	-7.052E+09	-5.177E+09	-4.140E+08	-4.099E+08	-4.114E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.222E+08	-5.246E+08
W _{ia} [mm ²]	2.873E+08	2.554E+08	2.873E+08	2.873E+08	3.994E+08	3.807E+08	3.784E+08	3.727E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.590E+08	4.593E+08	
W _{ip} [mm ²]	2.828E+08	2.508E+08	2.828E+08	2.828E+08	3.881E+08	3.619E+08	3.597E+08	3.545E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.368E+08	4.371E+08	
SLU - BREVE PERIODO	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	881437	828319	881437	881437	928117	360810	353748	347569	432176	432176	428716	432176
	y _{g_sp} [mm]	-293	-212	-293	-293	-411	-1281	-1283	-1271	-1249	-1249	-1252	-1249
	y _{g_ip} [mm]	2407	2488	2407	2407	2289	1419	1417	1429	1451	1451	1448	1451
	Jt [mm ²]	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.322E+11	3.322E+11	3.194E+11	3.194E+11	3.343E+11	3.343E+11	3.213E+11	3.343E+11
	ly [mm ²]	1.408E+14	8.779E+12	1.408E+14	1.408E+14	1.412E+14	1.412E+14	9.613E+12	9.558E+12	1.417E+14	1.417E+14	1.017E+13	1.417E+14
	lz [mm ²]	7.363E+11	6.398E+11	7.363E+11	7.363E+11	9.810E+11	5.137E+11	5.096E+11	5.065E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.327E+11	6.343E+11
	W _{sol_s} [mm ²]	-7.750E+09	-7.803E+09	-7.750E+09	-7.750E+09	-8.610E+09	-3.250E+23	-3.219E+23	-3.223E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.078E+23	-4.095E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-1.332E+09	-1.356E+09	-1.332E+09	-1.332E+09	-1.462E+09	-3.334E+08	-3.302E+08	-3.308E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.186E+08	-4.203E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-2.392E+09	-2.823E+09	-2.392E+09	-2.392E+09	-2.303E+09	-3.964E+08	-3.925E+08	-3.938E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-4.995E+08	-5.018E+08
	W _{sol_i} [mm ²]	-1.569E+10	-1.886E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.490E+10	-4.011E+23	-3.971E+23	-3.984E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.055E+23	-5.078E+23
	W _{sp} [mm ²]	-2.515E+09	-3.023E+09	-2.515E+09	-2.515E+09	-2.387E+09	-4.011E+08	-3.971E+08	-3.984E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.055E+08	-5.078E+08
	W _{sa} [mm ²]	-2.913E+09	-3.727E+09	-2.913E+09	-2.913E+09	-2.644E+09	-4.140E+08	-4.099E+08	-4.114E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.222E+08	-5.246E+08
W _{ia} [mm ²]	3.110E+08	2.613E+08	3.110E+08	3.110E+08	4.421E+08	3.807E+08	3.784E+08	3.727E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.590E+08	4.593E+08	
W _{ip} [mm ²]	3.059E+08	2.571E+08	3.059E+08	3.059E+08	4.286E+08	3.619E+08	3.597E+08	3.545E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.368E+08	4.371E+08	
SLU - RITIRO	n [-]	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	1E+15						
	A [mm ²]	542075	488957	542075	542075	588755	360810	353748	347569	432176	432176	428716	432176
	y _{g_sp} [mm]	-136	-464	-136	-136	-218	-1281	-1283	-1271	-1249	-1249	-1252	-1249
	y _{g_ip} [mm]	2564	2236	2564	2564	2482	1419	1417	1429	1451	1451	1448	1451
	Jt [mm ²]	3.132E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.135E+11	3.135E+11	2.865E+11	2.865E+11	3.153E+11	3.153E+11	2.880E+11	3.153E+11
	ly [mm ²]	5.797E+13	4.637E+12	5.797E+13	5.797E+13	5.839E+13	5.839E+13	5.472E+12	5.416E+12	5.891E+13	5.891E+13	6.029E+12	5.891E+13
	lz [mm ²]	7.273E+11	5.615E+11	7.273E+11	7.273E+11	9.666E+11	5.137E+11	5.096E+11	5.065E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.327E+11	6.343E+11
	W _{sol_s} [mm ²]	-2.592E+10	-1.141E+10	-2.592E+10	-2.592E+10	-2.899E+10	-3.250E+23	-3.219E+23	-3.223E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.078E+23	-4.095E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-1.838E+09	-7.751E+08	-1.838E+09	-1.838E+09	-2.023E+09	-3.334E+08	-3.302E+08	-3.308E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.186E+08	-4.203E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-4.824E+09	-1.171E+09	-4.824E+09	-4.824E+09	-4.151E+09	-3.964E+08	-3.925E+08	-3.938E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-4.995E+08	-5.018E+08
	W _{sol_i} [mm ²]	-8.319E+10	-1.878E+10	-8.319E+10	-8.319E+10	-6.890E+10	-4.011E+23	-3.971E+23	-3.984E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.055E+23	-5.078E+23
	W _{sp} [mm ²]	-5.357E+09	-1.209E+09	-5.357E+09	-5.357E+09	-4.437E+09	-4.011E+08	-3.971E+08	-3.984E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.055E+08	-5.078E+08
	W _{sa} [mm ²]	-7.594E+09	-1.323E+09	-7.594E+09	-7.594E+09	-5.434E+09	-4.140E+08	-4.099E+08	-4.114E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.222E+08	-5.246E+08
W _{ia} [mm ²]	2.881E+08	2.557E+08	2.881E+08	2.881E+08	4.007E+08	3.807E+08	3.784E+08	3.727E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.590E+08	4.593E+08	
W _{ip} [mm ²]	2.836E+08	2.512E+08	2.836E+08	2.836E+08	3.894E+08	3.619E+08	3.597E+08	3.545E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.368E+08	4.371E+08	

Concio		7				8				9			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLU - G	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	298400	298400	274579	278428	267280	211670	240408	267280	239200	179814	239200	226790
	yg_sp [mm]	-1521	-1521	-1488	-1491	-1390	-1355	-1457	-1390	-1491	-1504	-1491	-1540
	yg_ip [mm]	1179	1179	1212	1209	1310	1345	1243	1310	1209	1196	1209	1160
	Jt [mm ⁴]	1.162E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11							
	ly [mm ⁴]	2.686E+12	2.686E+12	2.471E+12	2.506E+12	2.406E+12	1.905E+12	2.164E+12	2.406E+12	2.153E+12	1.618E+12	2.153E+12	2.041E+12
	lz [mm ⁴]	3.783E+11	3.783E+11	3.733E+11	3.736E+11	3.344E+11	3.258E+11	3.229E+11	3.344E+11	2.936E+11	2.826E+11	2.936E+11	2.830E+11
	W_sp [mm ³]	-2.488E+08	-2.488E+08	-2.509E+08	-2.506E+08	-2.406E+08	-2.404E+08	-2.217E+08	-2.406E+08	-1.969E+08	-1.879E+08	-1.969E+08	-1.837E+08
	W_sa [mm ³]	-2.555E+08	-2.555E+08	-2.579E+08	-2.575E+08	-2.477E+08	-2.477E+08	-2.280E+08	-2.477E+08	-2.010E+08	-1.917E+08	-2.010E+08	-1.874E+08
	W_ia [mm ³]	3.380E+08	3.380E+08	3.240E+08	3.250E+08	2.633E+08	2.497E+08	2.683E+08	2.633E+08	2.512E+08	2.445E+08	2.512E+08	2.528E+08
	W_ip [mm ³]	3.208E+08	3.208E+08	3.080E+08	3.089E+08	2.552E+08	2.423E+08	2.597E+08	2.552E+08	2.429E+08	2.363E+08	2.429E+08	2.440E+08
SLU - LUNGO PERIODO	n [-]	16.24	1E+15	1E+15	1E+15	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	578236	360256	336435	340284	547116	491507	520244	547116	519036	459650	519036	506626
	yg_sp [mm]	-206	-1231	-1188	-1194	-151	-498	-592	-151	-153	-497	-153	-607
	yg_ip [mm]	2494	1469	1512	1506	2549	2202	2108	2549	2547	2203	2547	2093
	Jt [mm ⁴]	3.121E+11	3.121E+11	2.842E+11	2.842E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.096E+11	3.096E+11	3.096E+11	3.096E+11
	ly [mm ⁴]	5.589E+13	5.589E+13	5.131E+12	5.166E+12	5.561E+13	4.565E+12	4.824E+12	5.561E+13	5.535E+13	4.278E+12	5.535E+13	4.701E+12
	lz [mm ⁴]	9.320E+11	5.207E+11	5.082E+11	5.093E+11	7.724E+11	6.023E+11	6.592E+11	7.724E+11	7.501E+11	5.856E+11	7.501E+11	6.434E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.991E+10	-3.400E+23	-3.415E+23	-3.409E+23	-2.781E+10	-1.225E+10	-1.200E+10	-2.781E+10	-2.688E+10	-1.193E+10	-2.688E+10	-1.152E+10
	W_arm_s [mm ³]	-2.000E+09	-3.492E+08	-3.509E+08	-3.503E+08	-1.879E+09	-7.943E+08	-7.733E+08	-1.879E+09	-1.815E+09	-7.734E+08	-1.815E+09	-7.424E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.216E+09	-4.178E+08	-4.224E+08	-4.212E+08	-4.650E+09	-1.173E+09	-1.085E+09	-4.650E+09	-4.460E+09	-1.143E+09	-4.460E+09	-1.035E+09
	W_sol_i [mm ³]	-7.344E+10	-4.229E+23	-4.277E+23	-4.265E+23	-8.301E+10	-1.963E+10	-1.807E+10	-8.301E+10	-7.952E+10	-1.913E+10	-7.952E+10	-1.722E+10
W_sp [mm ³]	-4.522E+09	-4.229E+08	-4.277E+08	-4.265E+08	-5.111E+09	-1.209E+09	-1.113E+09	-5.111E+09	-4.897E+09	-1.178E+09	-4.897E+09	-1.061E+09	
W_sa [mm ³]	-5.612E+09	-4.371E+08	-4.426E+08	-4.413E+08	-6.951E+09	-1.314E+09	-1.193E+09	-6.951E+09	-6.089E+09	-1.254E+09	-6.089E+09	-1.116E+09	
W_ia [mm ³]	3.829E+08	3.697E+08	3.501E+08	3.522E+08	3.079E+08	2.786E+08	3.188E+08	3.079E+08	2.992E+08	2.707E+08	2.992E+08	3.134E+08	
W_ip [mm ³]	3.737E+08	3.546E+08	3.362E+08	3.382E+08	3.030E+08	2.736E+08	3.128E+08	3.030E+08	2.945E+08	2.658E+08	2.945E+08	3.074E+08	
SLU - BREVE PERIODO	n [-]	6.24	1E+15	1E+15	1E+15	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	927563	360256	336435	340284	896443	840834	869571	896443	868363	808977	868363	855953
	yg_sp [mm]	-387	-1231	-1188	-1194	-308	-228	-293	-308	-301	-217	-301	-297
	yg_ip [mm]	2313	1469	1512	1506	2392	2472	2407	2392	2399	2483	2399	2403
	Jt [mm ⁴]	3.321E+11	3.321E+11	3.193E+11	3.193E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.294E+11	3.294E+11	3.294E+11	3.294E+11
	ly [mm ⁴]	1.411E+14	1.411E+14	9.394E+12	9.429E+12	1.409E+14	8.828E+12	9.087E+12	1.409E+14	1.406E+14	8.541E+12	1.406E+14	8.964E+12
	lz [mm ⁴]	9.493E+11	5.207E+11	5.082E+11	5.093E+11	7.850E+11	6.910E+11	7.777E+11	7.850E+11	7.663E+11	6.714E+11	7.663E+11	7.651E+11
	W_sol_s [mm ³]	-8.628E+09	-3.400E+23	-3.415E+23	-3.409E+23	-8.055E+09	-8.167E+09	-8.181E+09	-8.055E+09	-7.955E+09	-8.110E+09	-7.955E+09	-7.999E+09
	W_arm_s [mm ³]	-1.468E+09	-3.492E+08	-3.509E+08	-3.503E+08	-1.382E+09	-1.416E+09	-1.406E+09	-1.382E+09	-1.366E+09	-1.409E+09	-1.366E+09	-1.374E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.364E+09	-4.178E+08	-4.224E+08	-4.212E+08	-2.429E+09	-2.844E+09	-2.524E+09	-2.429E+09	-2.424E+09	-2.899E+09	-2.424E+09	-2.454E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.532E+10	-4.229E+23	-4.277E+23	-4.265E+23	-1.590E+10	-1.892E+10	-1.655E+10	-1.590E+10	-1.588E+10	-1.934E+10	-1.588E+10	-1.608E+10
W_sp [mm ³]	-2.456E+09	-4.229E+08	-4.277E+08	-4.265E+08	-2.548E+09	-3.031E+09	-2.653E+09	-2.548E+09	-2.545E+09	-3.100E+09	-2.545E+09	-2.578E+09	
W_sa [mm ³]	-2.739E+09	-4.371E+08	-4.426E+08	-4.413E+08	-2.928E+09	-3.677E+09	-3.072E+09	-2.928E+09	-2.827E+09	-3.598E+09	-2.827E+09	-2.867E+09	
W_ia [mm ³]	4.212E+08	3.697E+08	3.501E+08	3.522E+08	3.338E+08	2.841E+08	3.286E+08	3.338E+08	3.249E+08	2.748E+08	3.249E+08	3.238E+08	
W_ip [mm ³]	4.103E+08	3.546E+08	3.362E+08	3.382E+08	3.282E+08	2.795E+08	3.231E+08	3.282E+08	3.194E+08	2.704E+08	3.194E+08	3.184E+08	
SLU - RITIRO	n [-]	15.53	1E+15	1E+15	1E+15	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53
	A [mm ²]	588202	360256	336435	340284	557082	501472	530209	557082	529002	469615	529002	516591
	yg_sp [mm]	-199	-1231	-1188	-1194	-144	-485	-578	-144	-146	-483	-146	-592
	yg_ip [mm]	2501	1469	1512	1506	2556	2215	2122	2556	2554	2217	2554	2108
	Jt [mm ⁴]	3.134E+11	3.134E+11	2.864E+11	2.864E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.109E+11	3.109E+11	3.109E+11	3.109E+11
	ly [mm ⁴]	5.832E+13	5.832E+13	5.253E+12	5.288E+12	5.804E+13	4.687E+12	4.945E+12	5.804E+13	5.779E+13	4.400E+12	5.779E+13	4.823E+12
	lz [mm ⁴]	9.376E+11	5.207E+11	5.082E+11	5.093E+11	7.767E+11	6.065E+11	6.647E+11	7.767E+11	7.545E+11	5.898E+11	7.545E+11	6.491E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.920E+10	-3.400E+23	-3.415E+23	-3.409E+23	-2.714E+10	-1.199E+10	-1.175E+10	-2.714E+10	-2.627E+10	-1.169E+10	-2.627E+10	-1.130E+10
	W_arm_s [mm ³]	-2.044E+09	-3.492E+08	-3.509E+08	-3.503E+08	-1.921E+09	-8.138E+08	-7.928E+08	-1.921E+09	-1.858E+09	-7.934E+08	-1.858E+09	-7.619E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.386E+09	-4.178E+08	-4.224E+08	-4.212E+08	-4.874E+09	-1.212E+09	-1.120E+09	-4.874E+09	-4.685E+09	-1.183E+09	-4.685E+09	-1.069E+09
	W_sol_i [mm ³]	-7.326E+10	-4.229E+23	-4.277E+23	-4.265E+23	-8.355E+10	-1.941E+10	-1.785E+10	-8.355E+10	-8.023E+10	-1.895E+10	-8.023E+10	-1.703E+10
W_sp [mm ³]	-4.717E+09	-4.229E+08	-4.277E+08	-4.265E+08	-5.380E+09	-1.250E+09	-1.149E+09	-5.380E+09	-5.166E+09	-1.220E+09	-5.166E+09	-1.096E+09	
W_sa [mm ³]	-5.906E+09	-4.371E+08	-4.426E+08	-4.413E+08	-7.442E+09	-1.362E+09	-1.235E+09	-7.442E+09	-6.502E+09	-1.301E+09	-6.502E+09	-1.155E+09	
W_ia [mm ³]	3.841E+08	3.697E+08	3.501E+08	3.522E+08	3.088E+08	2.789E+08	3.193E+08	3.088E+08	3.001E+08	2.709E+08	3.001E+08	3.139E+08	
W_ip [mm ³]	3.749E+08	3.546E+08	3.362E+08	3.382E+08	3.039E+08	2.739E+08	3.133E+08	3.039E+08	2.954E+08	2.661E+08	2.954E+08	3.079E+08	

Concio		10				11				12			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLU - G	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	239200	180033	239200	230351	239200	209770	226040	239200	371840	370046	375739	378259
	yg_sp [mm]	-1491	-1504	-1491	-1527	-1491	-1438	-1458	-1491	-1592	-1841	-1846	-1849
	yg_ip [mm]	1209	1196	1209	1173	1209	1262	1242	1209	1108	1359	1354	1351
	Jt [mm ⁴]	1.159E+11	1.165E+11	1.629E+11	1.629E+11	1.629E+11							
	ly [mm ⁴]	2.153E+12	1.620E+12	2.153E+12	2.073E+12	2.153E+12	1.888E+12	2.034E+12	2.153E+12	3.347E+12	3.330E+12	3.382E+12	3.404E+12
	lz [mm ⁴]	2.936E+11	2.827E+11	2.936E+11	2.855E+11	2.936E+11	2.871E+11	2.887E+11	2.936E+11	4.773E+11	6.893E+11	6.902E+11	6.907E+11
	W_sp [mm ³]	-1.969E+08	-1.880E+08	-1.969E+08	-1.869E+08	-1.969E+08	-1.997E+08	-1.980E+08	-1.969E+08	-2.997E+08	-3.743E+08	-3.739E+08	-3.736E+08
	W_sa [mm ³]	-2.010E+08	-1.919E+08	-2.010E+08	-1.906E+08	-2.010E+08	-2.039E+08	-2.022E+08	-2.010E+08	-3.075E+08	-3.827E+08	-3.821E+08	-3.819E+08
	W_ia [mm ³]	2.512E+08	2.445E+08	2.512E+08	2.520E+08	2.512E+08	2.349E+08	2.401E+08	2.512E+08	4.644E+08	5.391E+08	5.418E+08	5.434E+08
W_ip [mm ³]	2.429E+08	2.363E+08	2.429E+08	2.434E+08	2.429E+08	2.275E+08	2.323E+08	2.429E+08	4.308E+08	5.073E+08	5.098E+08	5.112E+08	
SLU - LUNGO PERIODO	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	506030	446863	506030	497181	506030	476600	492869	506030	651676	649882	655575	658095
	yg_sp [mm]	-164	-519	-164	-630	-164	-552	-590	-164	-272	-984	-994	-999
	yg_ip [mm]	2536	2181	2536	2070	2536	2148	2110	2536	2428	2216	2206	2201
	Jt [mm ⁴]	3.096E+11	3.141E+11	4.357E+11	4.357E+11	4.357E+11							
	ly [mm ⁴]	5.535E+13	4.280E+12	5.535E+13	4.733E+12	5.535E+13	4.548E+12	4.694E+12	5.535E+13	5.655E+13	5.991E+12	6.042E+12	6.064E+12
	lz [mm ⁴]	7.426E+11	5.781E+11	7.426E+11	6.334E+11	7.426E+11	5.847E+11	6.065E+11	7.426E+11	1.178E+12	1.327E+12	1.335E+12	1.340E+12
	W_sol_s [mm ³]	-2.597E+10	-1.146E+10	-2.597E+10	-1.106E+10	-2.597E+10	-1.115E+10	-1.106E+10	-2.597E+10	-3.343E+10	-1.679E+10	-1.676E+10	-1.675E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.750E+09	-7.418E+08	-1.750E+09	-7.117E+08	-1.750E+09	-7.202E+08	-7.133E+08	-1.750E+09	-2.213E+09	-1.067E+09	-1.065E+09	-1.064E+09
	W_arm_i [mm ³]	-4.141E+09	-1.082E+09	-4.141E+09	-9.820E+08	-4.141E+09	-1.031E+09	-1.002E+09	-4.141E+09	-4.103E+09	-1.329E+09	-1.323E+09	-1.321E+09
W_sol_i [mm ³]	-7.339E+10	-1.808E+10	-7.339E+10	-1.633E+10	-7.339E+10	-1.721E+10	-1.669E+10	-7.339E+10	-7.030E+10	-2.191E+10	-2.182E+10	-2.178E+10	
W_sp [mm ³]	-4.519E+09	-1.113E+09	-4.519E+09	-1.005E+09	-4.519E+09	-1.059E+09	-1.028E+09	-4.519E+09	-4.329E+09	-1.349E+09	-1.343E+09	-1.341E+09	
W_sa [mm ³]	-5.529E+09	-1.181E+09	-5.529E+09	-1.056E+09	-5.529E+09	-1.120E+09	-1.083E+09	-5.529E+09	-5.075E+09	-1.406E+09	-1.400E+09	-1.397E+09	
W_ia [mm ³]	2.976E+08	2.701E+08	2.976E+08	3.120E+08	2.976E+08	2.773E+08	2.930E+08	2.976E+08	5.016E+08	6.213E+08	6.281E+08	6.315E+08	
W_ip [mm ³]	2.929E+08	2.651E+08	2.929E+08	3.060E+08	2.929E+08	2.722E+08	2.874E+08	2.929E+08	4.851E+08	5.989E+08	6.054E+08	6.086E+08	
SLU - BREVE PERIODO	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	855357	796190	855357	846508	855357	825928	842197	855357	1001003	999209	1004903	1007422
	yg_sp [mm]	-310	-225	-310	-307	-310	-254	-282	-310	-496	-587	-595	-600
	yg_ip [mm]	2390	2475	2390	2393	2390	2446	2418	2390	2204	2613	2605	2600
	Jt [mm ⁴]	3.294E+11	3.344E+11	4.636E+11	4.636E+11	4.636E+11							
	ly [mm ⁴]	1.406E+14	8.543E+12	1.406E+14	8.996E+12	1.406E+14	8.811E+12	8.957E+12	1.406E+14	1.418E+14	1.025E+13	1.030E+13	1.033E+13
	lz [mm ⁴]	7.622E+11	6.687E+11	7.622E+11	7.616E+11	7.622E+11	6.867E+11	7.212E+11	7.622E+11	1.193E+12	1.623E+12	1.637E+12	1.644E+12
	W_sol_s [mm ³]	-7.801E+09	-7.954E+09	-7.801E+09	-7.828E+09	-7.801E+09	-7.736E+09	-7.731E+09	-7.801E+09	-9.347E+09	-1.142E+10	-1.141E+10	-1.141E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.338E+09	-1.380E+09	-1.338E+09	-1.343E+09	-1.338E+09	-1.336E+09	-1.330E+09	-1.338E+09	-1.577E+09	-1.917E+09	-1.914E+09	-1.913E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.348E+09	-2.791E+09	-2.348E+09	-2.364E+09	-2.348E+09	-2.553E+09	-2.427E+09	-2.348E+09	-2.333E+09	-2.698E+09	-2.682E+09	-2.675E+09
W_sol_i [mm ³]	-1.536E+10	-1.858E+10	-1.536E+10	-1.547E+10	-1.536E+10	-1.687E+10	-1.595E+10	-1.536E+10	-1.500E+10	-1.726E+10	-1.716E+10	-1.711E+10	
W_sp [mm ³]	-2.462E+09	-2.977E+09	-2.462E+09	-2.480E+09	-2.462E+09	-2.704E+09	-2.556E+09	-2.462E+09	-2.403E+09	-2.767E+09	-2.750E+09	-2.742E+09	
W_sa [mm ³]	-2.726E+09	-3.436E+09	-2.726E+09	-2.748E+09	-2.726E+09	-3.066E+09	-2.860E+09	-2.726E+09	-2.614E+09	-2.969E+09	-2.948E+09	-2.938E+09	
W_ia [mm ³]	3.243E+08	2.746E+08	3.243E+08	3.237E+08	3.243E+08	2.854E+08	3.033E+08	3.243E+08	5.617E+08	6.406E+08	6.486E+08	6.524E+08	
W_ip [mm ³]	3.188E+08	2.701E+08	3.188E+08	3.183E+08	3.188E+08	2.807E+08	2.983E+08	3.188E+08	5.413E+08	6.210E+08	6.286E+08	6.323E+08	
SLU - RITIRO	n [-]	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53
	A [mm ²]	515995	456828	515995	507147	515995	486566	502835	515995	661642	659848	665541	668061
	yg_sp [mm]	-157	-505	-157	-615	-157	-537	-575	-157	-265	-967	-977	-982
	yg_ip [mm]	2543	2195	2543	2085	2543	2163	2125	2543	2435	2233	2223	2218
	Jt [mm ⁴]	3.109E+11	3.154E+11	4.376E+11	4.376E+11	4.376E+11							
	ly [mm ⁴]	5.779E+13	4.402E+12	5.779E+13	4.855E+12	5.779E+13	4.670E+12	4.816E+12	5.779E+13	5.898E+13	6.112E+12	6.163E+12	6.186E+12
	lz [mm ⁴]	7.472E+11	5.826E+11	7.472E+11	6.395E+11	7.472E+11	5.896E+11	6.119E+11	7.472E+11	1.185E+12	1.340E+12	1.348E+12	1.353E+12
	W_sol_s [mm ³]	-2.540E+10	-1.124E+10	-2.540E+10	-1.086E+10	-2.540E+10	-1.093E+10	-1.085E+10	-2.540E+10	-3.260E+10	-1.643E+10	-1.640E+10	-1.639E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.793E+09	-7.618E+08	-1.793E+09	-7.311E+08	-1.793E+09	-7.394E+08	-7.324E+08	-1.793E+09	-2.259E+09	-1.092E+09	-1.090E+09	-1.089E+09
	W_arm_i [mm ³]	-4.350E+09	-1.121E+09	-4.350E+09	-1.016E+09	-4.350E+09	-1.067E+09	-1.036E+09	-4.350E+09	-4.239E+09	-1.365E+09	-1.359E+09	-1.357E+09
W_sol_i [mm ³]	-7.402E+10	-1.793E+10	-7.402E+10	-1.616E+10	-7.402E+10	-1.704E+10	-1.651E+10	-7.402E+10	-6.957E+10	-2.153E+10	-2.144E+10	-2.140E+10	
W_sp [mm ³]	-4.766E+09	-1.154E+09	-4.766E+09	-1.040E+09	-4.766E+09	-1.097E+09	-1.063E+09	-4.766E+09	-4.480E+09	-1.386E+09	-1.380E+09	-1.378E+09	
W_sa [mm ³]	-5.894E+09	-1.227E+09	-5.894E+09	-1.094E+09	-5.894E+09	-1.162E+09	-1.122E+09	-5.894E+09	-5.278E+09	-1.446E+09	-1.439E+09	-1.436E+09	
W_ia [mm ³]	2.985E+08	2.703E+08	2.985E+08	3.127E+08	2.985E+08	2.778E+08	2.935E+08	2.985E+08	5.032E+08	6.223E+08	6.292E+08	6.326E+08	
W_ip [mm ³]	2.938E+08	2.654E+08	2.938E+08	3.067E+08	2.938E+08	2.726E+08	2.880E+08	2.938E+08	4.866E+08	6.000E+08	6.065E+08	6.098E+08	

Concio		13				14				15			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLU - G	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	448400	425584	428280	430311	546160	519977	520432	521536	559680	519732	520061	520964
	y _{g_sp} [mm]	-1659	-1855	-1856	-1858	-1897	-1954	-1954	-1956	-2028	-1953	-1954	-1955
	y _{g_ip} [mm]	1541	1885	1884	1882	1843	2046	2046	2044	1972	2047	2046	2045
	Jt [mm ²]	1.629E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.220E+11	2.534E+11						
	ly [mm ²]	4.036E+12	3.830E+12	3.855E+12	3.873E+12	4.915E+12	4.680E+12	4.684E+12	4.694E+12	5.037E+12	4.678E+12	4.681E+12	4.689E+12
	lz [mm ²]	8.492E+11	1.165E+12	1.165E+12	1.165E+12	1.404E+12	1.586E+12	1.586E+12	1.586E+12	1.628E+12	1.585E+12	1.586E+12	1.586E+12
	W _{sp} [mm ²]	-5.118E+08	-6.280E+08	-6.275E+08	-6.271E+08	-7.403E+08	-8.116E+08	-8.115E+08	-8.111E+08	-8.028E+08	-8.117E+08	-8.116E+08	-8.113E+08
	W _{sa} [mm ²]	-5.343E+08	-6.527E+08	-6.521E+08	-6.516E+08	-7.729E+08	-8.463E+08	-8.461E+08	-8.457E+08	-8.358E+08	-8.464E+08	-8.462E+08	-8.459E+08
	W _{ia} [mm ²]	5.814E+08	6.451E+08	6.459E+08	6.467E+08	7.964E+08	8.063E+08	8.067E+08	8.075E+08	8.605E+08	8.061E+08	8.064E+08	8.071E+08
W _{ip} [mm ²]	5.512E+08	6.177E+08	6.185E+08	6.192E+08	7.618E+08	7.748E+08	7.751E+08	7.759E+08	8.256E+08	7.746E+08	7.749E+08	7.755E+08	
SLU - LUNGO PERIODO	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	1E+15						
	A [mm ²]	728236	705420	708116	710147	825996	581832	582288	583391	621536	581588	581916	582820
	y _{g_sp} [mm]	-332	-1059	-1064	-1067	-452	-1731	-1732	-1733	-1810	-1731	-1731	-1732
	y _{g_ip} [mm]	2868	2681	2676	2673	3288	2269	2268	2267	2190	2269	2269	2268
	Jt [mm ²]	4.360E+11	5.878E+11	5.878E+11	5.878E+11	5.919E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.731E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.139E+11
	ly [mm ²]	5.724E+13	6.490E+12	6.515E+12	6.533E+12	5.812E+13	7.340E+12	7.344E+12	7.354E+12	5.824E+13	7.338E+12	7.341E+12	7.349E+12
	lz [mm ²]	1.707E+12	1.850E+12	1.853E+12	1.856E+12	2.649E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12	1.891E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12
	W _{sol_s} [mm ²]	-4.385E+10	-2.210E+10	-2.207E+10	-2.205E+10	-5.722E+10	-9.006E+23	-9.005E+23	-9.002E+23	-8.963E+23	-9.007E+23	-9.006E+23	-9.003E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-2.883E+09	-1.402E+09	-1.400E+09	-1.399E+09	-3.722E+09	-9.187E+08	-9.186E+08	-9.182E+08	-9.136E+08	-9.188E+08	-9.187E+08	-9.184E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-4.918E+09	-1.722E+09	-1.718E+09	-1.715E+09	-5.675E+09	-1.048E+09	-1.047E+09	-1.047E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W _{sol_i} [mm ²]	-8.347E+10	-2.836E+10	-2.830E+10	-2.825E+10	-9.523E+10	-1.057E+24	-1.056E+24	-1.056E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.056E+24
	W _{sp} [mm ²]	-5.140E+09	-1.746E+09	-1.742E+09	-1.740E+09	-5.864E+09	-1.057E+09	-1.056E+09	-1.056E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.056E+09
	W _{sa} [mm ²]	-6.513E+09	-1.870E+09	-1.865E+09	-1.862E+09	-7.126E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09
W _{ia} [mm ²]	6.122E+08	7.113E+08	7.137E+08	7.157E+08	8.256E+08	8.355E+08	8.360E+08	8.370E+08	8.962E+08	8.353E+08	8.356E+08	8.365E+08	
W _{ip} [mm ²]	5.951E+08	6.900E+08	6.924E+08	6.942E+08	8.055E+08	8.061E+08	8.065E+08	8.075E+08	8.635E+08	8.058E+08	8.061E+08	8.070E+08	
SLU - BREVE PERIODO	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	1077563	1054747	1057443	1059475	1175323	581832	582288	583391	621536	581588	581916	582820
	y _{g_sp} [mm]	-602	-658	-662	-665	-800	-1731	-1732	-1733	-1810	-1731	-1731	-1732
	y _{g_ip} [mm]	2598	3082	3078	3075	2940	2269	2268	2267	2190	2269	2269	2268
	Jt [mm ²]	4.639E+11	6.249E+11	6.249E+11	6.249E+11	6.295E+11	6.885E+11	6.885E+11	6.885E+11	7.156E+11	6.885E+11	6.885E+11	6.885E+11
	ly [mm ²]	1.425E+14	1.075E+13	1.078E+13	1.080E+13	1.434E+14	1.160E+13	1.161E+13	1.162E+13	1.435E+14	1.160E+13	1.160E+13	1.161E+13
	lz [mm ²]	1.713E+12	2.195E+12	2.202E+12	2.207E+12	2.636E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12	1.891E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12
	W _{sol_s} [mm ²]	-1.185E+10	-1.430E+10	-1.428E+10	-1.427E+10	-1.495E+10	-9.006E+23	-9.005E+23	-9.002E+23	-8.963E+23	-9.007E+23	-9.006E+23	-9.003E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-1.987E+09	-2.392E+09	-2.388E+09	-2.386E+09	-2.486E+09	-9.187E+08	-9.186E+08	-9.182E+08	-9.136E+08	-9.188E+08	-9.187E+08	-9.184E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-2.775E+09	-3.262E+09	-3.253E+09	-3.246E+09	-3.233E+09	-1.048E+09	-1.047E+09	-1.047E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W _{sol_i} [mm ²]	-1.775E+10	-2.082E+10	-2.076E+10	-2.071E+10	-2.055E+10	-1.057E+24	-1.056E+24	-1.056E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.056E+24
	W _{sp} [mm ²]	-2.844E+09	-3.337E+09	-3.327E+09	-3.319E+09	-3.293E+09	-1.057E+09	-1.056E+09	-1.056E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.056E+09
	W _{sa} [mm ²]	-3.219E+09	-3.734E+09	-3.720E+09	-3.710E+09	-3.659E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09
W _{ia} [mm ²]	6.802E+08	7.313E+08	7.343E+08	7.367E+08	9.217E+08	8.355E+08	8.360E+08	8.370E+08	8.962E+08	8.353E+08	8.356E+08	8.365E+08	
W _{ip} [mm ²]	6.593E+08	7.123E+08	7.152E+08	7.175E+08	8.966E+08	8.061E+08	8.065E+08	8.075E+08	8.635E+08	8.058E+08	8.061E+08	8.070E+08	
SLU - RITIRO	n [-]	15.53	15.53	15.53	15.53	15.53	1E+15						
	A [mm ²]	738202	715385	718082	720113	835962	581832	582288	583391	621536	581588	581916	582820
	y _{g_sp} [mm]	-325	-1042	-1047	-1050	-444	-1731	-1732	-1733	-1810	-1731	-1731	-1732
	y _{g_ip} [mm]	2875	2698	2693	2690	3296	2269	2268	2267	2190	2269	2269	2268
	Jt [mm ²]	4.379E+11	5.903E+11	5.903E+11	5.903E+11	5.944E+11	6.186E+11	6.186E+11	6.186E+11	6.759E+11	6.186E+11	6.186E+11	6.186E+11
	ly [mm ²]	5.967E+13	6.612E+12	6.636E+12	6.655E+12	6.055E+13	7.462E+12	7.466E+12	7.476E+12	6.067E+13	7.459E+12	7.462E+12	7.470E+12
	lz [mm ²]	1.716E+12	1.864E+12	1.868E+12	1.871E+12	2.662E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12	1.891E+12	1.829E+12	1.829E+12	1.830E+12
	W _{sol_s} [mm ²]	-4.267E+10	-2.157E+10	-2.154E+10	-2.152E+10	-5.560E+10	-9.006E+23	-9.005E+23	-9.002E+23	-8.963E+23	-9.007E+23	-9.006E+23	-9.003E+23
	W _{arm_s} [mm ²]	-2.936E+09	-1.431E+09	-1.429E+09	-1.428E+09	-3.784E+09	-9.187E+08	-9.186E+08	-9.182E+08	-9.136E+08	-9.188E+08	-9.187E+08	-9.184E+08
	W _{arm_i} [mm ²]	-5.054E+09	-1.763E+09	-1.759E+09	-1.756E+09	-5.805E+09	-1.048E+09	-1.047E+09	-1.047E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W _{sol_i} [mm ²]	-8.212E+10	-2.777E+10	-2.771E+10	-2.767E+10	-9.320E+10	-1.057E+24	-1.056E+24	-1.056E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.056E+24
	W _{sp} [mm ²]	-5.288E+09	-1.788E+09	-1.784E+09	-1.782E+09	-6.002E+09	-1.057E+09	-1.056E+09	-1.056E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.056E+09
	W _{sa} [mm ²]	-6.742E+09	-1.917E+09	-1.912E+09	-1.909E+09	-7.322E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.107E+09
W _{ia} [mm ²]	6.139E+08	7.122E+08	7.147E+08	7.167E+08	8.277E+08	8.355E+08	8.360E+08	8.370E+08	8.962E+08	8.353E+08	8.356E+08	8.365E+08	
W _{ip} [mm ²]	5.968E+08	6.911E+08	6.935E+08	6.954E+08	8.077E+08	8.061E+08	8.065E+08	8.075E+08	8.635E+08	8.058E+08	8.061E+08	8.070E+08	

Concio		1				2				3			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLE - g	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	195600	195600	195600	195600	202680	202680	202680	202680	202680	126222	185383	-130379
	yg_sp [mm]	-1473	-1473	-1473	-1473	-1583	-1583	-1583	-1583	-1583	-1827	-1671	-10426
	yg_ip [mm]	1227	1227	1227	1227	1117	1117	1117	1117	1117	873	1029	-7726
	Jt [mm ⁴]	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.163E+11	1.155E+11							
	ly [mm ⁴]	1.760E+12	1.760E+12	1.760E+12	1.760E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.824E+12	1.136E+12	1.668E+12	-1.173E+12
	lz [mm ⁴]	2.188E+11	2.188E+11	2.188E+11	2.188E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	2.351E+11	1.858E+11	2.180E+11	4.064E+12
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-1.485E+08	-1.017E+08	-1.305E+08	-3.898E+08								
	W_sa [mm ³]	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.516E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.514E+08	-1.034E+08	-1.328E+08	-3.909E+08
	W_ia [mm ³]	1.828E+08	1.828E+08	1.828E+08	1.828E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.183E+08	2.232E+08	2.204E+08	-5.233E+08
W_ip [mm ³]	1.783E+08	1.783E+08	1.783E+08	1.783E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.105E+08	2.129E+08	2.118E+08	-5.260E+08	
SLE - t inf	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	468430	444557	444557	444557	475510	475510	475510	475510	475510	399052	458213	142451
	yg_sp [mm]	-116	-134	-134	-134	-147	-147	-147	-147	-147	-481	-592	9813
	yg_ip [mm]	2584	2566	2566	2566	2553	2553	2553	2553	2553	2219	2108	12513
	Jt [mm ⁴]	3.126E+11	3.126E+11	3.126E+11	3.126E+11	3.070E+11							
	ly [mm ⁴]	5.496E+13	5.031E+13	5.031E+13	5.031E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	5.503E+13	3.796E+12	4.329E+12	1.487E+12
	lz [mm ⁴]	5.993E+11	5.903E+11	5.903E+11	5.903E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	6.783E+11	5.236E+11	5.830E+11	-2.382E+13
	W_sol_s [mm ³]	-2.338E+10	-2.207E+10	-2.207E+10	-2.207E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-2.465E+10	-1.088E+10	-1.062E+10	-4.066E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.614E+09	-1.516E+09	-1.516E+09	-1.516E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-1.688E+09	-7.111E+08	-6.884E+08	-2.492E+09
	W_arm_i [mm ³]	-4.564E+09	-3.951E+09	-3.951E+09	-3.951E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-4.192E+09	-1.055E+09	-9.607E+08	-2.431E+09
	W_sol_i [mm ³]	-8.367E+10	-7.133E+10	-7.133E+10	-7.133E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-7.504E+10	-1.767E+10	-1.600E+10	-3.942E+10
	W_sp [mm ³]	-5.152E+09	-4.392E+09	-4.392E+09	-4.392E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-4.621E+09	-1.088E+09	-9.851E+08	-2.427E+09
	W_sa [mm ³]	-6.943E+09	-5.654E+09	-5.654E+09	-5.654E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-5.807E+09	-1.160E+09	-1.038E+09	-2.420E+09
	W_ia [mm ³]	2.347E+08	2.328E+08	2.328E+08	2.328E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.699E+08	2.403E+08	2.819E+08	-1.910E+09
W_ip [mm ³]	2.319E+08	2.301E+08	2.301E+08	2.301E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.657E+08	2.360E+08	2.765E+08	-1.903E+09	
SLE - 10	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	817757	763318	763318	763318	824837	824837	824837	824837	824837	748379	807540	491779
	yg_sp [mm]	-240	-268	-268	-268	-278	-278	-278	-278	-278	-185	-270	2951
	yg_ip [mm]	2460	2432	2432	2432	2422	2422	2422	2422	2422	2515	2430	5651
	Jt [mm ⁴]	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.264E+11							
	ly [mm ⁴]	1.402E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	8.059E+12	8.592E+12	5.750E+12
	lz [mm ⁴]	6.146E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.004E+11	6.953E+11	-1.437E+13
	W_sol_s [mm ³]	-7.102E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.614E+09	-3.383E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.242E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.363E+09	-1.325E+09	-5.331E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.410E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.996E+09	-2.441E+09	-4.895E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.598E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-2.020E+10	-1.608E+10	-3.039E+10
	W_sp [mm ³]	-2.561E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-3.238E+09	-2.577E+09	-4.870E+09
	W_sa [mm ³]	-2.927E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-3.863E+09	-2.899E+09	-4.821E+09
	W_ia [mm ³]	2.529E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.426E+08	2.909E+08	-2.561E+09
W_ip [mm ³]	2.498E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.388E+08	2.861E+08	-2.543E+09	
SLE - r,t	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	15.53	15.53	15.53
	A [mm ²]	817757	763318	763318	763318	824837	824837	824837	824837	824837	409017	468178	152417
	yg_sp [mm]	-240	-268	-268	-268	-278	-278	-278	-278	-278	-466	-576	9182
	yg_ip [mm]	2460	2432	2432	2432	2422	2422	2422	2422	2422	2234	2124	11882
	Jt [mm ⁴]	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.327E+11	3.264E+11	3.264E+11	3.264E+11	3.264E+11	3.264E+11	3.083E+11	3.083E+11	3.083E+11
	ly [mm ⁴]	1.402E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.281E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	1.403E+14	3.918E+12	4.450E+12	1.608E+12
	lz [mm ⁴]	6.146E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.054E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	6.980E+11	5.275E+11	5.884E+11	-2.295E+13
	W_sol_s [mm ³]	-7.102E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-6.655E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-7.540E+09	-1.070E+10	-1.043E+10	-4.013E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.242E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.158E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-1.310E+09	-7.319E+08	-7.082E+08	-2.571E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.410E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.142E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-2.385E+09	-1.097E+09	-9.957E+08	-2.504E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.598E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.412E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.759E+10	-1.587E+10	-3.882E+10
	W_sp [mm ³]	-2.561E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.262E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-2.514E+09	-1.133E+09	-1.022E+09	-2.499E+09
	W_sa [mm ³]	-2.927E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.548E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-2.819E+09	-1.210E+09	-1.078E+09	-2.491E+09
	W_ia [mm ³]	2.529E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.520E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.930E+08	2.404E+08	2.824E+08	-1.938E+09
W_ip [mm ³]	2.498E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.489E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.881E+08	2.761E+08	2.770E+08	-1.932E+09	

Concio		4				5				6			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLE - g	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	259280	97592	259280	259280	305960	305960	281620	160447	364320	364320	339221	364320
	yg_sp [mm]	-1350	-3015	-1350	-1350	-1547	-1547	-1519	-2504	-1514	-1514	-1490	-1514
	yg_ip [mm]	1350	-315	1350	1350	1153	1153	1181	196	1186	1186	1210	1186
	Jt [mm ⁴]	1.162E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11	1.165E+11							
	ly [mm ⁴]	2.334E+12	8.783E+11	2.334E+12	2.334E+12	2.754E+12	2.754E+12	2.535E+12	1.444E+12	3.279E+12	3.279E+12	3.053E+12	3.279E+12
	lz [mm ⁴]	3.207E+11	-2.950E+11	3.207E+11	3.207E+11	3.868E+11	3.868E+11	3.823E+11	-5.811E+10	4.786E+11	4.786E+11	4.739E+11	4.786E+11
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-2.375E+08	9.785E+07	-2.375E+08	-2.375E+08	-2.500E+08	-2.500E+08	-2.517E+08	2.321E+07	-3.161E+08	-3.161E+08	-3.181E+08	-3.161E+08
	W_sa [mm ³]	-2.448E+08	9.917E+07	-2.448E+08	-2.448E+08	-2.566E+08	-2.566E+08	-2.585E+08	2.358E+07	-3.247E+08	-3.247E+08	-3.269E+08	-3.247E+08
	W_ia [mm ³]	2.448E+08	8.314E+08	2.448E+08	2.448E+08	3.572E+08	3.572E+08	3.442E+08	-4.625E+08	4.289E+08	4.289E+08	4.156E+08	4.289E+08
W_ip [mm ³]	2.375E+08	9.371E+08	2.375E+08	2.375E+08	3.355E+08	3.355E+08	3.238E+08	-2.970E+08	4.036E+08	4.036E+08	3.916E+08	4.036E+08	
SLE - i inf	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	1E+15						
	A [mm ²]	532110	370422	532110	532110	578790	360810	336470	215297	432176	432176	407077	432176
	yg_sp [mm]	-143	-690	-143	-143	-226	-1281	-1255	-1841	-1249	-1249	-1220	-1249
	yg_ip [mm]	2557	2010	2557	2557	2474	1419	1445	859	1451	1451	1480	1451
	Jt [mm ⁴]	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.121E+11	3.121E+11	2.842E+11	2.842E+11	3.140E+11	3.140E+11	2.857E+11	3.140E+11
	ly [mm ⁴]	5.554E+13	3.538E+12	5.554E+13	5.554E+13	5.596E+13	5.596E+13	5.195E+12	4.104E+12	5.648E+13	5.648E+13	5.713E+12	5.648E+13
	lz [mm ⁴]	7.232E+11	4.254E+11	7.232E+11	7.232E+11	9.605E+11	5.137E+11	5.033E+11	2.197E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.232E+11	6.343E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.654E+10	-6.980E+09	-2.654E+10	-2.654E+10	-2.968E+10	-3.250E+23	-3.236E+23	-1.026E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.101E+23	-4.095E+23
	W_arm_s [mm ³]	-1.797E+09	-4.479E+08	-1.797E+09	-1.797E+09	-1.978E+09	-3.334E+08	-3.321E+08	-1.046E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.212E+08	-4.203E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.590E+09	-6.036E+08	-4.590E+09	-4.590E+09	-3.993E+09	-3.964E+08	-3.962E+08	-1.184E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-5.047E+08	-5.018E+08
	W_sol_i [mm ³]	-8.239E+10	-1.002E+10	-8.239E+10	-8.239E+10	-6.916E+10	-4.011E+23	-4.009E+23	-1.193E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.109E+23	-5.078E+23
	W_sp [mm ³]	-5.073E+09	-6.167E+08	-5.073E+09	-5.073E+09	-4.259E+09	-4.011E+08	-4.009E+08	-1.193E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.109E+08	-5.078E+08
	W_sa [mm ³]	-7.052E+09	-6.547E+08	-7.052E+09	-7.052E+09	-5.177E+09	-4.140E+08	-4.141E+08	-1.220E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.283E+08	-5.246E+08
	W_ia [mm ³]	2.873E+08	2.159E+08	2.873E+08	2.873E+08	3.994E+08	3.807E+08	3.661E+08	2.785E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.420E+08	4.593E+08
W_ip [mm ³]	2.828E+08	2.116E+08	2.828E+08	2.828E+08	3.881E+08	3.619E+08	3.484E+08	2.558E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.211E+08	4.371E+08	
SLE - i0	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	881437	719749	881437	881437	928117	360810	336470	215297	432176	432176	407077	432176
	yg_sp [mm]	-293	-281	-293	-293	-411	-1281	-1255	-1841	-1249	-1249	-1220	-1249
	yg_ip [mm]	2407	2419	2407	2407	2289	1419	1445	859	1451	1451	1480	1451
	Jt [mm ⁴]	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.322E+11	3.322E+11	3.194E+11	3.194E+11	3.343E+11	3.343E+11	3.213E+11	3.343E+11
	ly [mm ⁴]	1.408E+14	7.801E+12	1.408E+14	1.408E+14	1.412E+14	1.412E+14	9.458E+12	8.367E+12	1.417E+14	1.417E+14	9.976E+12	1.417E+14
	lz [mm ⁴]	7.363E+11	5.545E+11	7.363E+11	7.363E+11	9.810E+11	5.137E+11	5.033E+11	2.197E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.232E+11	6.343E+11
	W_sol_s [mm ³]	-7.750E+09	-5.956E+09	-7.750E+09	-7.750E+09	-8.610E+09	-3.250E+23	-3.236E+23	-1.026E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.101E+23	-4.095E+23
	W_arm_s [mm ³]	-1.332E+09	-1.025E+09	-1.332E+09	-1.332E+09	-1.462E+09	-3.334E+08	-3.321E+08	-1.046E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.212E+08	-4.203E+08
	W_arm_i [mm ³]	-2.392E+09	-1.873E+09	-2.392E+09	-2.392E+09	-2.303E+09	-3.964E+08	-3.962E+08	-1.184E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-5.047E+08	-5.018E+08
	W_sol_i [mm ³]	-1.569E+10	-1.231E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.490E+10	-4.011E+23	-4.009E+23	-1.193E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.109E+23	-5.078E+23
	W_sp [mm ³]	-2.515E+09	-1.973E+09	-2.515E+09	-2.515E+09	-2.387E+09	-4.011E+08	-4.009E+08	-1.193E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.109E+08	-5.078E+08
	W_sa [mm ³]	-2.913E+09	-2.301E+09	-2.913E+09	-2.913E+09	-2.644E+09	-4.140E+08	-4.141E+08	-1.220E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.283E+08	-5.246E+08
	W_ia [mm ³]	3.110E+08	2.331E+08	3.110E+08	3.110E+08	4.421E+08	3.807E+08	3.661E+08	2.785E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.420E+08	4.593E+08
W_ip [mm ³]	3.059E+08	2.292E+08	3.059E+08	3.059E+08	4.286E+08	3.619E+08	3.484E+08	2.558E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.211E+08	4.371E+08	
SLE - i1	n [-]	6.24	15.53	6.24	6.24	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	881437	380387	881437	881437	928117	360810	336470	215297	432176	432176	407077	432176
	yg_sp [mm]	-293	-668	-293	-293	-411	-1281	-1255	-1841	-1249	-1249	-1220	-1249
	yg_ip [mm]	2407	2032	2407	2407	2289	1419	1445	859	1451	1451	1480	1451
	Jt [mm ⁴]	3.319E+11	3.132E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.322E+11	3.322E+11	2.865E+11	2.865E+11	3.343E+11	3.343E+11	2.880E+11	3.343E+11
	ly [mm ⁴]	1.408E+14	3.660E+12	1.408E+14	1.408E+14	1.412E+14	1.412E+14	5.316E+12	4.226E+12	1.417E+14	1.417E+14	5.835E+12	1.417E+14
	lz [mm ⁴]	7.363E+11	4.324E+11	7.363E+11	7.363E+11	9.810E+11	5.137E+11	5.033E+11	2.197E+11	6.343E+11	6.343E+11	6.232E+11	6.343E+11
	W_sol_s [mm ³]	-7.750E+09	-6.938E+09	-7.750E+09	-7.750E+09	-8.610E+09	-3.250E+23	-3.236E+23	-1.026E+23	-4.095E+23	-4.095E+23	-4.101E+23	-4.095E+23
	W_arm_s [mm ³]	-1.332E+09	-4.660E+08	-1.332E+09	-1.332E+09	-1.462E+09	-3.334E+08	-3.321E+08	-1.046E+08	-4.203E+08	-4.203E+08	-4.212E+08	-4.203E+08
	W_arm_i [mm ³]	-2.392E+09	-6.332E+08	-2.392E+09	-2.392E+09	-2.303E+09	-3.964E+08	-3.962E+08	-1.184E+08	-5.018E+08	-5.018E+08	-5.047E+08	-5.018E+08
	W_sol_i [mm ³]	-1.569E+10	-1.005E+10	-1.569E+10	-1.569E+10	-1.490E+10	-4.011E+23	-4.009E+23	-1.193E+23	-5.078E+23	-5.078E+23	-5.109E+23	-5.078E+23
	W_sp [mm ³]	-2.515E+09	-6.474E+08	-2.515E+09	-2.515E+09	-2.387E+09	-4.011E+08	-4.009E+08	-1.193E+08	-5.078E+08	-5.078E+08	-5.109E+08	-5.078E+08
	W_sa [mm ³]	-2.913E+09	-6.887E+08	-2.913E+09	-2.913E+09	-2.644E+09	-4.140E+08	-4.141E+08	-1.220E+08	-5.246E+08	-5.246E+08	-5.283E+08	-5.246E+08
	W_ia [mm ³]	3.110E+08	2.170E+08	3.110E+08	3.110E+08	4.421E+08	3.807E+08	3.661E+08	2.785E+08	4.593E+08	4.593E+08	4.420E+08	4.593E+08
W_ip [mm ³]	3.059E+08	2.128E+08	3.059E+08	3.059E+08	4.286E+08	3.619E+08	3.484E+08	2.558E+08	4.371E+08	4.371E+08	4.211E+08	4.371E+08	

Concio		7				8				9			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLE - g	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	298400	298400	272862	268236	267280	257554	200922	267280	239200	174781	239200	184178
	yg_sp [mm]	-1521	-1521	-1487	-1486	-1390	-1363	-1440	-1390	-1491	-1508	-1491	-1583
	yg_ip [mm]	1179	1179	1213	1214	1310	1337	1260	1310	1209	1192	1209	1117
	Jt [mm ⁴]	1.162E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11	1.159E+11							
	ly [mm ⁴]	2.686E+12	2.686E+12	2.456E+12	2.414E+12	2.406E+12	2.318E+12	1.808E+12	2.406E+12	2.153E+12	1.573E+12	2.153E+12	1.658E+12
	lz [mm ⁴]	3.783E+11	3.783E+11	3.733E+11	3.732E+11	3.344E+11	3.292E+11	3.198E+11	3.344E+11	2.936E+11	2.795E+11	2.936E+11	2.782E+11
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-2.488E+08	-2.488E+08	-2.510E+08	-2.511E+08	-2.406E+08	-2.416E+08	-2.221E+08	-2.406E+08	-1.969E+08	-1.854E+08	-1.969E+08	-1.757E+08
	W_sa [mm ³]	-2.555E+08	-2.555E+08	-2.580E+08	-2.580E+08	-2.477E+08	-2.489E+08	-2.285E+08	-2.477E+08	-2.010E+08	-1.892E+08	-2.010E+08	-1.791E+08
	W_ia [mm ³]	3.380E+08	3.380E+08	3.237E+08	3.235E+08	2.633E+08	2.538E+08	2.621E+08	2.633E+08	2.512E+08	2.426E+08	2.512E+08	2.584E+08
W_ip [mm ³]	3.208E+08	3.208E+08	3.077E+08	3.075E+08	2.552E+08	2.462E+08	2.538E+08	2.552E+08	2.429E+08	2.344E+08	2.429E+08	2.491E+08	
SLE - t inf	n [-]	16.24	1E+15	1E+15	1E+15	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	578236	360256	334718	330092	547116	537390	480758	547116	519036	454617	519036	464014
	yg_sp [mm]	-206	-1231	-1186	-1181	-151	-575	-514	-151	-153	-487	-153	-538
	yg_ip [mm]	2494	1469	1514	1519	2549	2125	2186	2549	2547	2213	2547	2162
	Jt [mm ⁴]	3.121E+11	3.121E+11	2.842E+11	2.842E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.119E+11	3.096E+11	3.096E+11	3.096E+11	3.096E+11
	ly [mm ⁴]	5.589E+13	5.589E+13	5.116E+12	5.074E+12	5.561E+13	4.978E+12	4.468E+12	5.561E+13	5.535E+13	4.233E+12	5.535E+13	4.318E+12
	lz [mm ⁴]	9.320E+11	5.207E+11	5.079E+11	5.073E+11	7.724E+11	6.399E+11	6.179E+11	7.724E+11	7.501E+11	5.785E+11	7.501E+11	6.144E+11
	W_sol_s [mm ³]	-2.991E+10	-3.400E+23	-3.417E+23	-3.424E+23	-2.781E+10	-1.188E+10	-1.232E+10	-2.781E+10	-2.688E+10	-1.193E+10	-2.688E+10	-1.191E+10
	W_arm_s [mm ³]	-2.000E+09	-3.492E+08	-3.512E+08	-3.519E+08	-1.879E+09	-7.663E+08	-7.979E+08	-1.879E+09	-1.815E+09	-7.742E+08	-1.815E+09	-7.699E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.216E+09	-4.178E+08	-4.228E+08	-4.240E+08	-4.650E+09	-1.084E+09	-1.167E+09	-4.650E+09	-4.460E+09	-1.152E+09	-4.460E+09	-1.111E+09
	W_sol_i [mm ³]	-7.344E+10	-4.229E+23	-4.282E+23	-4.294E+23	-8.301E+10	-1.807E+10	-1.951E+10	-8.301E+10	-7.952E+10	-1.928E+10	-7.952E+10	-1.855E+10
	W_sp [mm ³]	-4.522E+09	-4.229E+08	-4.282E+08	-4.294E+08	-5.111E+09	-1.113E+09	-1.201E+09	-5.111E+09	-4.897E+09	-1.187E+09	-4.897E+09	-1.142E+09
	W_sa [mm ³]	-5.612E+09	-4.371E+08	-4.431E+08	-4.445E+08	-6.951E+09	-1.196E+09	-1.303E+09	-6.951E+09	-6.089E+09	-1.265E+09	-6.089E+09	-1.209E+09
	W_ia [mm ³]	3.829E+08	3.697E+08	3.493E+08	3.477E+08	3.079E+08	3.069E+08	2.880E+08	3.079E+08	2.992E+08	2.663E+08	2.992E+08	2.895E+08
W_ip [mm ³]	3.737E+08	3.546E+08	3.355E+08	3.340E+08	3.030E+08	3.011E+08	2.827E+08	3.030E+08	2.945E+08	2.615E+08	2.945E+08	2.842E+08	
SLE - 10	n [-]	6.24	1E+15	1E+15	1E+15	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	927563	360256	334718	330092	896443	886717	830086	896443	868363	803944	868363	813342
	yg_sp [mm]	-387	-1231	-1186	-1181	-308	-288	-234	-308	-301	-209	-301	-241
	yg_ip [mm]	2313	1469	1514	1519	2392	2412	2466	2392	2399	2491	2399	2459
	Jt [mm ⁴]	3.321E+11	3.321E+11	3.193E+11	3.193E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.319E+11	3.294E+11	3.294E+11	3.294E+11	3.294E+11
	ly [mm ⁴]	1.411E+14	1.411E+14	9.379E+12	9.337E+12	1.409E+14	9.241E+12	8.731E+12	1.409E+14	1.406E+14	8.496E+12	1.406E+14	8.581E+12
	lz [mm ⁴]	9.493E+11	5.207E+11	5.079E+11	5.073E+11	7.850E+11	7.541E+11	7.104E+11	7.850E+11	7.663E+11	6.615E+11	7.663E+11	7.120E+11
	W_sol_s [mm ³]	-8.628E+09	-3.400E+23	-3.417E+23	-3.424E+23	-8.055E+09	-7.997E+09	-8.055E+09	-8.055E+09	-7.955E+09	-8.105E+09	-7.955E+09	-8.205E+09
	W_arm_s [mm ³]	-1.468E+09	-3.492E+08	-3.512E+08	-3.519E+08	-1.382E+09	-1.375E+09	-1.439E+09	-1.382E+09	-1.366E+09	-1.410E+09	-1.366E+09	-1.420E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.364E+09	-4.178E+08	-4.228E+08	-4.240E+08	-2.429E+09	-2.485E+09	-2.856E+09	-2.429E+09	-2.424E+09	-2.949E+09	-2.424E+09	-2.776E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.532E+10	-4.229E+23	-4.282E+23	-4.294E+23	-1.590E+10	-1.631E+10	-1.897E+10	-1.590E+10	-1.588E+10	-1.972E+10	-1.588E+10	-1.840E+10
	W_sp [mm ³]	-2.456E+09	-4.229E+08	-4.282E+08	-4.294E+08	-2.548E+09	-2.614E+09	-3.039E+09	-2.548E+09	-2.545E+09	-3.161E+09	-2.545E+09	-2.949E+09
	W_sa [mm ³]	-2.739E+09	-4.371E+08	-4.431E+08	-4.445E+08	-2.928E+09	-3.035E+09	-3.667E+09	-2.928E+09	-2.827E+09	-3.690E+09	-2.827E+09	-3.367E+09
	W_ia [mm ³]	4.212E+08	3.697E+08	3.493E+08	3.477E+08	3.338E+08	3.180E+08	2.928E+08	3.338E+08	3.249E+08	2.699E+08	3.249E+08	2.944E+08
W_ip [mm ³]	4.103E+08	3.546E+08	3.355E+08	3.340E+08	3.282E+08	3.127E+08	2.880E+08	3.282E+08	3.194E+08	2.656E+08	3.194E+08	2.896E+08	
SLE - r,t	n [-]	6.24	1E+15	1E+15	1E+15	6.24	15.53	15.53	6.24	6.24	15.53	6.24	15.53
	A [mm ²]	927563	360256	334718	330092	896443	547355	490724	896443	868363	464582	868363	473980
	yg_sp [mm]	-387	-1231	-1186	-1181	-308	-562	-501	-308	-301	-474	-301	-524
	yg_ip [mm]	2313	1469	1514	1519	2392	2138	2199	2392	2399	2226	2399	2176
	Jt [mm ⁴]	3.321E+11	3.321E+11	2.864E+11	2.864E+11	3.319E+11	3.132E+11	3.132E+11	3.319E+11	3.294E+11	3.109E+11	3.294E+11	3.109E+11
	ly [mm ⁴]	1.411E+14	1.411E+14	5.237E+12	5.196E+12	1.409E+14	5.100E+12	4.590E+12	1.409E+14	1.406E+14	4.355E+12	1.406E+14	4.439E+12
	lz [mm ⁴]	9.493E+11	5.207E+11	5.079E+11	5.073E+11	7.850E+11	6.451E+11	6.223E+11	7.850E+11	7.663E+11	5.826E+11	7.663E+11	6.191E+11
	W_sol_s [mm ³]	-8.628E+09	-3.400E+23	-3.417E+23	-3.424E+23	-8.055E+09	-1.163E+10	-1.207E+10	-8.055E+09	-7.955E+09	-1.170E+10	-7.955E+09	-1.168E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.468E+09	-3.492E+08	-3.512E+08	-3.519E+08	-1.382E+09	-7.850E+08	-8.179E+08	-1.382E+09	-1.366E+09	-7.942E+08	-1.366E+09	-7.902E+08
	W_arm_i [mm ³]	-2.364E+09	-4.178E+08	-4.228E+08	-4.240E+08	-2.429E+09	-1.118E+09	-1.206E+09	-2.429E+09	-2.424E+09	-1.192E+09	-2.424E+09	-1.150E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.532E+10	-4.229E+23	-4.282E+23	-4.294E+23	-1.590E+10	-1.783E+10	-1.930E+10	-1.590E+10	-1.588E+10	-1.911E+10	-1.588E+10	-1.837E+10
	W_sp [mm ³]	-2.456E+09	-4.229E+08	-4.282E+08	-4.294E+08	-2.548E+09	-1.148E+09	-1.243E+09	-2.548E+09	-2.545E+09	-1.230E+09	-2.545E+09	-1.183E+09
	W_sa [mm ³]	-2.739E+09	-4.371E+08	-4.431E+08	-4.445E+08	-2.928E+09	-1.236E+09	-1.350E+09	-2.928E+09	-2.827E+09	-1.313E+09	-2.827E+09	-1.255E+09
	W_ia [mm ³]	4.212E+08	3.697E+08	3.493E+08	3.477E+08	3.338E+08	3.075E+08	2.882E+08	3.338E+08	3.249E+08	2.664E+08	3.249E+08	2.898E+08
W_ip [mm ³]	4.103E+08	3.546E+08	3.355E+08	3.340E+08	3.282E+08	3.017E+08	2.830E+08	3.282E+08	3.194E+08	2.617E+08	3.194E+08	2.845E+08	

Concio		10				11				12			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLE - g	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	239200	176807	239200	212577	239200	202107	229315	239200	371840	366098	375289	-118320
	yg_sp [mm]	-1491	-1513	-1491	-1581	-1491	-1440	-1465	-1491	-1592	-1839	-1846	18217
	yg_ip [mm]	1209	1187	1209	1119	1209	1260	1235	1209	1108	1361	1354	21417
	Jt [mm ⁴]	1.159E+11	1.165E+11	1.629E+11	1.629E+11	1.629E+11							
	ly [mm ⁴]	2.153E+12	1.591E+12	2.153E+12	1.913E+12	2.153E+12	1.819E+12	2.064E+12	2.153E+12	3.347E+12	3.295E+12	3.378E+12	-1.065E+12
	lz [mm ⁴]	2.936E+11	2.807E+11	2.936E+11	2.772E+11	2.936E+11	2.872E+11	2.895E+11	2.936E+11	4.773E+11	6.889E+11	6.901E+11	3.253E+13
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-1.969E+08	-1.855E+08	-1.969E+08	-1.753E+08	-1.969E+08	-1.994E+08	-1.976E+08	-1.969E+08	-2.997E+08	-3.746E+08	-3.739E+08	1.786E+09
	W_sa [mm ³]	-2.010E+08	-1.893E+08	-2.010E+08	-1.787E+08	-2.010E+08	-2.036E+08	-2.018E+08	-2.010E+08	-3.075E+08	-3.829E+08	-3.822E+08	1.782E+09
	W_ia [mm ³]	2.512E+08	2.447E+08	2.512E+08	2.569E+08	2.512E+08	2.355E+08	2.423E+08	2.512E+08	4.644E+08	5.378E+08	5.415E+08	1.525E+09
	W_ip [mm ³]	2.429E+08	2.364E+08	2.429E+08	2.478E+08	2.429E+08	2.280E+08	2.344E+08	2.429E+08	4.308E+08	5.062E+08	5.095E+08	1.519E+09
SLE - t inf	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24
	A [mm ²]	506030	443637	506030	479407	506030	468937	496145	506030	651676	645934	655125	161517
	yg_sp [mm]	-164	-516	-164	-621	-164	-538	-599	-164	-272	-977	-993	-13085
	yg_ip [mm]	2536	2184	2536	2079	2536	2162	2101	2536	2428	2223	2207	-9885
	Jt [mm ⁴]	3.096E+11	3.141E+11	4.357E+11	4.357E+11	4.357E+11							
	ly [mm ⁴]	5.535E+13	4.251E+12	5.535E+13	4.573E+12	5.535E+13	4.479E+12	4.724E+12	5.535E+13	5.655E+13	5.955E+12	6.038E+12	1.595E+12
	lz [mm ⁴]	7.426E+11	5.762E+11	7.426E+11	6.320E+11	7.426E+11	5.795E+11	6.127E+11	7.426E+11	1.178E+12	1.322E+12	1.335E+12	-3.375E+13
	W_sol_s [mm ³]	-2.597E+10	-1.147E+10	-2.597E+10	-1.115E+10	-2.597E+10	-1.122E+10	-1.106E+10	-2.597E+10	-3.343E+10	-1.681E+10	-1.676E+10	4.095E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.750E+09	-7.425E+08	-1.750E+09	-7.176E+08	-1.750E+09	-7.258E+08	-7.131E+08	-1.750E+09	-2.213E+09	-1.069E+09	-1.065E+09	2.529E+09
	W_arm_i [mm ³]	-4.141E+09	-1.085E+09	-4.141E+09	-9.942E+08	-4.141E+09	-1.047E+09	-9.974E+08	-4.141E+09	-4.103E+09	-1.333E+09	-1.324E+09	2.576E+09
	W_sol_i [mm ³]	-7.339E+10	-1.814E+10	-7.339E+10	-1.654E+10	-7.339E+10	-1.748E+10	-1.660E+10	-7.339E+10	-7.030E+10	-2.197E+10	-2.182E+10	4.189E+10
	W_sp [mm ³]	-4.519E+09	-1.117E+09	-4.519E+09	-1.018E+09	-4.519E+09	-1.076E+09	-1.022E+09	-4.519E+09	-4.329E+09	-1.353E+09	-1.344E+09	2.579E+09
	W_sa [mm ³]	-5.529E+09	-1.186E+09	-5.529E+09	-1.070E+09	-5.529E+09	-1.140E+09	-1.076E+09	-5.529E+09	-5.075E+09	-1.411E+09	-1.400E+09	2.587E+09
	W_ia [mm ³]	2.976E+08	2.687E+08	2.976E+08	3.099E+08	2.976E+08	2.732E+08	2.973E+08	2.976E+08	5.016E+08	6.172E+08	6.276E+08	3.387E+09
	W_ip [mm ³]	2.929E+08	2.638E+08	2.929E+08	3.039E+08	2.929E+08	2.681E+08	2.917E+08	2.929E+08	4.851E+08	5.950E+08	6.048E+08	3.414E+09
SLE - 10	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24
	A [mm ²]	855357	792964	855357	828734	855357	818264	845473	855357	1001003	995262	1004452	510844
	yg_sp [mm]	-310	-221	-310	-295	-310	-243	-289	-310	-496	-581	-595	-4033
	yg_ip [mm]	2390	2479	2390	2405	2390	2457	2411	2390	2204	2619	2605	-833
	Jt [mm ⁴]	3.294E+11	3.344E+11	4.636E+11	4.636E+11	4.636E+11							
	ly [mm ⁴]	1.406E+14	8.514E+12	1.406E+14	8.836E+12	1.406E+14	8.742E+12	8.987E+12	1.406E+14	1.418E+14	1.022E+13	1.030E+13	5.858E+12
	lz [mm ⁴]	7.622E+11	6.655E+11	7.622E+11	7.553E+11	7.622E+11	6.771E+11	7.306E+11	7.622E+11	1.193E+12	1.614E+12	1.636E+12	-1.47E+13
	W_sol_s [mm ³]	-7.801E+09	-7.964E+09	-7.801E+09	-7.775E+09	-7.801E+09	-7.775E+09	-7.744E+09	-7.801E+09	-9.347E+09	-1.144E+10	-1.141E+10	2.141E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.338E+09	-1.382E+09	-1.338E+09	-1.361E+09	-1.338E+09	-1.345E+09	-1.332E+09	-1.338E+09	-1.577E+09	-1.920E+09	-1.914E+09	3.464E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.348E+09	-2.814E+09	-2.348E+09	-2.438E+09	-2.348E+09	-2.620E+09	-2.406E+09	-2.348E+09	-2.333E+09	-2.709E+09	-2.683E+09	3.673E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.536E+10	-1.875E+10	-1.536E+10	-1.599E+10	-1.536E+10	-1.735E+10	-1.579E+10	-1.536E+10	-1.500E+10	-1.734E+10	-1.717E+10	2.301E+10
	W_sp [mm ³]	-2.462E+09	-3.005E+09	-2.462E+09	-2.562E+09	-2.462E+09	-2.781E+09	-2.531E+09	-2.462E+09	-2.403E+09	-2.779E+09	-2.751E+09	3.687E+09
	W_sa [mm ³]	-2.726E+09	-3.476E+09	-2.726E+09	-2.853E+09	-2.726E+09	-3.172E+09	-2.824E+09	-2.726E+09	-2.614E+09	-2.985E+09	-2.949E+09	3.724E+09
	W_ia [mm ³]	3.243E+08	2.729E+08	3.243E+08	3.193E+08	3.243E+08	2.802E+08	3.081E+08	3.243E+08	5.617E+08	6.357E+08	6.479E+08	1.629E+10
	W_ip [mm ³]	3.188E+08	2.685E+08	3.188E+08	3.140E+08	3.188E+08	2.756E+08	3.030E+08	3.188E+08	5.413E+08	6.163E+08	6.280E+08	1.785E+10
SLE - r,t	n [-]	6.24	15.53	6.24	15.53	6.24	15.53	15.53	6.24	6.24	15.53	15.53	15.53
	A [mm ²]	855357	453602	855357	489372	855357	478902	506111	855357	1001003	655900	665091	171482
	yg_sp [mm]	-310	-501	-310	-605	-310	-524	-584	-310	-496	-960	-976	-12316
	yg_ip [mm]	2390	2199	2390	2095	2390	2176	2116	2390	2204	2240	2224	-9116
	Jt [mm ⁴]	3.294E+11	3.109E+11	3.294E+11	3.109E+11	3.294E+11	3.109E+11	3.109E+11	3.294E+11	3.344E+11	4.376E+11	4.376E+11	4.376E+11
	ly [mm ⁴]	1.406E+14	4.373E+12	1.406E+14	4.695E+12	1.406E+14	4.601E+12	4.846E+12	1.406E+14	1.418E+14	6.077E+12	6.159E+12	1.717E+12
	lz [mm ⁴]	7.622E+11	5.806E+11	7.622E+11	6.379E+11	7.622E+11	5.842E+11	6.183E+11	7.622E+11	1.193E+12	1.335E+12	1.348E+12	-3.215E+13
	W_sol_s [mm ³]	-7.801E+09	-1.125E+10	-7.801E+09	-1.095E+10	-7.801E+09	-1.101E+10	-1.086E+10	-7.801E+09	-9.347E+09	-1.645E+10	-1.640E+10	3.958E+10
	W_arm_s [mm ³]	-1.338E+09	-7.627E+08	-1.338E+09	-7.375E+08	-1.338E+09	-7.451E+08	-7.322E+08	-1.338E+09	-1.577E+09	-1.094E+09	-1.090E+09	2.557E+09
	W_arm_i [mm ³]	-2.348E+09	-1.125E+09	-2.348E+09	-1.029E+09	-2.348E+09	-1.084E+09	-1.031E+09	-2.348E+09	-2.333E+09	-1.369E+09	-1.360E+09	2.607E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.536E+10	-1.799E+10	-1.536E+10	-1.638E+10	-1.536E+10	-1.731E+10	-1.643E+10	-1.536E+10	-1.500E+10	-2.159E+10	-2.144E+10	4.054E+10
	W_sp [mm ³]	-2.462E+09	-1.158E+09	-2.462E+09	-1.054E+09	-2.462E+09	-1.115E+09	-1.058E+09	-2.462E+09	-2.403E+09	-1.390E+09	-1.381E+09	2.611E+09
	W_sa [mm ³]	-2.726E+09	-1.232E+09	-2.726E+09	-1.109E+09	-2.726E+09	-1.182E+09	-1.115E+09	-2.726E+09	-2.614E+09	-1.451E+09	-1.440E+09	2.619E+09
	W_ia [mm ³]	3.243E+08	2.690E+08	3.243E+08	3.104E+08	3.243E+08	2.735E+08	2.979E+08	3.243E+08	5.617E+08	6.181E+08	6.286E+08	3.496E+09
	W_ip [mm ³]	3.188E+08	2.641E+08	3.188E+08	3.045E+08	3.188E+08	2.685E+08	2.923E+08	3.188E+08	5.413E+08	5.961E+08	6.060E+08	3.527E+09

Concio		13				14				15			
Combinazione		Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T	Mmax	Mmin	V	T
SLE - g	n [-]	1E+15											
	A [mm ²]	448400	434779	435228	426988	546160	504050	505919	510468	559680	519274	519569	520398
	yg_sp [mm]	-1659	-1863	-1863	-1855	-1897	-1938	-1939	-1943	-2028	-1953	-1953	-1954
	yg_ip [mm]	1541	1877	1877	1885	1843	2062	2061	2057	1972	2047	2047	2046
	Jt [mm ⁴]	1.629E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.214E+11	2.220E+11	2.534E+11						
	ly [mm ⁴]	4.036E+12	3.913E+12	3.917E+12	3.843E+12	4.915E+12	4.536E+12	4.553E+12	4.594E+12	5.037E+12	4.673E+12	4.676E+12	4.684E+12
	lz [mm ⁴]	8.492E+11	1.166E+12	1.166E+12	1.165E+12	1.404E+12	1.581E+12	1.581E+12	1.582E+12	1.628E+12	1.585E+12	1.585E+12	1.586E+12
	W_sol_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_s [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_arm_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sol_i [mm ³]	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
	W_sp [mm ³]	-5.118E+08	-6.261E+08	-6.260E+08	-6.278E+08	-7.403E+08	-8.161E+08	-8.157E+08	-8.144E+08	-8.028E+08	-8.118E+08	-8.117E+08	-8.115E+08
	W_sa [mm ³]	-5.343E+08	-6.505E+08	-6.504E+08	-6.524E+08	-7.729E+08	-8.513E+08	-8.508E+08	-8.494E+08	-8.358E+08	-8.465E+08	-8.464E+08	-8.461E+08
	W_ia [mm ³]	5.814E+08	6.488E+08	6.490E+08	6.455E+08	7.964E+08	7.976E+08	7.983E+08	8.003E+08	8.605E+08	8.058E+08	8.060E+08	8.066E+08
W_ip [mm ³]	5.512E+08	6.211E+08	6.214E+08	6.181E+08	7.618E+08	7.667E+08	7.673E+08	7.692E+08	8.256E+08	7.743E+08	7.745E+08	7.751E+08	
SLE - i inf	n [-]	16.24	16.24	16.24	16.24	16.24	1E+15						
	A [mm ²]	728236	714616	715064	706824	825996	565906	567775	572324	621536	581130	581425	582254
	yg_sp [mm]	-332	-1074	-1075	-1062	-452	-1710	-1712	-1718	-1810	-1730	-1730	-1732
	yg_ip [mm]	2868	2666	2665	2678	3288	2290	2288	2282	2190	2270	2270	2268
	Jt [mm ⁴]	4.360E+11	5.878E+11	5.878E+11	5.878E+11	5.919E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.731E+11	6.139E+11	6.139E+11	6.139E+11
	ly [mm ⁴]	5.724E+13	6.573E+12	6.577E+12	6.503E+12	5.812E+13	7.197E+12	7.213E+12	7.254E+12	5.824E+13	7.334E+12	7.336E+12	7.344E+12
	lz [mm ⁴]	1.707E+12	1.863E+12	1.863E+12	1.851E+12	2.649E+12	1.820E+12	1.821E+12	1.823E+12	1.891E+12	1.828E+12	1.829E+12	1.829E+12
	W_sol_s [mm ³]	-4.385E+10	-2.201E+10	-2.200E+10	-2.208E+10	-5.722E+10	-9.055E+23	-9.049E+23	-9.035E+23	-8.963E+23	-9.008E+23	-9.007E+23	-9.005E+23
	W_arm_s [mm ³]	-2.883E+09	-1.396E+09	-1.395E+09	-1.401E+09	-3.722E+09	-9.238E+08	-9.232E+08	-9.217E+08	-9.136E+08	-9.189E+08	-9.188E+08	-9.186E+08
	W_arm_i [mm ³]	-4.918E+09	-1.710E+09	-1.709E+09	-1.720E+09	-5.675E+09	-1.055E+09	-1.054E+09	-1.052E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W_sol_i [mm ³]	-8.347E+10	-2.815E+10	-2.814E+10	-2.833E+10	-9.523E+10	-1.064E+24	-1.063E+24	-1.061E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.057E+24
	W_sp [mm ³]	-5.140E+09	-1.733E+09	-1.733E+09	-1.744E+09	-5.864E+09	-1.064E+09	-1.063E+09	-1.061E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.057E+09
	W_sa [mm ³]	-6.513E+09	-1.854E+09	-1.853E+09	-1.867E+09	-7.126E+09	-1.117E+09	-1.116E+09	-1.113E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.108E+09
	W_ia [mm ³]	6.122E+08	7.204E+08	7.209E+08	7.125E+08	8.256E+08	8.238E+08	8.248E+08	8.277E+08	8.962E+08	8.349E+08	8.351E+08	8.359E+08
W_ip [mm ³]	5.951E+08	6.988E+08	6.993E+08	6.912E+08	8.055E+08	7.950E+08	7.959E+08	7.987E+08	8.635E+08	8.054E+08	8.057E+08	8.064E+08	
SLE - i0	n [-]	6.24	6.24	6.24	6.24	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	1077563	1063943	1064391	1056151	1175323	565906	567775	572324	621536	581130	581425	582254
	yg_sp [mm]	-602	-672	-672	-660	-800	-1710	-1712	-1718	-1810	-1730	-1730	-1732
	yg_ip [mm]	2598	3068	3068	3080	2940	2290	2288	2282	2190	2270	2270	2268
	Jt [mm ⁴]	4.639E+11	6.249E+11	6.249E+11	6.249E+11	6.295E+11	6.885E+11	6.885E+11	6.885E+11	7.156E+11	6.885E+11	6.885E+11	6.885E+11
	ly [mm ⁴]	1.425E+14	1.084E+13	1.084E+13	1.077E+13	1.434E+14	1.146E+13	1.148E+13	1.152E+13	1.435E+14	1.160E+13	1.160E+13	1.161E+13
	lz [mm ⁴]	1.713E+12	2.218E+12	2.220E+12	2.199E+12	2.636E+12	1.820E+12	1.821E+12	1.823E+12	1.891E+12	1.828E+12	1.829E+12	1.829E+12
	W_sol_s [mm ³]	-1.185E+10	-1.425E+10	-1.424E+10	-1.429E+10	-1.495E+10	-9.055E+23	-9.049E+23	-9.035E+23	-8.963E+23	-9.008E+23	-9.007E+23	-9.005E+23
	W_arm_s [mm ³]	-1.987E+09	-2.381E+09	-2.381E+09	-2.390E+09	-2.486E+09	-9.238E+08	-9.232E+08	-9.217E+08	-9.136E+08	-9.189E+08	-9.188E+08	-9.186E+08
	W_arm_i [mm ³]	-2.775E+09	-3.231E+09	-3.229E+09	-3.257E+09	-3.233E+09	-1.055E+09	-1.054E+09	-1.052E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.775E+10	-2.061E+10	-2.060E+10	-2.079E+10	-2.055E+10	-1.064E+24	-1.063E+24	-1.061E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.057E+24
	W_sp [mm ³]	-2.844E+09	-3.303E+09	-3.301E+09	-3.331E+09	-3.293E+09	-1.064E+09	-1.063E+09	-1.061E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.057E+09
	W_sa [mm ³]	-3.219E+09	-3.687E+09	-3.685E+09	-3.727E+09	-3.659E+09	-1.117E+09	-1.116E+09	-1.113E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.108E+09
	W_ia [mm ³]	6.802E+08	7.424E+08	7.430E+08	7.329E+08	9.217E+08	8.238E+08	8.248E+08	8.277E+08	8.962E+08	8.349E+08	8.351E+08	8.359E+08
W_ip [mm ³]	6.593E+08	7.230E+08	7.236E+08	7.138E+08	8.966E+08	7.950E+08	7.959E+08	7.987E+08	8.635E+08	8.054E+08	8.057E+08	8.064E+08	
SLE - i1	n [-]	6.24	15.53	15.53	15.53	6.24	1E+15						
	A [mm ²]	1077563	724581	725029	716790	1175323	565906	567775	572324	621536	581130	581425	582254
	yg_sp [mm]	-602	-1058	-1058	-1045	-800	-1710	-1712	-1718	-1810	-1730	-1730	-1732
	yg_ip [mm]	2598	2682	2682	2695	2940	2290	2288	2282	2190	2270	2270	2268
	Jt [mm ⁴]	4.639E+11	5.903E+11	5.903E+11	5.903E+11	6.295E+11	6.186E+11	6.186E+11	6.186E+11	7.156E+11	6.186E+11	6.186E+11	6.186E+11
	ly [mm ⁴]	1.425E+14	6.695E+12	6.699E+12	6.625E+12	1.434E+14	7.318E+12	7.335E+12	7.376E+12	1.435E+14	7.455E+12	7.458E+12	7.465E+12
	lz [mm ⁴]	1.713E+12	1.877E+12	1.878E+12	1.866E+12	2.636E+12	1.820E+12	1.821E+12	1.823E+12	1.891E+12	1.828E+12	1.829E+12	1.829E+12
	W_sol_s [mm ³]	-1.185E+10	-2.148E+10	-2.147E+10	-2.155E+10	-1.495E+10	-9.055E+23	-9.049E+23	-9.035E+23	-8.963E+23	-9.008E+23	-9.007E+23	-9.005E+23
	W_arm_s [mm ³]	-1.987E+09	-1.425E+09	-1.425E+09	-1.430E+09	-2.486E+09	-9.238E+08	-9.232E+08	-9.217E+08	-9.136E+08	-9.189E+08	-9.188E+08	-9.186E+08
	W_arm_i [mm ³]	-2.775E+09	-1.750E+09	-1.750E+09	-1.761E+09	-3.233E+09	-1.055E+09	-1.054E+09	-1.052E+09	-1.036E+09	-1.048E+09	-1.048E+09	-1.047E+09
	W_sol_i [mm ³]	-1.775E+10	-2.757E+10	-2.756E+10	-2.774E+10	-2.055E+10	-1.064E+24	-1.063E+24	-1.061E+24	-1.045E+24	-1.057E+24	-1.057E+24	-1.057E+24
	W_sp [mm ³]	-2.844E+09	-1.775E+09	-1.775E+09	-1.786E+09	-3.293E+09	-1.064E+09	-1.063E+09	-1.061E+09	-1.045E+09	-1.057E+09	-1.057E+09	-1.057E+09
	W_sa [mm ³]	-3.219E+09	-1.901E+09	-1.900E+09	-1.915E+09	-3.659E+09	-1.117E+09	-1.116E+09	-1.113E+09	-1.093E+09	-1.108E+09	-1.108E+09	-1.108E+09
	W_ia [mm ³]	6.802E+08	7.215E+08	7.220E+08	7.135E+08	9.217E+08	8.238E+08	8.248E+08	8.277E+08	8.962E+08	8.349E+08	8.351E+08	8.359E+08
W_ip [mm ³]	6.593E+08	6.999E+08	7.004E+08	6.923E+08	8.966E+08	7.950E+08	7.959E+08	7.987E+08	8.635E+08	8.054E+08	8.057E+08	8.064E+08	

11.4 Verifica delle travi principali allo SLU

Si riportano in forma tabellare sintetica i risultati delle verifiche di ogni concio.

concio :		1		2		3		4		5	
SLU fase g - RESISTENZA E STABILITA'	massimo momento	OK	0.307	OK	0.562	OK	0.566	OK	0.183	OK	0.002
		sup -0.307	inf 0.237	sup -0.562	inf 0.360	sup -0.566	inf 0.360	sup -0.183	inf 0.178	sup 0.002	inf -0.001
	minimo momento	OK	0.000	OK	0.306	OK	0.306	OK	0.010	OK	0.255
		sup 0.000	inf 0.000	sup -0.306	inf 0.196	sup -0.306	inf 0.195	sup 0.009	inf -0.010	sup 0.255	inf -0.190
	taglio	OK	0.232	OK	0.212	OK	0.212	OK	0.226	OK	0.309
		sup -0.058	inf 0.045	sup -0.347	inf 0.222	sup -0.347	inf 0.221	sup -0.027	inf 0.026	sup 0.207	inf -0.154
	momento torcente	OK	0.232	OK	0.212	OK	0.018	OK	0.161	OK	0.239
		sup -0.058	inf 0.045	sup -0.347	inf 0.222	sup -0.566	inf 0.360	sup -0.183	inf 0.178	sup 0.002	inf -0.001

concio :		6		7		8		9		10	
SLU fase g - RESISTENZA E STABILITA'	massimo momento	OK	0.196	OK	0.004	OK	0.196	OK	0.424	OK	0.471
		sup 0.196	inf -0.154	sup -0.004	inf 0.003	sup -0.196	inf 0.180	sup -0.424	inf 0.338	sup -0.471	inf 0.330
	minimo momento	OK	0.458	OK	0.250	OK	0.004	OK	0.237	OK	0.246
		sup 0.458	inf -0.359	sup 0.250	inf -0.197	sup -0.004	inf 0.004	sup -0.237	inf 0.189	sup -0.246	inf 0.196
	taglio	OK	0.344	OK	0.313	OK	0.233	OK	0.183	OK	0.177
		sup 0.410	inf -0.321	sup 0.202	inf -0.159	sup -0.041	inf 0.038	sup -0.266	inf 0.212	sup -0.305	inf 0.214
	momento torcente	OK	0.338	OK	0.313	OK	0.233	OK	0.183	OK	0.014
		sup 0.410	inf -0.321	sup 0.202	inf -0.159	sup -0.041	inf 0.038	sup -0.266	inf 0.212	sup -0.470	inf 0.330

concio :		11		12		13		14		15	
SLU fase g - RESISTENZA E STABILITA'	massimo momento	OK	0.255	OK	0.191	OK	0.268	OK	0.327	OK	0.384
		sup -0.255	inf 0.196	sup 0.191	inf -0.133	sup 0.268	inf -0.255	sup 0.319	inf -0.327	sup 0.363	inf -0.384
	minimo momento	OK	0.291	OK	0.369	OK	0.381	OK	0.379	OK	0.466
		sup 0.291	inf -0.245	sup 0.369	inf -0.262	sup 0.381	inf -0.379	sup 0.365	inf -0.379	sup 0.441	inf -0.466
	taglio	OK	0.357	OK	0.312	OK	0.352	OK	0.324	OK	0.354
		sup 0.232	inf -0.196	sup 0.330	inf -0.234	sup 0.428	inf -0.408	sup 0.370	inf -0.379	sup 0.415	inf -0.438
	momento torcente	OK	0.193	OK	0.255	OK	0.294	OK	0.323	OK	0.353
		sup -0.255	inf 0.195	sup 0.154	inf -0.109	sup 0.268	inf -0.255	sup 0.370	inf -0.379	sup 0.415	inf -0.438

Concio			1			2			3		
Sollecitante / Resistente / Tasso di sfruttamento			Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Combinazione momento massimo	Classe sezione		1			1			1		
	Momento plastico	M_{pl}	53,362	110,104	48.5%	87,371	121,446	71.9%	88,919	121,446	73.2%
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$									
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$									
	Tensione arm inf [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$									
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$									
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$									
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$									
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$									
	Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$									
Taglio [kN]	V	4,011	6,147	65.2%	1,661	4,575	36.3%	1,210	4,575	26.5%	
Combinazione momento minimo	Classe sezione		1			1			4		
	Momento plastico	M_{pl}	8,747	109,594	8.0%	13,471	121,446	11.1%			
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$							0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$							4.8	391.3	1.2%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$							-0.9	338.1	0.3%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$							0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$							-102.6	338.1	30.3%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$							-101.4	338.1	30.0%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$							0.8	338.1	0.2%
	Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$							2.4	338.1	0.7%
Taglio [kN]	V	3,932	6,147	64.0%	2,962	4,575	64.7%	2,823	4,575	61.7%	
Combinazione massimo taglio	Classe sezione		1			1			4		
	Momento plastico	M_{pl}	21,255	109,594	19.4%	48,999	121,446	40.3%			
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$							-2.2	21.3	10.3%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$							-25.4	391.3	6.5%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$							-17.4	338.1	5.1%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$							-1.3	21.3	6.1%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$							-134.8	338.1	39.9%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$							-131.7	338.1	38.9%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$							143.5	338.1	42.5%
	Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$							147.7	338.1	43.7%
Taglio [kN]	V	4,928	6,147	80.2%	3,794	4,575	82.9%	3,398	4,575	74.3%	
	Classe sezione		1			1			4		
	Momento plastico	M_{pl}	22,189	109,594	20.2%	50,775	121,446	41.8%			
Combinazione massimo momento torcente	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$							-3.1	21.3	14.4%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$							-37.4	391.3	9.6%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$							-25.9	338.1	7.7%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$							-1.9	21.3	8.7%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$							-216.9	338.1	64.2%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$							-212.0	338.1	62.7%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$							219.6	338.1	65.0%
	Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$							226.2	338.1	66.9%
Taglio [kN]	V	5,000	6,147	81.3%	3,845	4,575	84.1%	2,038	4,575	44.6%	

Concio			4			5			6		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento			Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Combinazione momento massimo	Classe sezione		1			1			3		
	Momento plastico	M _{pl}	67,825	132,645	51.1%	24,487	174,487	14.0%			
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$							0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$							-16.6	391.3	4.2%
	Tensione arm inf [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$							-13.9	338.1	4.1%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$							0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$							52.7	338.1	15.6%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$							51.3	338.1	15.2%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$							-34.2	338.1	10.1%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$							-36.5	338.1	10.8%	
Taglio [kN]	V	3,088	6,444	47.9%	4,278	6,415	66.7%	4,927	7,426	66.4%	
Combinazione momento minimo	Classe sezione		4			3			3		
	Momento plastico	M _{pl}									
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$	19.1	391.3	4.9%	186.2	391.3	47.6%	208.9	391.3	53.4%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$	8.4	338.1	2.5%	157.1	338.1	46.5%	175.4	338.1	51.9%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$	10.9	338.1	3.2%	241.6	338.1	71.5%	328.3	338.1	97.1%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$	9.1	338.1	2.7%	234.6	338.1	69.4%	318.7	338.1	94.3%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$	-111.3	338.1	32.9%	-217.5	338.1	64.3%	-299.6	338.1	88.6%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$	-113.2	338.1	33.5%	-229.8	338.1	68.0%	-316.3	338.1	93.6%	
Taglio [kN]	V	3,801	6,444	59.0%	4,949	6,415	77.2%	6,888	7,426	92.8%	
Combinazione massimo taglio	Classe sezione		1			4			3		
	Momento plastico	M _{pl}	5,751	132,645	4.3%						
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$				107.7	391.3	27.5%	153.4	391.3	39.2%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$				90.9	338.1	26.9%	128.9	338.1	38.1%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$				159.7	338.1	47.2%	266.0	338.1	78.7%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$				155.1	338.1	45.9%	258.3	338.1	76.4%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$				-140.8	338.1	41.6%	-238.4	338.1	70.5%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$				-148.8	338.1	44.0%	-251.8	338.1	74.5%	
Taglio [kN]	V	4,525	6,444	70.2%	5,665	6,415	88.3%	7,353	7,426	99.0%	
Combinazione massimo momento torcente	Classe sezione		1			4			3		
	Momento plastico	M _{pl}	40,340	132,645	30.4%						
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$				20.6	391.3	5.3%	111.2	391.3	28.4%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$				17.4	338.1	5.1%	93.4	338.1	27.6%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$				17.8	338.1	5.3%	231.1	338.1	68.4%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$				17.2	338.1	5.1%	224.5	338.1	66.4%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$				-18.2	338.1	5.4%	-201.0	338.1	59.5%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$				-19.1	338.1	5.7%	-212.5	338.1	62.9%	
Taglio [kN]	V	3,683	6,444	57.2%	4,790	6,415	74.7%	6,797	7,426	91.5%	

Concio		7			8			9		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Combinazione momento massimo	Classe sezione	1			1			1		
	Momento plastico M_{pl}	16,813	168,681	10.0%	63,803	140,582	45.4%	96,288	135,019	71.3%
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$									
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$									
	Tensione arm inf [MPa] $\sigma_{arm,inf}$									
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$									
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$									
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$									
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$									
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$										
Taglio [kN] V	3,478	6,425	54.1%	3,013	6,444	46.8%	782	5,486	14.3%	
Combinazione momento minimo	Classe sezione	3			4			4		
	Momento plastico M_{pl}									
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	164.7	391.3	42.1%	17.7	391.3	4.5%	11.9	391.3	3.0%
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	137.6	338.1	40.7%	8.7	338.1	2.6%	4.3	338.1	1.3%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	220.6	338.1	65.2%	6.9	338.1	2.0%	-78.6	338.1	23.3%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	213.9	338.1	63.3%	5.4	338.1	1.6%	-77.9	338.1	23.0%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-217.8	338.1	64.4%	-88.6	338.1	26.2%	-16.1	338.1	4.8%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-227.7	338.1	67.4%	-90.0	338.1	26.6%	-15.1	338.1	4.5%	
Taglio [kN] V	5,376	6,425	83.7%	4,110	6,444	63.8%	2,962	5,486	54.0%	
Combinazione massimo taglio	Classe sezione	4			4			1		
	Momento plastico M_{pl}							32,547	135,019	24.1%
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%			
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	105.6	391.3	27.0%	-3.1	391.3	0.8%			
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	87.7	338.1	25.9%	-2.8	338.1	0.8%			
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%			
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	154.6	338.1	45.7%	-17.5	338.1	5.2%			
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	149.8	338.1	44.3%	-17.0	338.1	5.0%			
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-158.4	338.1	46.9%	12.6	338.1	3.7%			
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-165.5	338.1	49.0%	13.1	338.1	3.9%				
Taglio [kN] V	6,041	6,425	94.0%	4,939	6,444	76.6%	3,811	5,486	69.5%	
Combinazione massimo momento torcente	Classe sezione	4			1			4		
	Momento plastico M_{pl}				9,573	140,582	6.8%			
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%				-1.4	21.3	6.4%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	80.4	391.3	20.6%				-16.5	391.3	4.2%
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	66.9	338.1	19.8%				-11.3	338.1	3.4%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%				-0.8	21.3	3.9%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	134.1	338.1	39.7%				-105.8	338.1	31.3%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	130.0	338.1	38.5%				-103.4	338.1	30.6%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-132.5	338.1	39.2%				113.4	338.1	33.5%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-138.5	338.1	41.0%				116.7	338.1	34.5%	
Taglio [kN] V	5,938	6,425	92.4%	4,839	6,444	75.1%	3,793	5,486	69.1%	

Concio			10			11			12		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento			Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Combinazione momento massimo	Classe sezione		1			1			1		
	Momento plastico	M _{pl}	97,173	134,593	72.2%	81,046	134,593	60.2%	3,575	215,372	1.7%
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$									
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$									
	Tensione arm inf [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$									
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$									
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$									
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$									
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$									
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$										
Taglio [kN]	V	325	5,486	5.9%	2,769	5,486	50.5%	4,862	7,414	65.6%	
Combinazione momento minimo	Classe sezione		4			4			4		
	Momento plastico	M _{pl}									
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$	12.4	391.3	3.2%	35.5	391.3	9.1%	51.6	391.3	13.2%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$	3.9	338.1	1.2%	19.6	338.1	5.8%	39.2	338.1	11.6%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$	-82.2	338.1	24.3%	115.8	338.1	34.3%	162.5	338.1	48.1%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$	-81.5	338.1	24.1%	111.9	338.1	33.1%	157.8	338.1	46.7%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$	-23.3	338.1	6.9%	-237.0	338.1	70.1%	-206.5	338.1	61.1%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$	-22.4	338.1	6.6%	-242.3	338.1	71.7%	-215.9	338.1	63.9%	
Taglio [kN]	V	2,527	5,486	46.1%	4,388	5,486	80.0%	5,626	7,972	70.6%	
Combinazione massimo taglio	Classe sezione		1			4			4		
	Momento plastico	M _{pl}	35,129	134,593	26.1%						
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$				8.1	391.3	2.1%	36.5	391.3	9.3%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$				4.7	338.1	1.4%	28.3	338.1	8.4%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$				0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$				82.9	338.1	24.5%	138.8	338.1	41.1%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$				80.8	338.1	23.9%	135.0	338.1	39.9%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$				-97.8	338.1	28.9%	-153.6	338.1	45.4%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$				-100.5	338.1	29.7%	-161.1	338.1	47.7%	
Taglio [kN]	V	3,142	5,486	57.3%	5,248	5,486	95.7%	6,381	7,972	80.0%	
Combinazione massimo momento torcente	Classe sezione		4			1			4		
	Momento plastico	M _{pl}				32,615	134,593	24.2%			
	Tensione cls sup [MPa]	$\sigma_{c,sup}$	-1.8	21.3	8.2%				0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa]	$\sigma_{arm,sup}$	-21.3	391.3	5.5%				20.2	391.3	5.2%
	Tensione arm inf - predalle [MPa]	$\sigma_{arm,inf}$	-14.9	338.1	4.4%				16.1	338.1	4.7%
	Tensione cls inf [MPa]	$\sigma_{c,inf}$	-1.1	21.3	5.1%				0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,s}$	-162.8	338.1	48.2%				67.8	338.1	20.0%
	Tensione pb sup lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,sup,i}$	-159.1	338.1	47.1%				66.0	338.1	19.5%
	Tensione pb inf lato sup [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,s}$	165.4	338.1	48.9%				-72.6	338.1	21.5%
Tensione pb inf lato inf [MPa]	$\sigma_{s,pb,inf,i}$	170.3	338.1	50.4%				-76.2	338.1	22.5%	
Taglio [kN]	V	2,035	5,486	37.1%	3,797	5,486	69.2%	5,583	7,972	70.0%	

Concio		13			14			15		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Combinazione momento massimo	Classe sezione	3			3			3		
	Momento plastico M_{pl}									
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	-2.0	21.3	9.3%	-0.9	21.3	4.4%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	-6.8	391.3	1.7%	0.0	391.3	0.0%	22.1	391.3	5.6%
	Tensione arm inf [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	-6.0	338.1	1.8%	-1.1	338.1	0.3%	19.5	338.1	5.8%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	-1.4	21.3	6.6%	-0.8	21.3	3.6%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	84.8	338.1	25.1%	107.4	338.1	31.8%	143.8	338.1	42.5%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	81.2	338.1	24.0%	102.4	338.1	30.3%	138.0	338.1	40.8%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-75.6	338.1	22.4%	-118.5	338.1	35.0%	-138.6	338.1	41.0%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-79.7	338.1	23.6%	-123.4	338.1	36.5%	-144.4	338.1	42.7%	
Taglio [kN] V	5,384	7,940	67.8%	5,909	9,742	60.7%	4,939	10,049	49.2%	
Combinazione momento minimo	Classe sezione	4			4			4		
	Momento plastico M_{pl}									
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	53.7	391.3	13.7%	124.5	391.3	31.8%	142.2	391.3	36.3%
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	41.7	338.1	12.3%	109.2	338.1	32.3%	124.7	338.1	36.9%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	168.9	338.1	49.9%	231.4	338.1	68.4%	273.2	338.1	80.8%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	160.6	338.1	47.5%	221.3	338.1	65.5%	261.4	338.1	77.3%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-262.6	338.1	77.7%	-260.8	338.1	77.1%	-307.1	338.1	90.8%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-272.1	338.1	80.5%	-270.9	338.1	80.1%	-318.9	338.1	94.3%	
Taglio [kN] V	6,924	8,499	81.5%	7,593	10,049	75.6%	8,279	10,049	82.4%	
Combinazione massimo taglio	Classe sezione	4			4			4		
	Momento plastico M_{pl}									
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	43.3	391.3	11.1%	102.3	391.3	26.1%	121.6	391.3	31.1%
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	34.0	338.1	10.0%	89.7	338.1	26.5%	106.7	338.1	31.6%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	151.7	338.1	44.9%	203.8	338.1	60.3%	246.3	338.1	72.8%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	144.5	338.1	42.7%	195.0	338.1	57.7%	235.7	338.1	69.7%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-221.3	338.1	65.5%	-228.0	338.1	67.4%	-275.2	338.1	81.4%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-229.5	338.1	67.9%	-236.8	338.1	70.0%	-285.8	338.1	84.5%	
Taglio [kN] V	7,537	8,499	88.7%	8,159	10,049	81.2%	8,757	10,049	87.1%	
Combinazione massimo momento torcente	Classe sezione	4			4			4		
	Momento plastico M_{pl}									
	Tensione cls sup [MPa] $\sigma_{c,sup}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione armatura sup [MPa] $\sigma_{arm,sup}$	27.5	391.3	7.0%	74.6	391.3	19.1%	93.3	391.3	23.8%
	Tensione arm inf - predalle [MPa] $\sigma_{arm,inf}$	21.9	338.1	6.5%	65.5	338.1	19.4%	81.8	338.1	24.2%
	Tensione cls inf [MPa] $\sigma_{c,inf}$	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%	0.0	21.3	0.0%
	Tensione pb sup lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,s}$	95.6	338.1	28.3%	179.8	338.1	53.2%	221.7	338.1	65.6%
	Tensione pb sup lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,sup,i}$	91.2	338.1	27.0%	172.1	338.1	50.9%	212.2	338.1	62.8%
	Tensione pb inf lato sup [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,s}$	-134.6	338.1	39.8%	-197.3	338.1	58.4%	-243.8	338.1	72.1%
Tensione pb inf lato inf [MPa] $\sigma_{s,pb,inf,i}$	-139.6	338.1	41.3%	-205.0	338.1	60.6%	-253.3	338.1	74.9%	
Taglio [kN] V	6,717	8,499	79.0%	7,966	10,049	79.3%	8,517	10,049	84.8%	

11.4.1 Verifica in forma estesa del concio di pila (C15)

Concio : 15	Verifiche di resistenza
--------------------	--------------------------------

Classe sezione						
Combinazione	g (getto)					
M. massimo	3					
M. minimo	4					
Taglio	4					
Verifiche di resistenza a momento massimo						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Sf. Normale [kN]	-	-	-	0	-	-
M. flettente [kNm]	-99 954	-27 615	8 505	-16 236	13 239	1 949
Taglio [kN]	7 052	2 189	275	61	46	51
Torsione [kNm]	102	7	159	186	154	6
Tensioni parziali						
$\sigma_{c_sup} =$	-	0.0	-0.0	-	-	-0.0
$\sigma_{1_arm_sup} =$	-	30.2	-9.3	17.8	-14.5	-2.1
$\sigma_{1_arm_inf} =$	-	26.6	-8.2	15.7	-12.8	-1.9
$\sigma_{c_inf} =$	-	0.0	-0.0	-	-	-0.0
$\sigma_{1_sp} =$	124.5	26.4	-8.1	15.5	-12.7	-1.9
$\sigma_{1_sa} =$	119.6	25.3	-7.8	14.9	-12.1	-1.8
$\sigma_{1_ia} =$	-116.2	-30.8	9.5	-18.1	14.8	2.2
$\sigma_{1_ip} =$	-121.1	-32.0	9.9	-18.8	15.3	2.3
Tensioni normali adimensionali totali						
$\eta_{1_c_sup} =$		0.000	≤	1		
$\eta_{1_arm_sup} =$		0.056	≤	1		
$\eta_{1_arm_inf} =$		0.058	≤	1		
$\eta_{1_c_inf} =$		0.000	≤	1		
$\eta_{1_sp} =$		0.425	≤	1		
$\eta_{1_sa} =$		0.408	≤	1		
$\eta_{1_ia} =$		-0.410	≤	1		
$\eta_{1_ip} =$		-0.427	≤	1		

Verifiche di resistenza a momento minimo						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Sf. Normale [kN]	-	-	-	0	-	-
M. flettente [kNm]	-121 419	-34 260	-59 882	-16 416	-15 885	-4 242
Taglio [kN]	7 466	2 306	4 633	61	55	106
Torsione [kNm]	102	7	5 302	186	184	15
Tensioni parziali						
$\sigma_{c_sup} =$	-	0.0	0.0	-	-	0.0
$\sigma_{1_arm_sup} =$	-	37.3	65.2	17.9	17.3	4.6
$\sigma_{1_arm_inf} =$	-	32.7	57.2	15.7	15.2	4.0
$\sigma_{c_inf} =$	-	0.0	0.0	-	-	0.0
$\sigma_{1_sp} =$	149.6	32.4	56.7	15.5	15.0	4.0
$\sigma_{1_sa} =$	143.5	30.9	54.0	14.8	14.3	3.8
$\sigma_{1_ia} =$	-150.6	-41.0	-71.7	-19.7	-19.0	-5.1
$\sigma_{1_ip} =$	-156.7	-42.5	-74.3	-20.4	-19.7	-5.3
Tensioni normali adimensionali totali	$\eta_{1_c_sup} =$	0.000	≤	1		
	$\eta_{1_arm_sup} =$	0.363	≤	1		
	$\eta_{1_arm_inf} =$	0.369	≤	1		
	$\eta_{1_c_inf} =$	0.000	≤	1		
	$\eta_{1_sp} =$	0.808	≤	1		
	$\eta_{1_sa} =$	0.773	≤	1		
	$\eta_{1_ia} =$	-0.908	≤	1		
$\eta_{1_ip} =$	-0.943	≤	1			

Verifiche di resistenza a massimo taglio						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Sf. Normale [kN]	-	-	-	0	-	-
M. flettente [kNm]	-114 062	-31 995	-43 880	-16 236	-15 714	-3 925
Taglio [kN]	7 467	2 306	4 633	61	55	106
Torsione [kNm]	131	7	8 139	186	184	15
Tensioni normali adimensionali parziali						
$\sigma_{c_sup} =$	-	0.0	0.0	-	-	0.0
$\sigma_{1_arm_sup} =$	-	34.8	47.8	17.7	17.1	4.3
$\sigma_{1_arm_inf} =$	-	30.5	41.9	15.5	15.0	3.7
$\sigma_{c_inf} =$	-	0.0	0.0	-	-	0.0
$\sigma_{1_sp} =$	140.5	30.3	41.5	15.4	14.9	3.7
$\sigma_{1_sa} =$	134.8	28.9	39.6	14.7	14.2	3.5
$\sigma_{1_ia} =$	-141.4	-38.3	-52.5	-19.4	-18.8	-4.7
$\sigma_{1_ip} =$	-147.2	-39.7	-54.4	-20.1	-19.5	-4.9
Tensioni normali adimensionali totali	$\eta_{1_c_sup} =$	0.000	≤	1		
	$\eta_{1_arm_sup} =$	0.311	≤	1		
	$\eta_{1_arm_inf} =$	0.316	≤	1		
	$\eta_{1_c_inf} =$	0.000	≤	1		
	$\eta_{1_sp} =$	0.728	≤	1		
	$\eta_{1_sa} =$	0.697	≤	1		
	$\eta_{1_ia} =$	-0.814	≤	1		
$\eta_{1_ip} =$	-0.845	≤	1			

Stabilità a taglio dell'anima (C4.2.54-56) - sezione di altezza massima							
a	6000	mm	α	1.563	η	1.2	
hw	3840	mm	n°irrigiditori	0	ε	0.814	
tw	26	mm	ΣJ_{sI} [mm ⁴]	0.000E+00	γ_{M1}	1.1	
$\sigma\epsilon$	8.7	MPa	k _{Tl}	0.000	f _y [MPa]	355	
τ_{cr}	60.8	MPa	k _T	6.978			
λ_w	1.836	parametro di snellezza (C4.2.50) per montanti d'appoggio rigidi					
χ_v	0.540	coeff. di instabilità per l'anima (C4.2.VII)					
hw/t	147.7	>	48.8	da verificare all'instabilità (NTC - C4.2.44)			
V_{b,Rd}	10049	kN	C4.2.46				

Verifica di resistenza a taglio					
V _{Ed,V} [kN]	7313 azione tagliante diretta			Taglio resistente	
V _{Ed,T} [kN]	1444 azione tagliante da momento torcente				
V_{Ed} [kN]	8757	V_{b,Rd} [kN]	10049	V _{bw,Rd} [kN]	10 049
η_3	0.871	<	1	V _{bt,Rd} [kN]	-

Interaz. M-N-T per sezioni da verificare alla stabilità per taglio - EC 3-1-5:2007 - par.7.1					
N _{Ed} [kN]	0	M _{Ed} /M _{f,Rd}	0.813	nessuna interazione momento-taglio	
M _{Ed} [kNm]	-225812	η_1	0.647		
M_{pl} [kNm]	-349060	η_3	0.871	<	1 OK
M _f [kNm]	-277676				

11.4.2 Verifica in forma estesa del concio in campata (C10)

Concio :	10	Verifiche di resistenza
-----------------	-----------	--------------------------------

Classe sezione	
Combinazione	g (getto)
M. massimo	1
M. minimo	4
Taglio	1

Concio 10							
Verifiche di resistenza a momento massimo							
	g (getto)	p (t=∞)	m (t=0)	r (ritiro)	t (temperatura)	c (cedimenti)	Totale
Sf. Normale [kN]	0	0	0	0	0	0	0
M. flettente [kNm]	27743	11343	43613	1909	11871	694	97173
Taglio [kN]	146	33	90	61	46	42	418
Torsione [kNm]	43	15	589	27	24	1	698

x _{pl} =	241 mm	asse neutro plastico
MS _d =	97173 kNm	momento sollecitante
MR _d =	134593 kNm	momento resistente
η =	0.722 OK	tasso di lavoro
N _{cf} [kN] =	52494 kN	sfuerzo in soletta

Verifiche di resistenza a momento minimo						
	G1	G2 (t [∞])	Q1 (t0)	E2 (t [∞])	E3 (t0)	E4 (t [∞])
Sf. Normale [kN]	-	-	-	0	-	-
M. flettente [kNm]	16 092	8 679	-19 140	1 154	-14 238	-1 075
Taglio [kN]	1 958	558	2 261	60	55	106
Torsione [kNm]	70	22	19	27	29	4
Tensioni parziali						
σ _{c_sup} =	-	-0.8	2.4	-0.1	1.8	0.1
σ _{1_arm_sup} =	-	-11.7	13.9	-1.5	10.3	1.4
σ _{1_arm_inf} =	-	-8.0	6.9	-1.0	5.1	1.0
σ _{c_inf} =	-	-0.5	1.0	-0.1	0.8	0.1
σ _{1_sp} =	-85.6	-7.8	6.4	-1.0	4.8	1.0
σ _{1_sa} =	-83.9	-7.3	5.6	-0.9	4.1	0.9
σ _{1_ia} =	65.8	32.1	-69.7	4.3	-51.9	-4.0
σ _{1_ip} =	68.1	32.7	-70.9	4.3	-52.7	-4.1
Tensioni normali adimensionali totali	η _{1_c_sup} =	0.000	≤	1		
	η _{1_arm_sup} =	0.032	≤	1		
	η _{1_arm_inf} =	0.012	≤	1		
	η _{1_c_inf} =	0.000	≤	1		
	η _{1_sp} =	-0.243	≤	1		
	η _{1_sa} =	-0.241	≤	1		
	η _{1_ia} =	-0.069	≤	1		
	η _{1_ip} =	-0.066	≤	1		

Verifiche di resistenza a massimo taglio							
	g (getto)	p (t=∞)	m (t=0)	r (ritiro)	t (temperatura)	c (cedimenti)	Totale
Sf. Normale [kN]	0	0	0	0	0	0	0
M. flettente [kNm]	17982	9207	19419	1909	-13581	192	35129
Taglio [kN]	1959	558	2261	61	55	106	4999
Torsione [kNm]	43	22	3730	27	29	6	3856

c/t = 131.50 Limite cl.3 139.07
Classe sezione = 1 Limite cl.2 1000.00
 Limite cl.1 1000.00

x _{pl} =	241 mm	asse neutro plastico
M _{Sd} =	35129 kNm	momento sollecitante
M _{Rd} =	134593 kNm	momento resistente
η =	0.261 OK	tasso di lavoro
N _{cf} [kN] =	52494 kN	sforzo in soletta

Stabilità a taglio dell'anima (C4.2.54-56) - sezione di altezza massima						
a	6000 mm	α	2.281	η	1.2	
h _w	2630 mm	n° irrigiditori	0	ε	0.814	
t _w	20 mm	ΣJ _{sI} [mm ⁴]	0.000E+00	γ _{M1}	1.1	
σ _ε	11.0 MPa	k _{Tl}	0.000	f _y [MPa]	355	
τ _{cr}	67.1 MPa	k _T	6.109			
λ _w	1.747	parametro di snellezza (C4.2.50) per montanti d'appoggio rigidi				
χ _v	0.560	coeff. di instabilità per l'anima (C4.2.VII)				
h _w /t	131.5	>	48.8	da verificare all'instabilità (NTC - C4.2.44)		
V _{b,Rd}	5488 kN	C4.2.46				

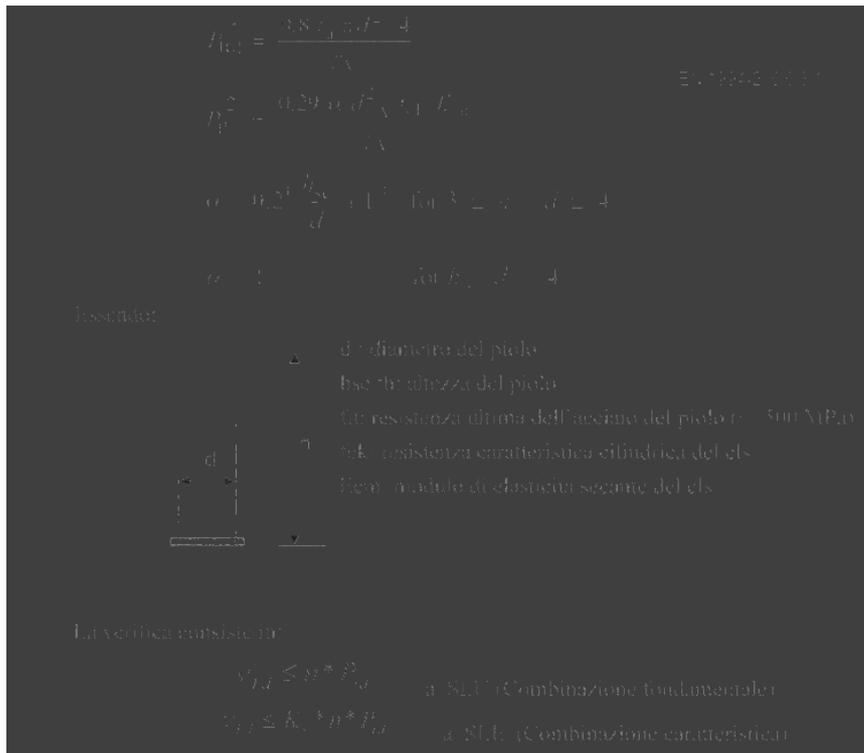
Verifica di resistenza a taglio					
$V_{Ed,V}$ [kN]	2499 azione tagliante diretta		Taglio resistente		
$V_{Ed,T}$ [kN]	643 azione tagliante da momento torcente				
V_{Ed} [kN]	3142	$V_{b,Rd}$ [kN]	5486	$V_{bw,Rd}$ [kN]	5 486
η_3	0.573	<	1	Verificato	$V_{bf,Rd}$ [kN]
					-

Interaz. M-N-T per sezioni da verificare alla stabilità per taglio - EC 3-1-5:2007 - par.7.1					
N_{Ed} [kN]	0	$M_{Ed}/M_{f,Rd}$	0.420	nessuna interazione momento-taglio	
M_{Ed} [kNm]	35129	η_1	0.261		
M_{pl} [kNm]	134593	η_3	0.573	<	1 OK
M_f [kNm]	83547				

11.5 Verifica sistema di connessione

11.5.1 Valutazione portata a taglio dei connettori

La resistenza dei pioli è calcolata in accordo alle NTC 2008 e EN 1994-2, 6.6.3.1 secondo cui si ipotizzano due diversi meccanismi di rottura: a taglio del gambo del piolo e per schiacciamento del cls.



Se la sezione è in classe 3-4, si è effettuata una verifica elastica agli SLE e agli SLU, mentre per le sezioni in classe 1-2, si è effettuata la verifica plastica.

Verifiche elastiche:

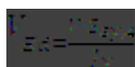
SLU	SLE
$v_{Ed} \leq n \cdot P_{Rd}$	$v_{Ed} \leq K_s \cdot n \cdot P_{Rd}$

Essendo:

$P_{Rd} = \min (P_{Rd1}, P_{Rd2})$ la resistenza di 1 piolo

N numero di pioli per millimetro

K_s coefficiente riduttivo per lo SLE



flusso delle tensioni tangenziali all'interfaccia estradosso della piattabanda

superiore-intradosso della soletta, calcolato per ogni singola fase.

Verifiche plastiche:

Nei conci con sezioni in classe 1 e 2 e soletta compressa, se il momento sollecitante totale $M_{Ed,max} = M_{a,Ed} + M_{c,Ed}$ eccede il momento resistente elastico $M_{el,Rd}$, si deve tenere in conto della relazione non lineare tra il momento sollecitante e la risultante di sforzo normale in soletta, avendo posto:

$M_{a,Ed}$ = momento dato dal peso proprio con la sola parte in acciaio reagente

$M_{c,Ed}$ = momento dato dai restanti carichi con l'intera sezione composta reagente

I pioli, nel tratto di lunghezza plastica, che è il tratto all'interno del conco in cui il momento sollecitante supera il momento elastico, devono resistere ad un sovrascorrimento longitudinale $V_{L,Ed}$ che è dato dalla differenza tra lo sforzo normale sollecitante N_{cd} corrispondente al momento sollecitante totale $M_{Ed,max}$ e quello ($N_{c,el}$) corrispondente al raggiungimento del momento $M_{el,Rd} = M_{a,Ed} + kM_{c,Ed}$ dove k è il coefficiente moltiplicativo minimo del momento agente sulla sezione composta che porta la sezione al limite elastico.

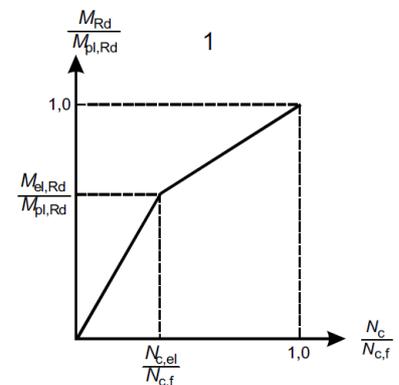
Lo sforzo normale N_{cd} si può calcolare con le seguenti formulazioni:

$$M_{Rd} = M_{a,Ed} + (M_{el,Rd} - M_{a,Ed}) \frac{N_c}{N_{c,el}}$$

for $N_c \leq N_{c,el}$

$$M_{Rd} = M_{el,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{el,Rd}) \frac{N_c - N_{c,el}}{N_{c,f} - N_{c,el}}$$

for $N_{c,el} \leq N_c \leq N_{c,f}$



VERIFICHE DI RESISTENZA DEI PIOLI - SLE					
diámetro =	22	mm	$f_{yt} =$	355	MPa
area =	380	mm ²	$k_s =$	0.6	
altezza =	175	mm	$\gamma_v =$	1.25	
$f_{yk} =$	450	MPa	$l_{concio} =$	11000	mm
$f_{ck} =$	31	MPa			
$E_c =$	33019	MPa			
$\alpha =$	1.000				
$P_{rd,a} =$	109	kN			
$P_{rd,c} =$	113	kN			
$P_{rd} =$	66	kN	$= P_{Rd} \cdot k_s$		
interasse long. =	200	mm			
interasse trasv. =	140	mm			
n° pioli =	10				

Concio	1			2			3		
	3d22 / 200 mm			3d22 / 200 mm			3d22 / 200 mm		
	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η
	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-
SLU	1.099	3.613	30.4%	0.883	3.613	24.5%	0.891	3.613	24.7%
SLE	0.833	1.971	42.3%	0.673	1.971	34.2%	0.551	1.971	28.0%

Concio	4			5			6		
	4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm		
	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η
	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-
SLU	0.864	4.817	17.9%	0.751	4.817	15.6%	1.098	4.817	22.8%
SLE	0.656	1.971	33.3%	0.699	1.971	35.5%	0.906	1.971	46.0%

Concio	7			8			9		
	4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm		
	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η
	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-
SLU	0.770	4.817	16.0%	1.195	4.817	24.8%	1.006	4.817	20.9%
SLE	0.787	1.971	39.9%	0.705	1.971	35.8%	0.597	1.971	30.3%

Concio	10			11			12		
	4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm			4d22 / 200 mm		
	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η
	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-
SLU	0.717	4.817	14.9%	1.174	4.817	24.4%	1.079	4.817	22.4%
SLE	0.481	1.971	24.4%	0.689	1.971	35.0%	0.609	1.971	30.9%

Concio	13			14			15		
	4d22 / 200 mm			5d22 / 200 mm			5d22 / 200 mm		
	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η	qEd	qRd	η
	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-	kN/mm	kN/mm	-
SLU	0.996	4.817	20.7%	0.378	6.021	6.3%	0.400	6.021	6.6%
SLE	0.732	1.971	37.2%	0.263	1.971	13.3%	0.292	1.971	14.8%

11.6 Verifica allo SLE

All'interno di questo stato limite sono incluse le seguenti verifiche, con riferimento alla norma cui si fa riferimento:

- Massima tensione nell'acciaio e nel calcestruzzo in combinazione caratteristica (EC3-2, par.7.3)
- Massima tensione nel calcestruzzo in combinazione quasi permanente (EC3-2, par.7.3)

La verifica al "respiro dell'anima" in combinazione frequente (EC3-2, par.7.4) è esclusa in virtù del rispetto delle limitazioni geometriche

$\sigma_{ed} = \sigma_{k1} + \psi_2 \sigma_{k2} + \psi_3 \sigma_{k3}$
(con il taglio)

concio :		1	2	3
SLE (limitazione tensioni/web breathing)	Massimo momento	OK (ten) 0.526	OK (ten) 0.738	OK (ten) 0.755
	Minimo momento	OK (ten) 0.178	OK (ten) 0.188	OK (ten) 0.286
	Taglio	OK (ten) 0.302	OK (ten) 0.410	OK (ten) 0.303
concio :		4	5	6
SLE (limitazione tensioni/web breathing)	Massimo momento	OK (ten) 0.531	OK (ten) 0.248	OK (ten) 0.262
	Minimo momento	OK (ten) 0.289	OK (ten) 0.535	OK (ten) 0.710
	Taglio	OK (ten) 0.260	OK (ten) 0.357	OK (ten) 0.574
concio :		7	8	9
SLE (limitazione tensioni/web breathing)	Massimo momento	OK (ten) 0.201	OK (ten) 0.474	OK (ten) 0.727
	Minimo momento	OK (ten) 0.517	OK (ten) 0.209	OK (ten) 0.161
	Taglio	OK (ten) 0.368	OK (ten) 0.273	OK (ten) 0.230
concio :		10	11	12
SLE (limitazione tensioni/web breathing)	Massimo momento	OK (ten) 0.734	OK (ten) 0.606	OK (ten) 0.255
	Minimo momento	OK (ten) 0.170	OK (ten) 0.568	OK (ten) 0.483
	Taglio	OK (ten) 0.224	OK (ten) 0.325	OK (ten) 0.358
concio :		13	14	15
SLE (limitazione tensioni/web breathing)	Massimo momento	OK (ten) 0.242	OK (ten) 0.241	OK (ten) 0.285
	Minimo momento	OK (ten) 0.585	OK (ten) 0.592	OK (ten) 0.684
	Taglio	OK (ten) 0.498	OK (ten) 0.520	OK (ten) 0.615

11.7 Verifica allo stato limite di fatica

11.7.1 Coefficienti parziali per la resistenza a fatica

I valori dei coefficienti γ_{Mf} adottati nelle verifiche a fatica sono riportati nella seguente tabella, estratta dalla circolare delle NTC08.

Coefficienti parziali di sicurezza

$\gamma_f = 1$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alle azioni di fatica

$\gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza relativo alla resistenza a fatica

$\gamma_{Mf} = \gamma_f \cdot \gamma_M = 1.35$ coefficiente parziale di sicurezza per le verifiche a fatica

Metodo di valutazione	Conseguenze del collasso	
	Basse conseguenze	Alte conseguenze
metodo del "danneggiamento accettabile"	1,00	1,15
metodo della "vita sicura"	1,15	1,35

Metodi di verifica

Per la verifica a fatica secondo il criterio della vita illimitata, l'ampiezza di tensione di riferimento è quella ad ampiezza costante, definita come

$$\Delta\sigma_D = 0.737 \cdot \Delta\sigma_C$$

dove $\Delta\sigma_C$ è il valore della classe del dettaglio.

Verifica a vita illimitata

La verifica a vita illimitata si esegue controllando che sia

$$\Delta\sigma_{\max} \leq \Delta\sigma_D / \gamma_{Mf}$$

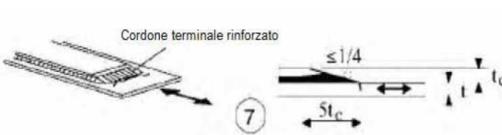
dove $\Delta\sigma_D$ sono i valori di progetto delle massime escursioni di tensioni normali indotte nel dettaglio considerato dallo spettro di carico per vita illimitata.

11.7.2 Verifica dei dettagli di fatica

Nelle verifiche a fatica le tensioni considerate sono coerenti con quelle alle quali è riferita la curva S-N del dettaglio. Per le successive verifiche si farà riferimento a tre dettagli tipologici di classe 56, 80 e 90 ritenuti rappresentativi dei dettagli previsti per l'impalcato metallico. A tali dettagli si associa una curva S-N riferita alle tensioni nominali e pertanto ad esse si fa riferimento.

Le resistenze a fatica dei dettagli tipici sono:

Dettaglio 56: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento fra i raddoppi di due conci successivi.

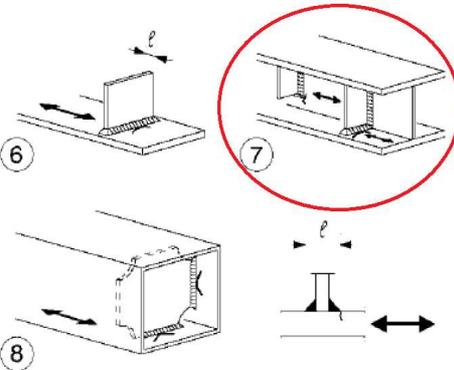
56		<p>Coprigiunti di travi e travi composte</p> <p>7) Zone terminali di coprigiunti saldati con cordone terminale rinforzato di lunghezza minima $5 t_c$</p>	<p>Cordone trasversale rinforzato molato e raccordato.</p> <p>Se $t_c > 20$ mm, il raccordo, di pendenza non maggiore di 1:4, deve essere esteso fino al bordo superiore del coprigiunto</p>
----	---	--	--

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica:

$\Delta\sigma_C = 56$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_C = 41.27$ MPa limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Dettaglio 80: per le giunzioni previste per realizzare il collegamento degli irrigidimenti verticali.

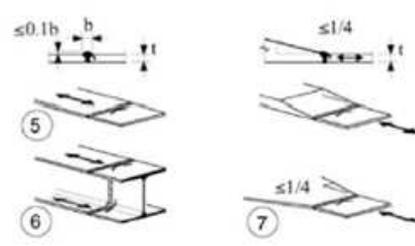
80 (a) 71 (b)		<p>Attacchi trasversali</p> <p>6) Saldati a una piastra</p> <p>7) Nervature verticali saldate a un profilo o a una trave composta</p> <p>8) Diagrammi di travi a cassone composte, saldati all'anima o alla piattabanda</p> <p>(a) $\ell \leq 50$ mm</p> <p>(b) $50 < \ell \leq 80$ mm</p> <p>Le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

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_C = 80$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_C = 58.96$ MPa limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Dettaglio 90: per le saldatura tra i conci;

Classe del dettaglio	Dettaglio costruttivo	Descrizione	Requisiti
90		<p>Saldature senza piatto di sostegno</p> <p>5) Giunti trasversali in piatte e lamiere</p> <p>6) Giunti trasversali completi di profili laminati, in assenza di lunette di scarico</p> <p>7) Giunti trasversali di lamiere e piatte con rastremazioni in larghezza e spessore con pendenza non maggiore di 1:4.</p> <p>Nelle zone di transizione gli intagli nelle saldature devono essere eliminati</p> <p>Per spessori $t > 25$ mm, si deve adottare una classe ridotta del coefficiente</p> <p>$k_s = (25/t)^{0.2}$</p>	<p>Saldature effettuate da entrambi i lati e sottoposte a controlli non distruttivi</p> <p>Sovraspessore di saldatura non maggiore del 10% della larghezza del cordone, con zone di transizione regolari</p> <p>Le saldature devono essere iniziate e terminate su tacchi d'estremità, da rimuovere una volta completata la saldatura</p> <p>I bordi esterni delle saldature devono essere molati in direzione degli sforzi</p> <p>Le saldature dei dettagli 5) e 7) devono essere eseguite in piano</p>

Caratteristiche resistenziali del dettaglio a fatica

$\Delta\sigma_c = 90$ MPa classe del particolare: limite di fatica per 2×10^6 cicli

$\Delta\sigma_D = 0.737 \Delta\sigma_c = 66.33$ MPa limite di fatica ad ampiezza costante per 5×10^6 cicli

Si riportano di seguito le tensioni longitudinali di fibra per l'involuppo delle distribuzioni di carico assunte a base di verifica e per i vari componenti strutturali principali dell'impalcato metallico riferite ad ogni concio in esame.

Sollecitante / Resistente / Tasso di sfruttamento	Concio	1			2			3		
		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Continuità piattabande superiori	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	1.32	37.37	3.5%	2.82	37.37	7.5%	3.26	37.37	8.7%
Continuità piattabande inferiori	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	13.42	37.37	35.9%	24.40	35.28	69.2%	28.18	35.28	79.9%
Continuità anima (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	1.16	38.76	3.0%	2.52	38.76	6.5%	2.91	38.76	7.5%
Continuità anima (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	13.25	38.76	34.2%	24.00	38.76	61.9%	27.71	38.76	71.5%
Raddoppio pb.superiore	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raddoppio pb.inferiore	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Irrigidimenti trasversali (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	1.16	43.67	2.6%	2.52	43.67	5.8%	2.91	43.67	6.7%
Irrigidimenti trasversali (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	13.25	43.67	30.3%	24.00	43.67	54.9%	27.71	43.67	63.5%
Taglio sul piolo	$\Delta\tau_{piolo}$	16.08	44.01	36.5%	11.43	44.01	26.0%	8.56	44.01	19.5%
Saldatura anima-pb. (superiore)	$\Delta\tau_{s,sup}$	18.66	27.08	68.9%	12.54	27.08	46.3%	14.29	27.08	52.8%
Saldatura anima-pb. (inferiore)	$\Delta\tau_{s,inf}$	10.67	27.08	39.4%	13.59	27.08	50.2%	9.68	27.08	35.8%

Sollecitante / Resistente / Tasso di sfruttamento	Concio	4			5			6		
		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Continuità piattabande superiori	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	3.17	35.28	9.0%	2.98	35.28	8.4%	11.25	35.28	31.9%
Continuità piattabande inferiori	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	25.86	35.28	73.3%	16.47	35.28	46.7%	12.66	35.28	35.9%
Continuità anima (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	2.74	38.76	7.1%	2.69	38.76	6.9%	10.90	38.76	28.1%
Continuità anima (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	25.43	38.76	65.6%	15.96	38.76	41.2%	12.04	38.76	31.1%
Raddoppio pb.superiore	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raddoppio pb.inferiore	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	-	-	-	16.47	30.57	53.9%	12.66	30.57	41.4%
Irrigidimenti trasversali (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	2.74	43.67	6.3%	2.69	43.67	6.2%	10.90	43.67	24.9%
Irrigidimenti trasversali (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	25.43	43.67	58.2%	15.96	43.67	36.5%	12.04	43.67	27.6%
Taglio sul piolo	$\Delta\tau_{piolo}$	7.63	44.01	17.3%	3.87	44.01	8.8%	9.92	44.01	22.5%
Saldatura anima-pb. (superiore)	$\Delta\tau_{s,sup}$	18.88	27.08	69.7%	12.09	27.08	44.7%	12.45	27.08	46.0%
Saldatura anima-pb. (inferiore)	$\Delta\tau_{s,inf}$	11.82	27.08	43.6%	9.32	27.08	34.4%	10.13	27.08	37.4%

		7			8			9		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Continuità piattabande superiori	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	1.91	35.28	5.4%	2.38	35.28	6.7%	2.99	37.37	8.0%
Continuità piattabande inferiori	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	11.42	35.28	32.4%	18.44	35.28	52.3%	23.78	35.28	67.4%
Continuità anima (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	1.71	38.76	4.4%	2.07	38.76	5.3%	2.69	38.76	6.9%
Continuità anima (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	11.12	38.76	28.7%	18.13	38.76	46.8%	23.39	38.76	60.3%
Raddoppio pb.superiore	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raddoppio pb.inferiore	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	11.42	30.57	37.3%	-	-	-	-	-	-
Irrigidimenti trasversali (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	1.71	43.67	3.9%	2.07	43.67	4.7%	2.69	43.67	6.2%
Irrigidimenti trasversali (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	11.12	43.67	25.5%	18.13	43.67	41.5%	23.39	43.67	53.5%
Taglio sul piolo	ΔT_{piolo}	4.94	44.01	11.2%	9.35	44.01	21.2%	7.86	44.01	17.9%
Saldatura anima-pb. (superiore)	$\Delta T_{s,sup}$	11.39	27.08	42.1%	10.34	27.08	38.2%	8.69	27.08	32.1%
Saldatura anima-pb. (inferiore)	$\Delta T_{s,inf}$	8.75	27.08	32.3%	6.93	27.08	25.6%	6.05	27.08	22.3%

		10			11			12		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Continuità piattabande superiori	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	3.54	37.37	9.5%	3.84	37.37	10.3%	3.34	35.28	9.5%
Continuità piattabande inferiori	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	27.34	35.28	77.5%	29.65	35.28	84.0%	14.85	35.28	42.1%
Continuità anima (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	3.20	38.76	8.3%	3.47	38.76	8.9%	3.08	38.76	7.9%
Continuità anima (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	26.88	38.76	69.4%	29.15	38.76	75.2%	14.31	38.76	36.9%
Raddoppio pb.superiore	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Raddoppio pb.inferiore	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	-	-	-	-	-	-	14.85	30.57	48.6%
Irrigidimenti trasversali (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	3.20	43.67	7.3%	3.47	43.67	7.9%	3.08	43.67	7.0%
Irrigidimenti trasversali (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	26.88	43.67	61.5%	29.15	43.67	66.7%	14.31	43.67	32.8%
Taglio sul piolo	ΔT_{piolo}	6.19	44.01	14.1%	9.12	44.01	20.7%	8.08	44.01	18.4%
Saldatura anima-pb. (superiore)	$\Delta T_{s,sup}$	6.78	27.08	25.0%	19.66	27.08	72.6%	17.99	27.08	66.4%
Saldatura anima-pb. (inferiore)	$\Delta T_{s,inf}$	4.62	27.08	17.0%	13.39	27.08	49.4%	14.59	27.08	53.9%

		13			14			15		
Sollecitante / Resistente /Tasso di sfruttamento		Ed	Rd	η	Ed	Rd	η	Ed	Rd	η
Continuità piattabande superiori	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	2.51	35.28	7.1%	1.77	35.28	5.0%	5.75	35.28	16.3%
Continuità piattabande inferiori	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	10.84	35.28	30.7%	6.50	35.28	18.4%	6.95	35.28	19.7%
Continuità anima (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	2.22	38.76	5.7%	1.59	38.46	4.1%	5.49	38.46	14.3%
Continuità anima (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	10.51	38.76	27.1%	6.32	38.46	16.4%	6.70	38.46	17.4%
Raddoppio pb.superiore	$\Delta\sigma_{s,pb,sup}$	2.51	30.57	8.2%	1.77	30.57	5.8%	5.75	30.57	18.8%
Raddoppio pb.inferiore	$\Delta\sigma_{s,pb,inf}$	10.84	30.57	35.5%	6.50	30.57	21.2%	6.95	30.57	22.7%
Irrigidimenti trasversali (superiore)	$\Delta\sigma_{s,a,sup}$	2.22	43.67	5.1%	1.59	43.67	3.6%	5.49	43.67	12.6%
Irrigidimenti trasversali (inferiore)	$\Delta\sigma_{s,a,inf}$	10.51	43.67	24.1%	6.32	43.67	14.5%	6.70	43.67	15.3%
Taglio sul piolo	ΔT_{piolo}	7.15	44.01	16.3%	1.69	44.01	3.8%	1.74	44.01	4.0%
Saldatura anima-pb. (superiore)	$\Delta T_{s,sup}$	17.38	27.08	64.2%	9.42	27.08	34.8%	8.78	27.08	32.4%
Saldatura anima-pb. (inferiore)	$\Delta T_{s,inf}$	13.37	27.08	49.4%	7.27	27.08	26.8%	6.77	27.08	25.0%

11.8 Verifica saldature di composizione

La saldatura di composizione dei piatti deve resistere ad una tensione massima pari a 248.5MPa.

I risultati sono i seguenti:

SALDATURA PB. SUPERIORE							RADDOPPIO PB. SUPERIORE					
Concio	t an. [mm]	Scorr. [N/mm]	cordone [mm]	h gola [mm]	τ_{Ed} MPa	τ_{Rd} MPa	Concio	Scorr. [N/mm]	cordone [mm]	h gola [mm]	τ_{Ed} MPa	τ_{Rd} MPa
1	20	1085	11.31	8.0	67.8	248.5	1					248.5
2	18	825	11.31	8.0	51.6	248.5	2					248.5
3	18	779	7.07	5.0	77.9	248.5	3					248.5
4	22	1108	7.07	5.0	110.8	248.5	4					248.5
5	22	1323	12.73	9.0	73.5	248.5	5					248.5
6	24	1696	14.14	10.0	84.8	248.5	6					248.5
7	22	1337	14.14	10.0	66.9	248.5	7					248.5
8	22	1114	14.14	10.0	55.7	248.5	8					248.5
9	20	830	14.14	10.0	41.5	248.5	9					248.5
10	20	724	14.14	10.0	36.2	248.5	10					248.5
11	20	1191	11.31	8.0	74.5	248.5	11					248.5
12	24	1205	11.31	8.0	75.3	248.5	12					248.5
13	24	1325	11.31	8.0	82.8	248.5	13	1325	11.3137	8.0	82.8	248.5
14	26	1359	11.31	8.0	84.9	248.5	14	1359	11.3137	8.0	84.9	248.5
15	26	1463	14.14	10.0	73.2	248.5	15	1463	14.1421	10.0	73.2	248.5

SALDATURA PB. INFERIORE							RADDOPPIO PB. INFERIORE					
Concio	t an. [mm]	Scorr. [N/mm]	cordone [mm]	h gola [mm]	τ_{Ed} MPa	τ_{Rd} MPa	Concio	Scorr. [N/mm]	cordone [mm]	h gola [mm]	τ_{Ed} MPa	τ_{Rd} MPa
1	20	1916	11.31	8.0	119.7	248.5	1					248.5
2	18	1624	7.07	5.0	162.4	248.5	2					248.5
3	18	1579	7.07	5.0	157.9	248.5	3					248.5
4	22	1960	7.07	5.0	196.0	248.5	4					248.5
5	22	2924	12.73	9.0	162.5	248.5	5	2924	12.7279	9.0	162.5	248.5
6	24	3797	14.14	10.0	189.8	248.5	6	3797	14.1421	10.0	189.8	248.5
7	22	2932	14.14	10.0	146.6	248.5	7	2932	14.1421	10.0	146.6	248.5
8	22	2102	14.14	10.0	105.1	248.5	8					248.5
9	20	1636	14.14	10.0	81.8	248.5	9					248.5
10	20	1406	14.14	10.0	70.3	248.5	10					248.5
11	20	2466	11.31	8.0	154.1	248.5	11					248.5
12	24	2849	11.31	8.0	178.1	248.5	12	2849	11.3137	8.0	178.1	248.5
13	24	2765	11.31	8.0	172.8	248.5	13	2765	11.3137	8.0	172.8	248.5
14	26	2798	11.31	8.0	174.9	248.5	14	2798	11.3137	8.0	174.9	248.5
15	26	3017	14.14	10.0	150.9	248.5	15	3017	14.1421	10.0	150.9	248.5

12 VERIFICHE ELEMENTI SECONDARI

12.1 Diaframmi

I diaframmi correnti sono realizzati con aste reticolari a V rovescio, imbullonate agli irrigidimenti verticali, con passo tipico di circa 6 metri (due diaframmi per ogni concio).

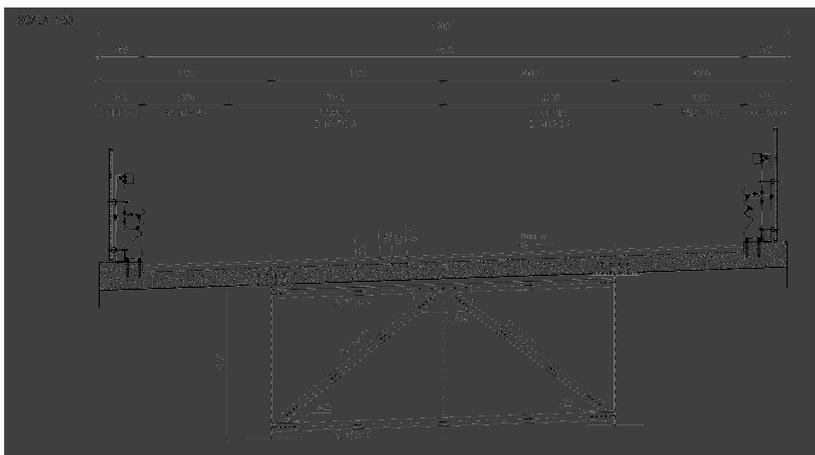


Figura 15: Diaframma corrente.

Le aste che compongono la reticolare, sono costituite da profili angolari che cambiano da un diaframma all'altro e all'interno dello stesso (aste superiori, aste diagonali, aste inferiori), in modo da adeguare l'area della sezione agli sforzi presenti nelle aste, a seconda della posizione longitudinale del diaframma nella geometria globale del ponte.

In corrispondenza delle pile e delle spalle i diaframmi sono pieni ed a tutta altezza.

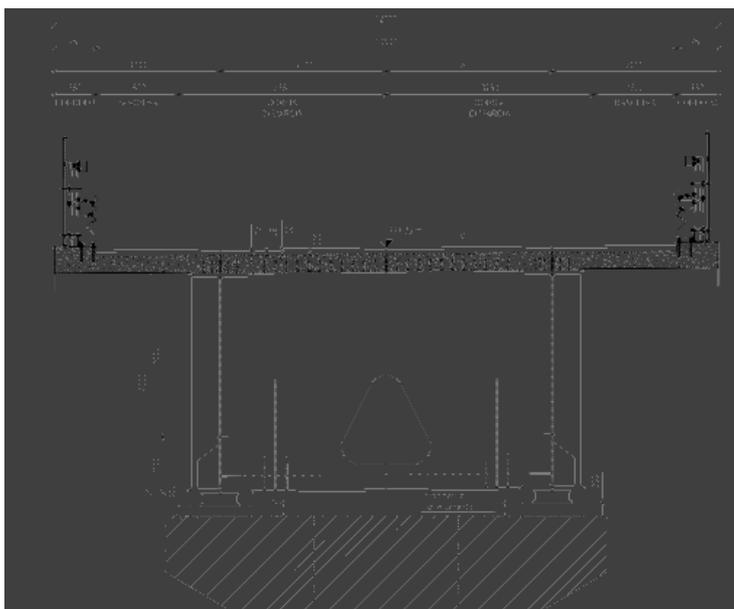


Figura 16: Diaframma di pila.

I diaframmi reticolari correnti sono calcolati sulla base dell'incremento di momento torcente, fra un diaframma ed il successivo, dovuto ai carichi permanenti, i carichi mobili ed al vento.

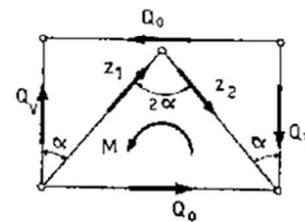
I diaframmi delle pile e spalle, invece, sono calcolati con il massimo momento torcente e taglio agenti su di essi derivanti dal calcolo dell'impalcato per la condizione di carico più sfavorevole per i medesimi.

12.1.1 Diaframma correnti

I diaframmi del cassone sono realizzati con aste reticolari a V rovescio, imbullonate agli irrigidimenti verticali, con passo tipico a chassi di 6 metri. Il diaframma corrente viene verificato rispetto alla variazione del momento torcente tra due diaframmi successivi. Per la distribuzione del momento torcente sulle aste dei diaframmi si fa riferimento allo schema classico (vedi De Miranda - "Ponti in acciaio").

Il momento torcente dovuto al peso proprio ed ai carichi permanenti nel tratto in curva si fa riferimento ai valori dedotti dal modello unifilare globale dell'impalcato, valutando il massimo incremento di momento torcente tra due diaframmi successivi

SOLLECITAZIONI DIAFRAMMI									
Carichi mobili									
Colonna di carico 1	eccentricità	3.75	m	Q1k	300	kN	q1k	27	kN/m
Colonna di carico 2	eccentricità	0.75	m	Q2k	200	kN	q2k	7.5	kN/m
Colonna di carico 3	eccentricità	0	m	Q3k	0	kN	q3k	0	kN/m
Colonna rimanente	eccentricità	0	m			kN	qrk	0	kN/m
Vento									
Altezza impalcato		2.7	m						
Barriera sx		2	m						
Barriera dx		2	m						
Altezza mobile		3	m						
Dtot Aref		6.7	m						
Pressione Ponte Scarico		1.6	kN/mq		10.72	kN/m			
Pressione Ponte Carico		1.89	kN/mq		10.77	kN/m			
 <p>Figure 8.5 - Depth to be used for A_{ref}</p>									
Diaframma		Corrente H270		Corrente H320	Corrente H400				
Interasse Diaframma	m	6.000		6.000	6.000				
allargamento max	m								
Momenti torcenti caratteristici									
Mt _{G1}	kNm	96	813	0					
Mt _{G2}	kNm	36	316	0					
Mt _{M_distribuiti}	kNm	321	321	321					
Mt _{M_Tandem}	kNm	2417	2417	2417					
Mt _{Vento}	kNm	48	48	48					
SLU									
Mt _{G1}	kNm	130	1098	0					
Mt _{G2}	kNm	49	427	0					
Mt _{M_distribuiti}	kNm	433	433	433					
Mt _{M_Tandem}	kNm	3263	3263	3263					
Mt _{Vento}	kNm	44	44	44					
Mtotale	kNm	3918	5264	3740					
SLE									
Mt _{G1}	kNm	96	813	0					
Mt _{G2}	kNm	36	316	0					
Mt _{M_distribuiti}	kNm	321	321	321					
Mt _{M_Tandem}	kNm	2417	2417	2417					
Mt _{Vento}	kNm	29	29	29					
Mtotale	kNm	2899	3896	2767					
Geometria diaframma									
Altezza sezione	m	2.6	3.1	3.7					
Interasse travi	m	6	6	6					
$\alpha =$		0.85670563	0.769006189	0.68129823					
SLU									
Corrente superiore	F _{sup} [kN]	753	849	505					
Diagonale	F _{diag} [kN]	499	610	401					
Corrente inferiore	F _{inf} [kN]	753	849	505					
SLE									
Corrente superiore	F _{sup} [kN]	558	628	374					
Diagonale	F _{diag} [kN]	369	452	297					
Corrente inferiore	F _{inf} [kN]	558	628	374					



$$\bar{Z}_1 = -\bar{Z}_2 = + \frac{1}{2} \frac{Q_0}{\sin \alpha}$$

12.1.1.1 Diaframma H=2700 mm

DIAGONALE			CORRENTE SUPERIORE			CORRENTE INFERIORE		
Sollecitazioni nelle aste			Sollecitazioni nelle aste			Sollecitazioni nelle aste		
SLU Trazione	49,855	daN	SLU Trazione	37,675	daN	SLU Trazione	75,349	daN
SLU Compressione	-49,855	daN	SLU Compressione	-37,675	daN	SLU Compressione	-75,349	daN
SLE	36,888	daN	SLE	27,876	daN	SLE	55,752	daN
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.252	COMPRESSIONE	OK	0.668	COMPRESSIONE	OK	0.912
TRAZIONE	OK	0.171	TRAZIONE	OK	0.190	TRAZIONE	OK	0.259
STRAPPO	OK	0.277	STRAPPO	OK	0.314	STRAPPO	OK	0.419
N° BULLONI =	3	(attrito)	N° BULLONI =	3	(attrito)	N° BULLONI =	5	(attrito)
Caratteristiche geometriche			Caratteristiche geometriche			Caratteristiche geometriche		
bullonatura	15	cm	bullonatura	15	cm	bullonatura	20	cm
lunghezza dell'asta	340	cm	lunghezza dell'asta	590	cm	lunghezza dell'asta	590	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 10		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	29.27	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.03	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.03	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	624.00	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	624.00	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86.04	cm²	A (composizione) =	58.54	cm²	A (composizione) =	86.04	cm²
J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,248	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴
J_y (composizione) =	3,947	cm⁴	J_y (composizione) =	2,586	cm⁴	J_y (composizione) =	3,947	cm⁴
J_{max} (composizione) =	3,947	cm⁴	J_{max} (composizione) =	2,586	cm⁴	J_{max} (composizione) =	3,947	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,248	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.0	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	325	325	L0 =	575	575	L0 =	570	570
i _{min} [cm] =	4.6	6.8	i _{min} [cm] =	4.6	6.6	i _{min} [cm] =	4.6	6.8
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	69.3	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	71.1	48.0	λ geometrica =	124.5	86.5	λ geometrica =	124.8	84.2
fy [DaN/cm ²] =	3550	3550	fy [DaN/cm ²] =	3550	3550	fy [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	352458	774536	Ncr [DaN] =	78234	162082	Ncr [DaN] =	114584	251802
λ [^] =	0.931	0.6	λ [^] =	1.630	1.1	λ [^] =	1.633	1.1
Curva instabilità	a	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.21	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	1.010	0.8	Φ =	2.071	1.3	Φ =	2.076	1.3
χ =	0.713	0.8	χ =	0.299	0.5	χ =	0.298	0.5
Nb,Rd [daN] =	198,062	228463.0	Nb,Rd [daN] =	56,405	97517.3	Nb,Rd [daN] =	82,660	148389.9
Nb,Ed [daN] =	49,855	49,855	Nb,Ed [daN] =	37,675	37,675	Nb,Ed [daN] =	75,349	75,349
σ [DaN/cm ²] =	579	579	σ [DaN/cm ²] =	644	644	σ [DaN/cm ²] =	876	876
NEd/NRd [daN] =	0.252	0.218	NEd/NRd [daN] =	0.668	0.386	NEd/NRd [daN] =	0.912	0.508
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone =	2	NTC	gioco foro bullone =	2	NTC	gioco foro bullone =	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	53	cm ²	A _{net} =	78	cm ²
Nt,Rd =	290,897	DaN	Nt,Rd =	197,921	DaN	Nt,Rd =	290,897	DaN
β =	0.55		β =	0.55		β =	0.55	
Nt,Rd plast (L) =	--	DaN	Nt,Rd plast (L) =	--	DaN	Nt,Rd plast (L) =	--	DaN
Nt,Rd plast =	287,297	DaN	Nt,Rd plast =	195,864	DaN	Nt,Rd plast =	287,297	DaN
Nt,Ed =	49,855	DaN	Nt,Ed =	37,675	DaN	Nt,Ed =	75,349	DaN
Nt,Rd =	290,897	DaN	Nt,Rd =	197,921	DaN	Nt,Rd =	290,897	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.171		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.190		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.259	

Disposizione bulloni			Disposizione bulloni			Disposizione bulloni		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
Geometria/n. file parall.	in linea	1	Geometria/n. file parall.	in linea	1	Geometria/n. file parall.	in linea	1
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	60	50	e1 [mm]	60	50	e1 [mm]	60	50
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	100	45	e2 [mm]	100	45	e2 [mm]	100	45
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	80	80	p1 [mm]	80	80	p1 [mm]	80	80
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	0	0	p2 [mm]	0	0	p2 [mm]	0	0
	--	--		--	--		--	--
L [mm]	80	80	L [mm]	80	80	L [mm]	80	80
	--	--		--	--		--	--
Resistenza a taglio (SLU)			Resistenza a taglio (SLU)			Resistenza a taglio (SLU)		
Parte bullone	gambo		Parte bullone	gambo		Parte bullone	gambo	
F _{v,s} Rd	21,715	daN	F _{v,s} Rd	21,715	daN	F _{v,s} Rd	21,715	daN
F_{v,s} Rd_{tot}	43,429	daN	F_{v,s} Rd_{tot}	43,429	daN	F_{v,s} Rd_{tot}	43,429	daN
n° min rifollamento =	2	bulloni	n° min rifollamento =	1	bulloni	n° min rifollamento =	2	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto		cm	sp coprigiunto		cm	sp coprigiunto		cm
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
aest =	0.769	0.641	aest =	0.769	0.641	aest =	0.769	0.641
a _{int} =	0.776	0.776	a _{int} =	0.776	0.776	a _{int} =	0.776	0.776
kest =	2.500	2.500	kest =	2.500	2.500	kest =	2.500	2.500
k _{int} =	2.500	2.500	k _{int} =	2.500	2.500	k _{int} =	2.500	2.500
F _b , Rd (bordo) [DaN]	28,246	47,077	F _b , Rd (bordo) [DaN]	28,246	31,385	F _b , Rd (bordo) [DaN]	28,246	47,077
F _b , Rd (interni) [DaN]	28,482	56,963	F _b , Rd (interni) [DaN]	28,482	37,975	F _b , Rd (interni) [DaN]	28,482	56,963
F Rd_{rifollamento}	28,246	DaN	F Rd_{rifollamento}	28,246	DaN	F Rd_{rifollamento}	28,246	DaN
n° min rifollamento =	2	minimo su piast	n° min rifollamento =	2	minimo su piast	n° min rifollamento =	3	minimo su piast
Resistenza ad attrito			Resistenza ad attrito			Resistenza ad attrito		
Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B
μ	0.4		μ	0.4		μ	0.4	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN
F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN
Nt,Ed =	36,888	DaN	Nt,Ed =	27,876	DaN	Nt,Ed =	55,752	DaN
n° min attrito =	3		n° min attrito =	3		n° min attrito =	5	
Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)			Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)			Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)		
Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>	Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>	Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
L netta taglio [cm]	52.0	26.0	L netta taglio [cm]	52.0	26.0	L netta taglio [cm]	52.0	26.0
L netta trazione [cm]	9.0	4.5	L netta trazione [cm]	9.0	4.5	L netta trazione [cm]	9.0	4.5
carico	centrato	eccentrico	carico	centrato	eccentrico	carico	centrato	eccentrico
t [cm]	1.5	1.5	t [cm]	1.5	1.0	t [cm]	1.5	1.5
A _{nv} [cm2]	78.0	39.0	A _{nv} [cm2]	78.0	26.0	A _{nv} [cm2]	78.0	39.0
A _{nt} [cm2]	13.5	6.8	A _{nt} [cm2]	13.5	4.5	A _{nt} [cm2]	13.5	6.8
F _{Rd} [DaN]	207,336	89,898	F _{Rd} [DaN]	207,336	59,932	F _{Rd} [DaN]	207,336	89,898
F _{Ed} [DaN]	49,855	24,927	F _{Ed} [DaN]	37,675	18,837	F _{Ed} [DaN]	75,349	37,675
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.240	0.277	N _{Ed} /V _{Rd} =	0.182	0.314	N _{Ed} /V _{Rd} =	0.363	0.419

12.1.1.2 Diaframma H=4000 mm

DIAGONALE			CORRENTE SUPERIORE			CORRENTE INFERIORE		
Sollecitazioni nelle aste			Sollecitazioni nelle aste			Sollecitazioni nelle aste		
SLU Trazione	40,124	daN	SLU Trazione	25,270	daN	SLU Trazione	50,540	daN
SLU Compressione	-40,124	daN	SLU Compressione	-25,270	daN	SLU Compressione	-50,540	daN
SLE	29,687	daN	SLE	18,697	daN	SLE	37,393	daN
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE	OK	0.278	COMPRESSIONE	OK	0.448	COMPRESSIONE	OK	0.611
TRAZIONE	OK	0.138	TRAZIONE	OK	0.128	TRAZIONE	OK	0.174
STRAPPO	OK	0.223	STRAPPO	OK	0.211	STRAPPO	OK	0.281
N° BULLONI =	3	(attrito)	N° BULLONI =	2	(attrito)	N° BULLONI =	3	(attrito)
Caratteristiche geometriche			Caratteristiche geometriche			Caratteristiche geometriche		
bullonatura	15	cm	bullonatura	15	cm	bullonatura	20	cm
lunghezza dell'asta	440	cm	lunghezza dell'asta	590	cm	lunghezza dell'asta	590	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 10		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	29.27	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.03	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.03	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	624.00	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	624.00	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86.04	cm²	A (composizione) =	58.54	cm²	A (composizione) =	86.04	cm²
J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,248	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴
J_y (composizione) =	3,947	cm⁴	J_y (composizione) =	2,586	cm⁴	J_y (composizione) =	3,947	cm⁴
J_{max} (composizione) =	3,947	cm⁴	J_{max} (composizione) =	2,586	cm⁴	J_{max} (composizione) =	3,947	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,248	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm	Sp. piatto collegamento =	1.5	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.0	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	425	425	L0 =	575	575	L0 =	570	570
i _{min} [cm] =	4.6	6.8	i _{min} [cm] =	4.6	6.6	i _{min} [cm] =	4.6	6.8
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	69.3	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	93.0	62.7	λ geometrica =	124.5	86.5	λ geometrica =	124.8	84.2
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	206108	452929	Ncr [DaN] =	78234	162082	Ncr [DaN] =	114584	251802
λ [*] =	1.217	0.8	λ [*] =	1.630	1.1	λ [*] =	1.633	1.1
Curva instabilità	a	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.21	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	1.348	0.9	Φ =	2.071	1.3	Φ =	2.076	1.3
χ =	0.519	0.7	χ =	0.299	0.5	χ =	0.298	0.5
Nb,Rd [daN] =	144,153	197505.1	Nb,Rd [daN] =	56,405	97517.3	Nb,Rd [daN] =	82,660	148389.9
Nb,Ed [daN] =	40,124	40,124	Nb,Ed [daN] =	25,270	25,270	Nb,Ed [daN] =	50,540	50,540
σ [DaN/cm ²] =	466	466	σ [DaN/cm ²] =	432	432	σ [DaN/cm ²] =	587	587
NEd/NRd [daN] =	0.278	0.203	NEd/NRd [daN] =	0.448	0.259	NEd/NRd [daN] =	0.611	0.341
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone =	2	NTC	gioco foro bullone =	2	NTC	gioco foro bullone =	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	53	cm ²	A _{net} =	78	cm ²
Nt,Rd =	290,897	DaN	Nt,Rd =	197,921	DaN	Nt,Rd =	290,897	DaN
β =	0.55		β =	0.55		β =	0.55	
Nt,Rd plast (L) =	--	DaN	Nt,Rd plast (L) =	--	DaN	Nt,Rd plast (L) =	--	DaN
Nt,Rd plast =	287,297	DaN	Nt,Rd plast =	195,864	DaN	Nt,Rd plast =	287,297	DaN
Nt,Ed =	40,124	DaN	Nt,Ed =	25,270	DaN	Nt,Ed =	50,540	DaN
Nt,Rd =	290,897	DaN	Nt,Rd =	197,921	DaN	Nt,Rd =	290,897	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.138		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.128		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.174	

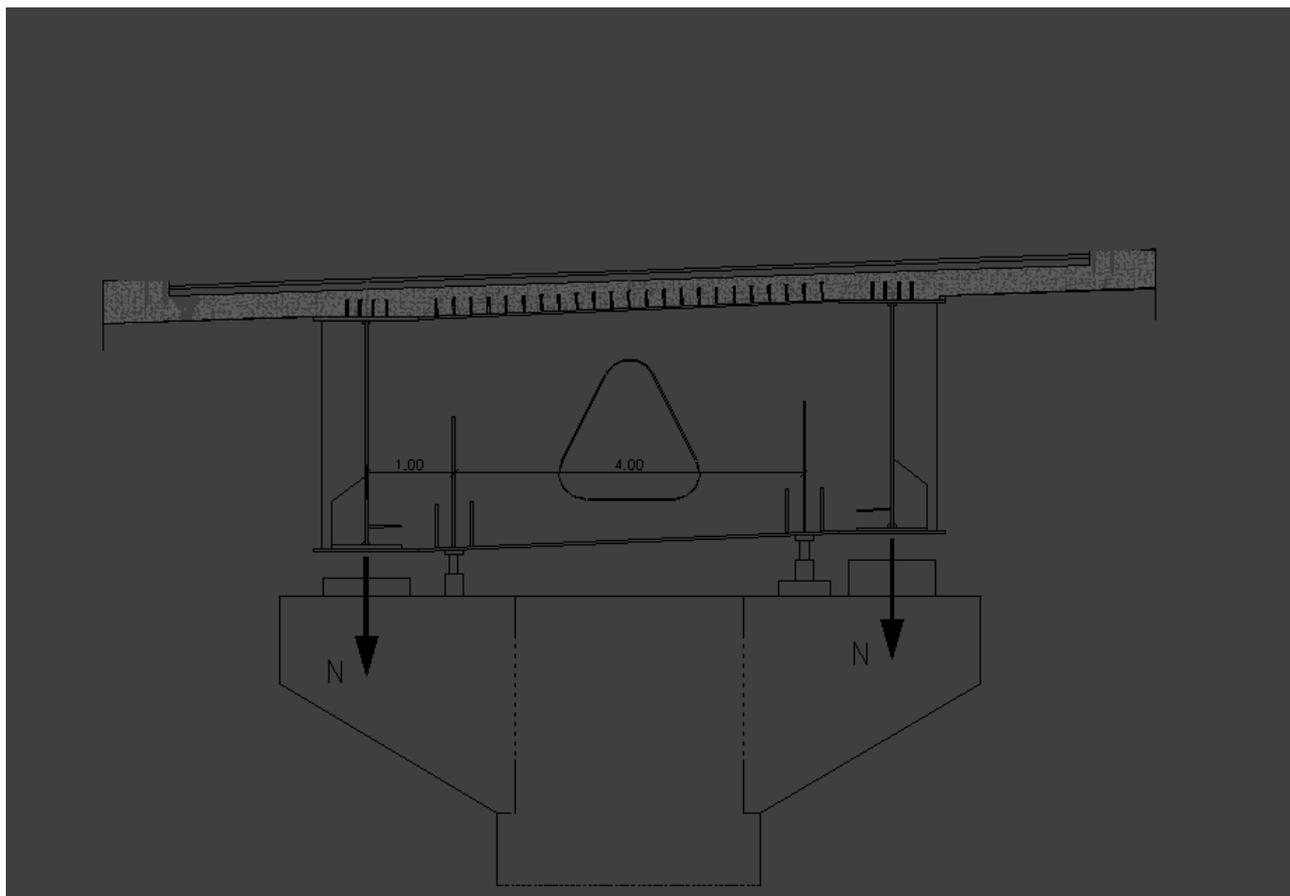
Disposizione bulloni			Disposizione bulloni			Disposizione bulloni		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
Geometria/n. file parall.	in linea	1	Geometria/n. file parall.	in linea	1	Geometria/n. file parall.	in linea	1
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
e1 [mm]	60	50	e1 [mm]	60	50	e1 [mm]	60	50
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	100	45	e2 [mm]	100	45	e2 [mm]	100	45
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	80	80	p1 [mm]	80	80	p1 [mm]	80	80
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	0	0	p2 [mm]	0	0	p2 [mm]	0	0
	--	--		--	--		--	--
L [mm]	80	80	L [mm]	80	80	L [mm]	80	80
	--	--		--	--		--	--
Resistenza a taglio (SLU)			Resistenza a taglio (SLU)			Resistenza a taglio (SLU)		
Parte bullone	gambo		Parte bullone	gambo		Parte bullone	gambo	
Fv,s Rd	21,715	daN	Fv,s Rd	21,715	daN	Fv,s Rd	21,715	daN
Fv,s Rd_tot	43,429	daN	Fv,s Rd_tot	43,429	daN	Fv,s Rd_tot	43,429	daN
n° min taglio =	1	bulloni	n° min taglio =	1	bulloni	n° min taglio =	2	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm	piastra	1.5	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto		cm	sp coprigiunto		cm	sp coprigiunto		cm
	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>		<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
aest =	0.769	0.641	aest =	0.769	0.641	aest =	0.769	0.641
aint =	0.776	0.776	aint =	0.776	0.776	aint =	0.776	0.776
kest =	2.500	2.500	kest =	2.500	2.500	kest =	2.500	2.500
kint =	2.500	2.500	kint =	2.500	2.500	kint =	2.500	2.500
Fb, Rd (bordo) [DaN]	28,246	47,077	Fb, Rd (bordo) [DaN]	28,246	31,385	Fb, Rd (bordo) [DaN]	28,246	47,077
Fb, Rd (interni) [DaN]	28,482	56,963	Fb, Rd (interni) [DaN]	28,482	37,975	Fb, Rd (interni) [DaN]	28,482	56,963
F Rd,rifollamento =	28,246	DaN	F Rd,rifollamento =	28,246	DaN	F Rd,rifollamento =	28,246	DaN
n° min rifollamento =	2	minimo su piast	n° min rifollamento =	1	minimo su piast	n° min rifollamento =	2	minimo su piast
Resistenza ad attrito			Resistenza ad attrito			Resistenza ad attrito		
Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B
μ	0.3		μ	0.3		μ	0.3	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	6,739	DaN
F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN	F _{s,Rd} =	13,478	DaN
Nt,Ed =	29,687	DaN	Nt,Ed =	18,697	DaN	Nt,Ed =	37,393	DaN
n° min attrito =	3		n° min attrito =	2		n° min attrito =	3	
Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)			Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)			Resistenza a strappo (EC31-8, par.3.10.2)		
Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>	Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>	Lato di verifica	<i>piastra</i>	<i>profilo</i>
L netta taglio [cm]	52.0	26.0	L netta taglio [cm]	52.0	26.0	L netta taglio [cm]	52.0	26.0
L netta trazione [cm]	9.0	4.5	L netta trazione [cm]	9.0	4.5	L netta trazione [cm]	9.0	4.5
carico	centrato	eccentrico	carico	centrato	eccentrico	carico	centrato	eccentrico
t [cm]	1.5	1.5	t [cm]	1.5	1.0	t [cm]	1.5	1.5
A _{nv} [cm2]	78.0	39.0	A _{nv} [cm2]	78.0	26.0	A _{nv} [cm2]	78.0	39.0
A _{nt} [cm2]	13.5	6.8	A _{nt} [cm2]	13.5	4.5	A _{nt} [cm2]	13.5	6.8
F _{Rd} [DaN]	207,336	89,898	F _{Rd} [DaN]	207,336	59,932	F _{Rd} [DaN]	207,336	89,898
F _{Ed} [DaN]	40,124	20,062	F _{Ed} [DaN]	25,270	12,635	F _{Ed} [DaN]	50,540	25,270
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.194	0.223	N _{Ed} /V _{Rd} =	0.122	0.211	N _{Ed} /V _{Rd} =	0.244	0.281

12.1.2 Diaframma di pila/spalla

Il sollevamento dell'impalcato per le operazioni di manutenzione e sostituzione degli appoggi viene eseguito in corrispondenza degli irrigidimenti presenti nei traversi sia di pila che spalla.

Si riporta di seguito la verifica del diaframma in condizioni di sollevamento.

SOLLEVAMENTO							
	Carichi permanenti		eccentricità martinetto e	SLE		SLU	
	G1. [kN]	G2 [kN]		M [kNm]	V [kN]	M [kNm]	V [kN]
Spalla A	955	335	1	1290	1290	1741	1741
Pila P1	4053	1209	1	5262	5262	7103	7103
Pila P2	5068	1512	1	6580	6580	8883	8883
Pila P3	4047	1209	1	5255	5255	7095	7095
Spalla B	952	334	1	1286	1286	1736	1736



SPALLA A-B

Saldati Simmetrici - Doppio T Ali Uguali - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Giunto Flangiato AcciaioClS ?

Ordina per Wy

Acciaio S355 fy (N/mm2) 355 fu 510

Lunghezze di libera inflessione [m]
Ly 4000 Lz 0

Aggiorna Tabella

Designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (m)
Utente 2	194.1	1,200	260	8.00	30.
Utente Ritegno	279.5	1,100	360	20.00	20.
Traverso corrente cv A1	222.9	1,750	320	12.00	12.
T pila	640.6	2,700	40	30.00	30.
ELLERO Diaf. PILA P1-P3	810.1	2,700	400	30.00	30.

ELLERO Diaf. SPALL N_{by,Rd} [kN] 10.37 M_{cy,Rd} [kNm] 21.222

g (Kg/m): 810.1 N_{bz,Rd} [kN] 19.627 M_{cz,Rd} [kNm] 966.2

h (mm): 2,700 V_{max} [kN] 14.757 V_{max} [kN] 4.472

b (mm): 400 A (cm2): 1,032 iy (cm): 92.75 iz (cm): 5.620

tw (mm): 30 Iy (cm4): 8,877,456 Iz (cm4): 32,594 It (cm4): 3,096

tf (mm): 30 Wy (cm3): 65,759 Wz (cm3): 1,630 Iw (cm6): 580,898,420

r (mm): 0 Wpl,y (cm3): 84,312 Wpl,z (cm3): 2,994

Classe Sezione
Compressione 4
Flessione My 3
Flessione Mz 1
Presso-Flessione 3

Verifiche
Presso-Flessione
Svergolamento

ELLERO Diaf. SPALL Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355

N_{Sd} [kN] 0

Inflessione attorno all'asse

	y - y	z - z
I ₀ [m]	4000	0
Snellezza λ	4,313	0
N _{b,Rd} [kN]	10,37	19,627
M _{1,Sd} [kNm]	1741	0
M _{2,Sd} [kNm]	1741	0
β _M	1.1	1.1
μ	-78.00	0
k	1	1
M _{cy,Rd} [kNm]	21,222	966.2
M _{Sd} [kNm]	1,741	0

Resistenza della sezione 0.082 OK ?

Instabilità flessio-torsionale 0.082 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 3 - EC3 #5.5.4.(3)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0 + 0.082 + 0 = 0.082$$

OK

Pila 1 – Pila 3

Saldati Simmetrici - Doppio T Ali Uguali - F1 per aiuto

File Tipo Profilo Giunto Flangiato AcciaioClS ?

Edita Profilo Utente Ordina per

Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355 fu 510

W_y W_z g

Lunghezze di libera inflessione [m]

l_{0y} 4000 l_{0z} 0

N_{Sd} [kN] 0

Designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r (mm)
Utente 2	194.1	1,200	260	8.00	30.00	10.00
Utente Ritegno	279.5	1,100	360	20.00	20.00	0.00
Traverso corrente c	222.9	1,750	320	12.00	12.00	0.00
T pila	640.6	2,700	40	30.00	30.00	0.00
ELLERO Diaf. PILA	810.1	2,700	400	30.00	30.00	0.00
ELLERO Diaf. SPAL	810.1	2,700	400	30.00	30.00	0.00

Plotta

Classificazione Sezione

Compressione 4

Flessione My 3

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 3

Verifiche

Presso-Flessione

Svergolamento

ELLERO Diaf. PILA P

N_{by,Rd} [kN] 10.37 M_{cy,Rd} [kNm] 21,222

N_{bz,Rd} [kN] 19,627 M_{cz,Rd} [kNm] 966.2

V_{ply,Rd} [kN] 14,757 V_{plz,Rd} [kN] 4,472

g (Kg/m): 810.1 A (cm2): 1,032 i_y (cm): 92.75 i_z (cm): 5.620

h (mm): 2,700 I_y (cm4): 8,877,456 I_z (cm4): 32,594 I_T (cm4): 3,096

b (mm): 400 W_y (cm3): 65,759 W_z (cm3): 1,630 I_w (cm6): 580,898,420

tw (mm): 30 W_{pl,y} (cm3): 84,312 W_{pl,z} (cm3): 2,994

r (mm): 0

Verifica Presso-Flessione - EC3 #5.5.4.

ELLERO Diaf. PILA Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355

N_{Sd} [kN] 0

	Inflessione attorno all'asse	
	y - y	z - z
I ₀ [m]	4000	0
Snellezza λ	4,313	0
N _{b,Rd} [kN]	10.37	19,627
M _{1,Sd} [kNm]	7103	0
M _{2,Sd} [kNm]	7103	0
β _M	1.1	1.1
μ	-78.00	0
k	1	1
M _{c,Rd} [kNm]	21,222	966.2
M _{Sd} [kNm]	7,103	0

Resistenza della sezione 0.335 OK ?

Instabilità flesso-torsionale 0.335 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 3 - EC3 #5.5.4.(3)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{b,Rd,min}} + \frac{k_y M_{y,Sd}}{M_{cy,Rd1}} + \frac{k_z M_{z,Sd}}{M_{cz,Rd1}} = 0 + 0.335 + 0 = 0.335$$

OK

Momenti all'estremità

Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano

Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano più momenti d'estremità

Pila P2

File Tipo Profilo Giunto Flangiato AcciaioCl: ?

Edita Profilo Utente Ordina per Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355 fu 510

Aggiungi Modifica Elimina

W_y W_x g

Lunghezze di libera inflessione [m]

l_{0y} 4000 l_{0z} 0

Aggiorna Tabella N_{Sd} [kN] 0

Designation	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)
Utente Ritegno	279.5	1.100	360	20.00	20.00
Traverso corrente cv A1	222.9	1.750	320	12.00	12.00
T pila	640.6	2.700	40	30.00	30.00
ELLERO Diaf. PILA P1-P3	810.1	2.700	400	30.00	30.00
ELLERO Diaf. SPALLA	810.1	2.700	400	30.00	30.00

Plotta

Classificazione Sezione

Compressione 4

Flessione My 4

Flessione Mz 1

Presso-Flessione 4

Verifiche

Presso Flessione

Svergolamento

ELLERO Diaf. PILA P N_{by,Rd} [kN] 32.09 M_{cy,Rd} [kNm] 37.632

g (Kg/m): 1,174 N_{bz,Rd} [kN] 22,723 M_{cz,Rd} [kNm] 1,317

h (mm): 4,000 V_{ply,Rd} [kN] 21,912 V_{plz,Rd} [kN] 5,962

b (mm): 400 A (cm2): 1,496 i_y (cm): 135,8 i_z (cm): 5,395

tw (mm): 30 I_y (cm4): 27,604,780 I_z (cm4): 43,549 I_T (cm4): 5,235

tf (mm): 40 W_y (cm3): 138,024 W_z (cm3): 2,177 I_w (cm6): 1,707,281,90

r (mm): 0 W_{ply} (cm3): 178,608 W_{plz} (cm3): 4,082

Verifica Presso-Flessione - EC3 #5.5.4.

ELLERO Diaf. PILA Acciaio S355 (Fe510) fy (N/mm2) 355

N_{Sd} [kN]

	Inflessione attorno all'asse	
	y - y	z - z
l ₀ [m]	4000	0
Snellezza λ	2,945	0
N _{b,Rd} [kN]	32,09	22,723
M _{1,Sd} [kNm]	8883	0
M _{2,Sd} [kNm]	8883	0
β _M	1.1	1.1
μ	-47.60	0
k	1	1
M _{c,Rd} [kNm]	37,632	1,317
M _{Sd} [kNm]	8,883	0

Resistenza della sezione 0.236 OK ?

Instabilità flesso-torsionale 0.236 OK ?

Flessione e compressione assiale - Classe 4 - EC3 #5.5.4.(5)

$$\frac{N_{Sd}}{N_{eff,Rd,min}} + \frac{k_y (M_{y,Sd} + N_{Sd} e_{Ny})}{M_{eff,y,Rd1}} + \frac{k_z (M_{z,Sd} + N_{Sd} e_{Nz})}{M_{eff,z,Rd1}} = 0 + 0.199 + 0 = 0.199 \quad \text{OK}$$

Momenti all'estremità

Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano

Momenti dovuti ai carichi laterali nel piano più momenti d'estremità

Di seguito si riporta la verifica di stabilità degli irrigidimenti in corrispondenza dei punti di applicazione dei martinetti.

		Spalla A	Pila P1	Pila P2	Pila P3	Spalla B	
Carichi agenti							
Sforzo normale	N _{ed} [kN]	1741	7103	8883	7095	1736	
Momento flettente	M _{ed} [kNm]	0	0	0	0	0	
Eccentricità reazione	e [mm]	0	0	0	0	0	
Geometria							
spessore anima	tw [mm]	30	40	40	40	20	
anima collaborante da calcolo	bw,calc [mm]	762	1006	1006	1006	518	
anima collaborante disponibile	bw,eff [mm]	700	700	700	700	700	
larghezza anima collaborante	bw [mm]	700	700	700	700	518	
spessore irrigidimento	tr [mm]	30	30	30	30	30	
larghezza singolo irrigidimento	br [mm]	180	180	180	180	180	
Posizione irrigidimento	z [mm]	225	225	225	225	225	
area sezione reagente	A [mm ²]	31800	38800	38800	38800	21163	
momento di inerzia yy (sezione ridotta)	J _{xx} [mm ⁴]	149805000	163573333	163573333	163573333	137505447	
momento di inerzia xx (sezione ridotta)	J _{yy} [mm ⁴]	950623279	1254381616	1254381616	1254381616	411573290	
momento di inerzia xx (sezione intera)	J _{yy,t} [mm ⁴]						
lunghezza libera di inflessione	l ₀ [mm]	1500	1500	2000	1500	1500	
raggio di inerzia	i [mm]	69	65	65	65	81	
modulo di resistenza xx	w _{xx} [mm ³]	768231	817867	817867	817867	723713	
modulo di resistenza yy	w _{yy} [mm ³]	3143046	4032980	4032980	4032980	1215163	
snellezza		22	23	31	23	19	
Classificazione piatto irrigidimento							
Rapporto larghezza/spessore	c/t	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	
Limete classe 3		28.30	15.48	13.84	15.49	23.13	
fattore di buckling (UNI 1993-5-1 T.4.2)	k σ	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	
	λ_p	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	
	ρ	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
larghezza effettiva irrigidimento;(max 850 mm)	b _{eff} [mm]	180.00	180.00	180.00	180.00	180.00	
Area efficace	A _{eff} [mm ²]	31800.00	38800.00	38800.00	38800.00	21163.40	
momento di inerzia efficace	J _{eff} [mm ⁴]	149805000.00	163573333.33	163573333.33	163573333.33	137505446.61	
sforzo normale critico, N _{cr}	N _{cr} [kN]	137994834.82	150677715.12	84756214.75	150677715.12	126664940.36	
snellezza adimensionale, λ	λ	0.29	0.30	0.40	0.30	0.24	
	ϕ	0.56	0.57	0.63	0.57	0.54	
coefficiente di riduzione, χ	χ	0.96	0.95	0.90	0.95	0.98	
Verifica di resistenza a compressione							
sforzo normale resistente, N _{Rd}		[kN]	10263	12522	12522	12522	6830
tasso di lavoro, η_N			16.97%	56.73%	70.94%	56.66%	25.41%
Area anima	A _{anima} [mm ²]		21000.00	28000.00	28000.00	28000.00	10363.40
Area irrigidimento	A _{irrig} [mm ²]		10800.00	10800.00	10800.00	10800.00	10800.00
Azione sull'anima		[kN]	1149.88	5126.11	6410.37	5119.92	465.08
Azione irrigidimento		[kN]	591.37	1977.22	2472.57	1974.83	2472.57
Tensione di compressione	σ_{medio} [Mpa]		54.76	183.08	228.94	182.85	82.01
Verifica di stabilità per sforzo assiale							
coefficiente di imperfezione, (curva c)	α		0.49	0.49	0.49	0.49	0.49
sforzo normale critico, N _{cr}	N _{cr} [kN]		1.380E+08	1.507E+08	8.476E+07	1.507E+08	1.267E+08
snellezza adimensionale, λ	λ		0.286	0.302	0.403	0.302	0.244
ϕ	ϕ		0.5620	0.5708	0.6310	0.5708	0.5403
coefficiente di riduzione, χ	χ		0.956	0.948	0.896	0.948	0.978
sforzo normale resistente, N _{Rd}		[kN]	9814	11870	11215	11870	6679
tasso di lavoro, η_N			17.74%	59.84%	79.20%	59.77%	25.99%

12.2 Controventi

I controventi inferiori sono a croce di S.Andrea, imbullonati a piastre a loro volta saldate all'anima e agli irrigidimenti con passo tipico 5 metri.

Nel calcolo è stato trascurato il contributo della diagonale compressa.

Gli sforzi nelle aste sono calcolati sulla base del momento torcente presente in corrispondenza dell'estremità della maglia di controvento dalla parte del punto di azzeramento di tale sollecitazione (coincidente, circa, con la mezzeria della campata centrale).

12.2.1 Campata SA-P1

diaf	d0	d1	d2	d3	d4	d5	d6	d7	d8	d9	
passo diaf	3	6	6	6	6	6	6	6	3	3	
x	0	3	9	15	21	27	33	39	45	48	
	48	45	39	33	27	21	15	9	3	0	
	48	45.0	39.0	33.0	27.0	27.0	33.0	39.0	45.0	48.0	
	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	
carico distribuito [t]	V2-q1b 18.00 0.00	60.75 16.88 0.00	52.65 14.63 0.00	44.55 12.38 0.00	36.45 10.13 0.00	36.45 10.13 0.00	44.55 12.38 0.00	52.65 14.63 0.00	60.75 16.88 0.00	64.80 18.00 0.00	
carico concentrato [t]	x1 V1-q1*colonna 20.00 0.00	3.00 28.13 18.75 0.00	9.00 24.38 16.25 0.00	15.00 20.63 13.75 0.00	21.00 16.88 11.25 0.00	21.00 16.88 11.25 0.00	15.00 20.63 13.75 0.00	9.00 24.38 16.25 0.00	3.00 28.13 18.75 0.00	0.00 30.00 20.00 0.00	
	x2 V1-q1*colonna 19.50 0.00	4.20 27.38 18.25 0.00	10.20 23.63 15.75 0.00	16.20 19.88 13.25 0.00	22.20 16.13 10.75 0.00	22.20 16.13 10.75 0.00	16.20 19.88 13.25 0.00	10.20 23.63 15.75 0.00	4.20 27.38 18.25 0.00	1.20 29.25 19.50 0.00	
TAGLI TOTALI [t]	V 1°colonna 57.50 0.00	116.25 53.88 0.00	100.65 46.63 0.00	85.05 39.38 0.00	69.45 32.13 0.00	69.45 32.13 0.00	85.05 39.38 0.00	100.65 46.63 0.00	116.25 53.88 0.00	124.05 57.50 0.00	
MOMENTI TORCENTI [tm]	C: Mt mobili (tm) 105.6 36.0 62.8	d0 476.3 99.0 33.8 58.9	d1 412.4 85.8 29.3 51.0	d2 348.5 72.6 24.8 43.2	d3 284.5 59.4 20.3 35.3	d4 284.5 59.4 20.3 35.3	d5 348.5 72.6 24.8 43.2	d6 412.4 85.8 29.3 51.0	d7 476.3 99.0 33.8 58.9	d8 476.3 99.0 33.8 58.9	d9 508.3 105.6 36.0 62.8
MOMENTI TORCENTI SLU [tm]	C: Mt mobili (tm) 142.6 48.6 56.5	d0 643.1 133.7 45.6 53.0	d1 556.7 115.8 39.5 45.9	d2 470.4 98.0 33.4 38.9	d3 384.1 80.2 27.3 31.8	d4 384.1 80.2 27.3 31.8	d5 470.4 98.0 33.4 38.9	d6 556.7 115.8 45.6 45.9	d7 643.1 133.7 45.6 53.0	d8 643.1 133.7 45.6 53.0	d9 686.2 142.6 48.6 56.5
		933.9	875.3	758.0	640.7	523.4	523.4	640.7	758.0	875.3	

Campo Controvento:	contr1	contr2	contr3	contr4	contr5	contr6	contr7	contr8	contr9
Concio:	1	1	2	2	3	3	4	5	6
Controvento:	tipo C								
l_{sup} [cm] =	600	600	600	600	600	600	600	600	600
l_{inf} [cm] =	600	600	600	600	600	600	600	600	600
h [cm] =	270	270	270	270	270	270	270	270	270
inclinazione anima θ [rad] =	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
interasse diaframmi [cm] =	300	600	600	600	600	600	600	600	300
Ω (area diafr.) [cm ²] =	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0
campo controvento =	contr1	contr2	contr3	contr4	contr5	contr6	contr7	contr8	contr9
α gradi =	26.57	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	26.57
α radianti =	0.46	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.46
Taglio da Mt + T da vento (daN) =	162085	140367	118650	96932	96932	118650	140367	162085	172943
Si considera l'asta compressa?	no								
N _{diagonale} (daN) =	181216	198509	167796	137083	137083	167796	198509	229222	193357
N _{pannone} (daN) =	0	0	0	0	0	0	0	0	0
diagonale profilo	L 150 x 15	L 150 x 15	L 150 x 12	L 150 x 15	L 150 x 15	L 150 x 15			
tipo profilo	E	E	E	E	E	E	E	E	E
spessore	1.5	1.5	1.2	1.2	1.2	1.2	1.5	1.5	1.5
sp piatto	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2	2	2	2.2
Lunghezza asta (cm) =	671	849	849	849	849	849	849	849	671
Area [cm ²] =	86.04	86.04	69.66	69.66	69.66	69.66	86.04	86.04	86.04

contr1			contr2			contr3		
numero diaframma		contr1	numero diaframma		contr2	numero diaframma		contr3
181,216	1	SLU	198,509		SLU	167,796		SLU
		SLE combo			SLE combo			SLE combo
134,234		SLE variabile	147,044		SLE variabile	124,293		SLE variabile
N° BULLONI GIUNZIONE =	8		N° BULLONI GIUNZIONE =	8		N° BULLONI GIUNZIONE =	7	
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE			TRAZIONE			TRAZIONE		
STRAPPO			STRAPPO			STRAPPO		
bullonatura	29.5	cm	bullonatura	32.4	cm	bullonatura	29.1	cm
lunghezza dell'asta	671	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 12	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	34.83	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.12	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.12	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	70	cm²
J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,474	cm⁴
J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	3,372	cm⁴
J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	3,372	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,474	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.2	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	641	641	L0 =	816	816	L0 =	819	819
i_min [cm] =	4.6	7.0	i_min [cm] =	4.6	7.0	i_min [cm] =	4.6	7.0
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	69.0	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	140.4	91.2	λ geometrica =	178.6	116.0	λ geometrica =	178.1	117.8
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	90516	214617	Ncr [DaN] =	55,893	132525.0	Ncr [DaN] =	45,492	104081.9
λ [^] =	1.837	1.2	λ [^] =	2.338	1.5	λ [^] =	2.332	1.5
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	2.466	1.4	Φ =	3.596	1.9	Φ =	3.580	1.9
χ =	0.243	0.5	χ =	0.158	0.3	χ =	0.159	0.3
Nb,Rd [daN] =	67,561	133825.8	Nb,Rd [daN] =	43,880	93198.8	Nb,Rd [daN] =	35,699	73610.7
Nb,Ed [daN] =	181,216	181216.0	Nb,Ed [daN] =	198,509	198509.0	Nb,Ed [daN] =	167,796	167795.7
NEd/NRd [daN] =	2.682	1.354	NEd/NRd [daN] =	4.524	2.130	NEd/NRd [daN] =	4.700	2.280
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	63	cm ²
Nt,Rd =	287,297	DaN	Nt,Rd =	287,297	DaN	Nt,Rd =	232,878	DaN
β =	0.50		β =	0.50		β =	0.50	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	181,216	DaN	Nt,Ed =	198,509	DaN	Nt,Ed =	167,796	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.631		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.691		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.721	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	60	60	e1 [mm]	60	60
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	60	60	p1 [mm]	66	70	p1 [mm]	66	70
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	60	60	p2 [mm]	66	63	p2 [mm]	66	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	67	67	L [mm]	74	72	L [mm]	74	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	6	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni	n° min taglio =	5	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.2	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
aest =	0.71	0.71	aest =	0.77	0.77	aest =	0.77	0.77
aınt =	0.61	0.61	aınt =	0.70	0.67	aınt =	0.70	0.67
kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18
kınt =	1.91	1.53	kınt =	2.27	2.07	kınt =	2.27	2.07
Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092	Fb, Rd (bordo) [DaN]	36,074	49,192	Fb, Rd (bordo) [DaN]	36,074	39,353
Fb, Rd (interni) [DaN]	25,128	27,432	Fb, Rd (interni) [DaN]	34,086	40,968	Fb, Rd (interni) [DaN]	34,086	32,774
F Rd,rifollamento =	25,128	DaN	F Rd,rifollamento =	34,086	DaN	F Rd,rifollamento =	32,774	DaN
n° min rifollamento =	8	minimo su piastr	n° min rifollamento =	6	minimo su piastr	n° min rifollamento =	6	minimo su profilo
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	134,234	DaN	Nt,Ed =	147,044	DaN	Nt,Ed =	124,293	DaN
n° min attrito =	7		n° min attrito =	8		n° min attrito =	7	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	36.2	cm2	A _{nv,piatto}	36.2	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	326,225	DaN	V _{Rd,piatto}	326,225	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	49.4	cm2	A _{nv,profilo}	49.4	cm2	A _{nv,profilo}	27.1	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	16.1	cm2
V _{Rd,profilo}	388,393	DaN	V _{Rd,profilo}	388,393	DaN	V _{Rd,profilo}	286,588	DaN
N _{trazione,max}	134,234	DaN	N _{trazione,max}	147,044	DaN	N _{trazione,max}	124,293	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.411		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.451		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.434	

contr4			contr5			contr6		
numero diaframma	contr4		numero diaframma	contr5		numero diaframma	contr6	
137,083	SLU		137,083	SLU		167,796	SLU	
	SLE combo			SLE combo			SLE combo	
101,543	SLE variabile		101,543	SLE variabile		124,293	SLE variabile	
N° BULLONI GIUNZIONE =	6		N° BULLONI GIUNZIONE =	6		N° BULLONI GIUNZIONE =	7	
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE	OK	0.589	TRAZIONE	OK	0.589	TRAZIONE	OK	0.721
STRAPPO	OK	0.354	STRAPPO	OK	0.354	STRAPPO	OK	0.450
bullonatura	25.8	cm	bullonatura	25.8	cm	bullonatura	29.1	cm
lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 12		profilo	L 150 x 12		profilo	L 150 x 12	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	34.83	cm ²	A (singolo profilo) =	34.83	cm ²	A (singolo profilo) =	34.83	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.12	cm	e _x (singolo profilo) =	4.12	cm	e _x (singolo profilo) =	4.12	cm
e _y (singolo profilo) =	4.12	cm	e _y (singolo profilo) =	4.12	cm	e _y (singolo profilo) =	4.12	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	736.90	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	70	cm²	A (composizione) =	70	cm²	A (composizione) =	70	cm²
J_x (composizione) =	1,474	cm⁴	J_x (composizione) =	1,474	cm⁴	J_x (composizione) =	1,474	cm⁴
J_y (composizione) =	3,372	cm⁴	J_y (composizione) =	3,372	cm⁴	J_y (composizione) =	3,300	cm⁴
J_{max} (composizione) =	3,372	cm⁴	J_{max} (composizione) =	3,372	cm⁴	J_{max} (composizione) =	3,300	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,474	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,474	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,474	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2	cm
Sp. profilo =	1.2	cm	Sp. profilo =	1.2	cm	Sp. profilo =	1.2	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	823	823	L0 =	823	823	L0 =	819	819
i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	6.9
passo imbottiture =	69.0	cm	passo imbottiture =	69.0	cm	passo imbottiture =	69.0	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	178.9	118.3	λ geometrica =	178.9	118.3	λ geometrica =	178.1	119.1
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	45,128	103248.6	Ncr [DaN] =	45,128	103248.6	Ncr [DaN] =	45,492	101858.5
λ ^a =	2.341	1.5	λ ^a =	2.341	1.5	λ ^a =	2.332	1.6
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	3.604	1.9	Φ =	3.604	1.9	Φ =	3.580	1.9
χ =	0.158	0.3	χ =	0.158	0.3	χ =	0.159	0.3
Nb,Rd [daN] =	35,437	73128.3	Nb,Rd [daN] =	35,437	73128.3	Nb,Rd [daN] =	35,699	72320.0
Nb,Ed [daN] =	137,083	137082.5	Nb,Ed [daN] =	137,083	137082.5	Nb,Ed [daN] =	167,796	167795.7
NEd/NRd [daN] =	3.868	1.875	NEd/NRd [daN] =	3.868	1.875	NEd/NRd [daN] =	4.700	2.320
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	63	cm ²	A _{net} =	63	cm ²	A _{net} =	63	cm ²
Nt,Rd =	232,878	DaN	Nt,Rd =	232,878	DaN	Nt,Rd =	232,878	DaN
β =	0.50		β =	0.5031		β =	0.5031	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	137,083	DaN	Nt,Ed =	137,083	DaN	Nt,Ed =	167,796	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.589		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.589		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.721	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	60	60	e1 [mm]	60	60	e1 [mm]	60	60
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	66	70	p1 [mm]	66	70	p1 [mm]	66	70
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	66	63	p2 [mm]	66	63	p2 [mm]	66	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	74	72	L [mm]	74	72	L [mm]	74	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	4	bulloni	n° min taglio =	4	bulloni	n° min taglio =	5	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2	cm
profilo	1.2	cm	profilo	1.2	cm	profilo	1.2	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
aest =	0.77	0.77	aest =	0.77	0.77	aest =	0.77	0.77
aınt =	0.70	0.67	aınt =	0.70	0.67	aınt =	0.70	0.67
kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18
kınt =	2.27	2.07	kınt =	2.27	2.07	kınt =	2.27	2.07
Fb, Rd (bordo) [DaN]	36,074	39,353	Fb, Rd (bordo) [DaN]	36,074	39,353	Fb, Rd (bordo) [DaN]	32,795	39,353
Fb, Rd (interni) [DaN]	34,086	32,774	Fb, Rd (interni) [DaN]	34,086	32,774	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,988	32,774
F Rd,rifollamento =	32,774	DaN	F Rd,rifollamento =	32,774	DaN	F Rd,rifollamento =	30,988	DaN
n° min rifollamento =	5	minimo su profilo	n° min rifollamento =	5	minimo su profilo	n° min rifollamento =	6	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	101,543	DaN	Nt,Ed =	101,543	DaN	Nt,Ed =	124,293	DaN
n° min attrito =	6		n° min attrito =	6		n° min attrito =	7	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	22.6	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	16.1	cm2
V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	276,462	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	27.1	cm2	A _{nv,profilo}	27.1	cm2	A _{nv,profilo}	27.1	cm2
A _{nt,profilo}	16.1	cm2	A _{nt,profilo}	16.1	cm2	A _{nt,profilo}	16.1	cm2
V _{Rd,profilo}	286,588	DaN	V _{Rd,profilo}	286,588	DaN	V _{Rd,profilo}	286,588	DaN
N _{trazione,max}	101,543	DaN	N _{trazione,max}	101,543	DaN	N _{trazione,max}	124,293	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.354		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.354		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.450	

contr7			contr8			contr9		
numero diaframma	contr7		numero diaframma	contr8		numero diaframma	contr9	
198,509	SLU		229,222	SLU		193,357	SLU	
	SLE combo			SLE combo			SLE combo	
147,044	SLE variabile		169,794	SLE variabile		143,227	SLE variabile	
N° BULLONI GUNZIONE =	8		N° BULLONI GUNZIONE =	9		N° BULLONI GUNZIONE =	8	
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE	OK	0.691	TRAZIONE	OK	0.798	TRAZIONE	OK	0.673
STRAPPO	OK	0.532	STRAPPO	OK	0.614	STRAPPO	OK	0.471
bullonatura	32.4	cm	bullonatura	35.7	cm	bullonatura	32.4	cm
lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	671	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86	cm ²	A (composizione) =	86	cm ²	A (composizione) =	86	cm ²
J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴
J _y (composizione) =	4,168	cm ⁴	J _y (composizione) =	4,168	cm ⁴	J _y (composizione) =	4,259	cm ⁴
J _{max} (composizione) =	4,168	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	4,168	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	4,259	cm ⁴
J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴
Sp. piatto collegamento =	2	cm	Sp. piatto collegamento =	2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	816	816	L0 =	813	813	L0 =	638	638
i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	178.6	117.3	λ geometrica =	177.9	116.8	λ geometrica =	139.7	90.7
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	55,893	129687.0	Ncr [DaN] =	56,348	130742.2	Ncr [DaN] =	91,340	216571.3
λ ^Λ =	2.338	1.5	λ ^Λ =	2.328	1.5	λ ^Λ =	1.829	1.2
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	3.596	1.9	Φ =	3.572	1.9	Φ =	2.449	1.4
χ =	0.158	0.3	χ =	0.159	0.3	χ =	0.245	0.5
Nb,Rd [daN] =	43,880	91572.2	Nb,Rd [daN] =	44,207	92178.7	Nb,Rd [daN] =	68,096	134647.3
Nb,Ed [daN] =	198,509	198509.0	Nb,Ed [daN] =	229,222	229222.2	Nb,Ed [daN] =	193,357	193356.5
NEd/NRd [daN] =	4.524	2.168	NEd/NRd [daN] =	5.185	2.487	NEd/NRd [daN] =	2.839	1.436
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	78	cm ²
Nt,Rd =	287,297	DaN	Nt,Rd =	287,297	DaN	Nt,Rd =	287,297	DaN
β =	0.5031		β =	0.5031		β =	0.5031	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	198,509	DaN	Nt,Ed =	229,222	DaN	Nt,Ed =	193,357	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.691		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.798		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.673	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	60	60	e1 [mm]	60	60	e1 [mm]	60	60
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	66	70	p1 [mm]	66	70	p1 [mm]	66	70
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	66	63	p2 [mm]	66	63	p2 [mm]	66	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	74	72	L [mm]	74	72	L [mm]	74	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	6	bulloni	n° min taglio =	7	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2	cm	piastra	2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
aest =	0.77	0.77	aest =	0.77	0.77	aest =	0.77	0.77
cint =	0.70	0.67	cint =	0.70	0.67	cint =	0.70	0.67
kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18
kint =	2.27	2.07	kint =	2.27	2.07	kint =	2.27	2.07
Fb, Rd (bordo) [DaN]	32,795	49,192	Fb, Rd (bordo) [DaN]	32,795	49,192	Fb, Rd (bordo) [DaN]	36,074	49,192
Fb, Rd (interni) [DaN]	30,988	40,968	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,988	40,968	Fb, Rd (interni) [DaN]	34,086	40,968
F Rd, rifollamento =	30,988	DaN	F Rd, rifollamento =	30,988	DaN	F Rd, rifollamento =	34,086	DaN
n° min rifollamento =	7	minimo su piastra	n° min rifollamento =	8	minimo su piastra	n° min rifollamento =	6	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B	Verifica agli =	SLE	categoria B
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	147,044	DaN	Nt,Ed =	169,794	DaN	Nt,Ed =	143,227	DaN
n° min attrito =	8		n° min attrito =	9		n° min attrito =	8	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	22.6	cm2	A _{nv,piatto}	22.6	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	16.1	cm2	A _{nt,piatto}	16.1	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	276,462	DaN	V _{Rd,piatto}	276,462	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2
V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN
N _{razione,max}	147,044	DaN	N _{razione,max}	169,794	DaN	N _{razione,max}	143,227	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.532		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.614		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.471	

12.2.2 Campata P1-P2

diaf		d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22
passo diaf		3	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	3	6
x		0	3	9	15	21	27	33	39	45	51	57	63	69	72
		72	69	63	57	51	45	39	33	27	21	15	9	3	0
		OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK	OK
carico distribuito [t]	V2-q1b	97.20	93.15	85.05	76.95	68.85	60.75	52.65	44.55	36.45	28.35	20.25	12.15	4.05	0.00
	V2-q2b	27.00	25.88	23.63	21.38	19.13	16.88	14.63	12.38	10.13	7.88	5.63	3.38	1.13	0.00
	V2-q2b	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
carico concentrato [t]	x1	0.00	3.00	9.00	15.00	21.00	27.00	33.00	39.00	45.00	51.00	57.00	63.00	69.00	72.00
	V1-q1*colonna	30.00	28.75	26.25	23.75	21.25	18.75	16.25	13.75	11.25	8.75	6.25	3.75	1.25	0.00
	V1-q2*colonna	20.00	19.17	17.50	15.83	14.17	12.50	10.83	9.17	7.50	5.83	4.17	2.50	0.83	0.00
	V1-q3*colonna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	x2	1.20	4.20	10.20	16.20	22.20	28.20	34.20	40.20	46.20	52.20	58.20	64.20	70.20	72.00
	V1-q1*colonna	29.50	28.25	25.75	23.25	20.75	18.25	15.75	13.25	10.75	8.25	5.75	3.25	0.75	0.00
V1-q2*colonna	19.67	18.83	17.17	15.50	13.83	12.17	10.50	8.83	7.17	5.50	3.83	2.17	0.50	0.00	
V1-q3*colonna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TAGLI TOTALI [t]	V 1*colonna	156.70	150.15	137.05	123.95	110.85	97.75	84.65	71.55	58.45	45.35	32.25	19.15	6.05	0.00
	V 2*colonna	66.67	63.88	58.29	52.71	47.13	41.54	35.96	30.38	24.79	19.21	13.62	8.04	2.45	0.00
	V 3*colonna	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
MOMENTI TORCENTI [tm]	C:	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22
	Mt mobili (tm)	637.6	611.0	557.7	504.3	451.0	397.7	344.4	291.1	237.8	184.5	131.2	77.9	24.6	0.0
	Mt p (t m)	144.0	138.0	126.0	114.0	102.0	90.0	78.0	66.0	54.0	42.0	30.0	18.0	6.0	0.0
	Mt pp (t m)	54.0	51.8	47.3	42.8	38.3	33.8	29.3	24.8	20.3	15.8	11.3	6.8	2.3	0.0
	Mt vento (tm)	94.2	90.3	82.4	74.6	66.7	58.9	51.0	43.1	35.2	27.3	19.4	11.5	3.6	0.0
MOMENTI TORCENTI SLU [tm]	C:	d9	d10	d11	d12	d13	d14	d15	d16	d17	d18	d19	d20	d21	d22
	Mt mobili (tm)	860.8	824.8	752.8	680.9	608.9	536.9	464.9	392.9	320.9	248.9	176.9	104.9	32.9	0.0
	Mt p (t m)	194.4	186.3	170.1	153.9	137.7	121.5	105.3	89.1	72.9	56.7	40.5	24.3	8.1	0.0
	Mt pp (t m)	72.9	69.9	63.8	57.7	51.6	45.6	39.5	33.4	27.3	21.2	15.1	9.0	2.9	0.0
	Mt vento (tm)	84.8	81.2	74.2	67.1	60.0	53.0	45.9	38.8	31.7	24.6	17.5	10.4	3.3	0.0
Mt totale (tm)	1212.9	1162.2	1060.9	959.6	858.3	757.0	655.7	554.4	453.1	351.8	250.5	149.2	48.0	0.0	

Campo Controvento:		contr10	contr11	contr12	contr13	contr14	contr15	contr16	contr17	contr18	contr19	contr20	contr21	contr22
Concio:		6	6	7	8	9	9	10	10	11	11	12	13	15
Controvento:		tipo C												
l _{sup} [cm] =		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
l _{inf} [cm] =		600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600
h [cm] =		270	270	270	270	270	270	270	270	270	320	374	400	
inclinazione anima θ[rad] =		0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
interasse diaframmi [cm] =		300	600	600	600	600	600	600	600	600	600	600	300	
Q (area diafr.) [cm ²] =		162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	162000.0	192000.0	224400.0	240000.0
campo controvento =		contr10	contr11	contr12	contr13	contr14	contr15	contr16	contr17	contr18	contr19	contr20	contr21	contr22
α gradi =		26.57	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	45.00	26.57
α radianti =		0.46	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.79	0.46
Taglio da Mt + T da vento (daN) =		215223	196462	177701	158940	140178	121417	121417	140178	158940	177701	165765	155375	151608
Si considera l'asta compressa?		no												
N _{diagonale} (daN) =		240627	277839	251307	224775	198242	171710	171710	198242	224775	251307	234427	219734	169503
N _{puntone} (daN) =		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
diagonale profilo		L 150 x 15	L 180 x 15	L 180 x 15	L 120 x 12	L 180 x 15								
tipo profilo		E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
spessore		1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.2	1.5
sp piatto		2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2
Lunghezza asta (cm) =		671	849	849	849	849	849	849	849	849	849	849	849	671
Area [cm ²] =		86.04	86.04	86.04	86.04	86.04	86.04	86.04	86.04	86.04	104.2	104.2	55.08	104.2

contr10			contr11			contr12		
numero diaframma		contr10	numero diaframma		contr11	numero diaframma		contr12
240,627	10	SLU	277,839		SLU	251,307		SLU
		SLE combo			SLE combo			SLE combo
178,242		SLE variabile	205,807		SLE variabile	186,153		SLE variabile
N° BULLONI GIUNZIONE =	10		N° BULLONI GIUNZIONE =	11		N° BULLONI GIUNZIONE =	10	
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE			TRAZIONE			TRAZIONE		
STRAPPO			STRAPPO			STRAPPO		
	OK	0.838		OK	0.960		OK	0.868
	OK	0.546		OK	0.631		OK	0.612
bullonatura	35.5	cm	bullonatura	42.9	cm	bullonatura	39.5	cm
lunghezza dell'asta	671	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>			<i>Due angolari accoppiati orizzontalmente</i>		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	86	cm²
J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴
J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	4,259	cm⁴
J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	635	635	L0 =	806	806	L0 =	809	809
i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	139.0	90.3	λ geometrica =	176.3	114.5	λ geometrica =	177.1	115.0
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
N _{cr} [DaN] =	92233	218690	N _{cr} [DaN] =	57,359	136002.0	N _{cr} [DaN] =	56,878	134861.2
λ [*] =	1.820	1.2	λ [*] =	2.308	1.5	λ [*] =	2.317	1.5
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	2.431	1.4	Φ =	3.521	1.8	Φ =	3.545	1.9
χ =	0.247	0.5	χ =	0.162	0.3	χ =	0.161	0.3
N _{b,Rd} [daN] =	68,675	135530.7	N _{b,Rd} [daN] =	44,931	95170.9	N _{b,Rd} [daN] =	44,587	94526.4
N _{b,Ed} [daN] =	240,627	240627.1	N _{b,Ed} [daN] =	277,839	277839.4	N _{b,Ed} [daN] =	251,307	251307.0
NEd/NRd [daN] =	3.504	1.775	NEd/NRd [daN] =	6.184	2.919	NEd/NRd [daN] =	5.636	2.659
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.4	cm	Φ foro =	2.4	cm
A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	79	cm ²	A _{net} =	79	cm ²
N _{t,Rd} =	287,297	DaN	N _{t,Rd} =	289,500	DaN	N _{t,Rd} =	289,500	DaN
β =	0.50		β =	0.53		β =	0.53	
N _{t,Rd} prof ad L =	--	DaN	N _{t,Rd} prof ad L =	--	DaN	N _{t,Rd} prof ad L =	--	DaN
N _{t,Ed} =	240,627	DaN	N _{t,Ed} =	277,839	DaN	N _{t,Ed} =	251,307	DaN
N _{t,Ed} /N _{t,Rd} =	0.838		N _{t,Ed} /N _{t,Rd} =	0.960		N _{t,Ed} /N _{t,Rd} =	0.868	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	60	60	p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	60	60	p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	67	67	L [mm]	72	72	L [mm]	72	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	7	bulloni	n° min taglio =	8	bulloni	n° min taglio =	7	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
αest =	0.71	0.71	αest =	0.76	0.76	αest =	0.76	0.76
αint =	0.61	0.61	αint =	0.74	0.74	αint =	0.74	0.74
kest =	2.18	2.18	kest =	2.50	2.50	kest =	2.50	2.50
kint =	1.91	1.53	kint =	2.48	2.27	kint =	2.48	2.27
Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092	Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100	Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100
Fb, Rd (interni) [DaN]	25,128	27,432	Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559	Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559
F Rd,rifollamento =	25,128	DaN	F Rd,rifollamento =	39,700	DaN	F Rd,rifollamento =	39,700	DaN
n° min rifollamento =	10	minimo su piastr	n° min rifollamento =	7	minimo su piastr	n° min rifollamento =	7	minimo su piastr
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	178,242	DaN	Nt,Ed =	205,807	DaN	Nt,Ed =	186,153	DaN
n° min attrito =	9		n° min attrito =	11		n° min attrito =	10	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	36.2	cm2	A _{nv,piatto}	36.2	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	326,225	DaN	V _{Rd,piatto}	326,225	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	16.5	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	49.4	cm2	A _{nv,profilo}	49.4	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2
V _{Rd,profilo}	388,393	DaN	V _{Rd,profilo}	388,393	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN
N _{trazione,max}	178,242	DaN	N _{trazione,max}	205,807	DaN	N _{trazione,max}	186,153	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.546		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.631		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.612	

contr13			contr14			contr15		
numero diaframma	contr13		numero diaframma	contr14		numero diaframma	contr15	
224,775	SLU		198,242	SLU		198,242	SLU	
	SLE combo			SLE combo			SLE combo	
166,500	SLE variabile		146,846	SLE variabile		146,846	SLE variabile	
N° BULLONI GIUNZIONE =	9		N° BULLONI GIUNZIONE =	8		N° BULLONI GIUNZIONE =	8	
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE	OK	0.776	TRAZIONE	OK	0.685	TRAZIONE	OK	0.685
STRAPPO	OK	0.548	STRAPPO	OK	0.483	STRAPPO	OK	0.483
bullonatura	36.1	cm	bullonatura	32.7	cm	bullonatura	32.7	cm
lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm
Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera		Tipo di vincolo asta	entrambi i vincoli a cerniera	
profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15		profilo	L 150 x 15	
Tipo composizione	E		Tipo composizione	E		Tipo composizione	E	
Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	86	cm²	A (composizione) =	86	cm²
J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴	J_x (composizione) =	1,796	cm⁴
J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	4,259	cm⁴	J_y (composizione) =	4,259	cm⁴
J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴	J_{max} (composizione) =	4,259	cm⁴
J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴	J_{min} (composizione) =	1,796	cm⁴
Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
	piano XX	piano YY		piano XX	piano YY		piano XX	piano YY
L0 =	812	812	L0 =	816	816	L0 =	816	816
i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	177.8	115.5	λ geometrica =	178.6	116.0	λ geometrica =	178.6	116.0
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	56,403	133734.8	Ncr [DaN] =	55,934	132622.5	Ncr [DaN] =	55,934	132622.5
λ ^a =	2.327	1.5	λ ^a =	2.337	1.5	λ ^a =	2.337	1.5
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	3.569	1.9	Φ =	3.594	1.9	Φ =	3.594	1.9
χ =	0.159	0.3	χ =	0.158	0.3	χ =	0.158	0.3
Nb,Rd [daN] =	44,247	93887.5	Nb,Rd [daN] =	43,910	93254.4	Nb,Rd [daN] =	43,910	93254.4
Nb,Ed [daN] =	224,775	224774.5	Nb,Ed [daN] =	198,242	198242.1	Nb,Ed [daN] =	198,242	198242.1
NEd/NRd [daN] =	5.080	2.394	NEd/NRd [daN] =	4.515	2.126	NEd/NRd [daN] =	4.515	2.126
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.4	cm	Φ foro =	2.4	cm	Φ foro =	2.4	cm
A _{net} =	79	cm ²	A _{net} =	79	cm ²	A _{net} =	79	cm ²
Nt,Rd =	289,500	DaN	Nt,Rd =	289,500	DaN	Nt,Rd =	289,500	DaN
β =	0.53		β =	0.5267		β =	0.5267	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	224,775	DaN	Nt,Ed =	198,242	DaN	Nt,Ed =	198,242	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.776		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.685		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.685	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	72	72	L [mm]	72	72	L [mm]	72	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	7	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
αest =	0.76	0.76	αest =	0.76	0.76	αest =	0.76	0.76
αint =	0.74	0.74	αint =	0.74	0.74	αint =	0.74	0.74
kest =	2.50	2.50	kest =	2.50	2.50	kest =	2.50	2.50
kint =	2.48	2.27	kint =	2.48	2.27	kint =	2.48	2.27
Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100	Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100	Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100
Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559	Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559	Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559
F Rd,rifollamento =	39,700	DaN	F Rd,rifollamento =	39,700	DaN	F Rd,rifollamento =	39,700	DaN
n° min rifollamento =	6	minimo su piastra	n° min rifollamento =	5	minimo su piastra	n° min rifollamento =	5	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	166,500	DaN	Nt,Ed =	146,846	DaN	Nt,Ed =	146,846	DaN
n° min attrito =	9		n° min attrito =	8		n° min attrito =	8	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2
V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN
N _{trazione,max}	166,500	DaN	N _{trazione,max}	146,846	DaN	N _{trazione,max}	146,846	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.548		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.483		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.483	

contr16			contr17			contr18		
numero diaframma		contr16	numero diaframma		contr17	numero diaframma		contr18
171,710		SLU	198,242		SLU	224,775		SLU
		SLE combo			SLE combo			SLE combo
127,192		SLE variabile	146,846		SLE variabile	166,500		SLE variabile
N° BULLONI GUNZIONE = 7			N° BULLONI GUNZIONE = 8			N° BULLONI GUNZIONE = 9		
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE		OK 0.593	TRAZIONE		OK 0.690	TRAZIONE		OK 0.782
STRAPPO		OK 0.418	STRAPPO		OK 0.483	STRAPPO		OK 0.548
bullonatura	29.3	cm	bullonatura	32.7	cm	bullonatura	36.1	cm
lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm	lunghezza dell'asta	849	cm
Tipo di vincolo asta		entrambi i vincoli a cerniera	Tipo di vincolo asta		entrambi i vincoli a cerniera	Tipo di vincolo asta		entrambi i vincoli a cerniera
profilo		L 150 x 15	profilo		L 150 x 15	profilo		L 150 x 15
Tipo composizione		E	Tipo composizione		E	Tipo composizione		E
Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente		
A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²	A (singolo profilo) =	43.02	cm ²
e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm	e _x (singolo profilo) =	4.25	cm
e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm	e _y (singolo profilo) =	4.25	cm
u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm	u (singolo profilo) =		cm
v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm	v (singolo profilo) =		cm
J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _x (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴	J _y (singolo profilo) =	898.10	cm ⁴
J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{max} (singolo profilo) =		cm ⁴
J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴	J _{min} (singolo profilo) =		cm ⁴
A (composizione) =	86	cm ²	A (composizione) =	86	cm ²	A (composizione) =	86	cm ²
J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _x (composizione) =	1,796	cm ⁴
J _y (composizione) =	4,259	cm ⁴	J _y (composizione) =	4,259	cm ⁴	J _y (composizione) =	4,259	cm ⁴
J _{max} (composizione) =	4,259	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	4,259	cm ⁴	J _{max} (composizione) =	4,259	cm ⁴
J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴	J _{min} (composizione) =	1,796	cm ⁴
Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm	Sp. piatto collegamento =	2.2	cm
Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm	Sp. profilo =	1.5	cm
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
		piano XX			piano XX			piano XX
		piano YY			piano YY			piano YY
L0 =	819	819	L0 =	816	816	L0 =	812	812
i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0	i _{min} [cm] =	4.6	7.0
passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm	passo imbottiture =	68.5	cm
β =	1	1	β =	1	1	β =	1	1
λ geometrica =	179.3	116.4	λ geometrica =	178.6	116.0	λ geometrica =	177.8	115.5
f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550	f _y [DaN/cm ²] =	3550	3550
Ncr [DaN] =	55,471	131523.9	Ncr [DaN] =	55,934	132622.5	Ncr [DaN] =	56,403	133734.8
λ ^Λ =	2.347	1.5	λ ^Λ =	2.337	1.5	λ ^Λ =	2.327	1.5
Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b	Curva instabilità	b	b
α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34	α =	0.34	0.34
Φ =	3.618	1.9	Φ =	3.594	1.9	Φ =	3.569	1.9
χ =	0.157	0.3	χ =	0.158	0.3	χ =	0.159	0.3
Nb,Rd [daN] =	43,577	92626.7	Nb,Rd [daN] =	43,910	93254.4	Nb,Rd [daN] =	44,247	93887.5
Nb,Ed [daN] =	171,710	171709.6	Nb,Ed [daN] =	198,242	198242.1	Nb,Ed [daN] =	224,775	224774.5
NEd/NRd [daN] =	3.940	1.854	NEd/NRd [daN] =	4.515	2.126	NEd/NRd [daN] =	5.080	2.394
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori =	2		n° fori =	2		n° fori =	2	
bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm	bulloni M	24	mm
gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC	gioco foro bullone	2	NTC
Φ foro =	2.4	cm	Φ foro =	2.6	cm	Φ foro =	2.6	cm
A _{net} =	79	cm ²	A _{net} =	78	cm ²	A _{net} =	78	cm ²
Nt,Rd =	289,500	DaN	Nt,Rd =	287,297	DaN	Nt,Rd =	287,297	DaN
β =	0.5267		β =	0.5092		β =	0.5092	
Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN	Nt,Rd prof ad L =	--	DaN
Nt,Ed =	171,710	DaN	Nt,Ed =	198,242	DaN	Nt,Ed =	224,775	DaN
Nt,Ed/Nt,Rd =	0.593		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.690		Nt,Ed/Nt,Rd =	0.782	

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	72	72	L [mm]	72	72	L [mm]	72	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	5	bulloni	n° min taglio =	6	bulloni	n° min taglio =	7	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
n bulloni	2		n bulloni	2		n bulloni	2	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
aest =	0.76	0.76	aest =	0.71	0.71	aest =	0.71	0.71
cint =	0.74	0.74	cint =	0.67	0.67	cint =	0.67	0.67
kest =	2.50	2.50	kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18
kint =	2.48	2.27	kint =	2.15	1.96	kint =	2.15	1.96
Fb, Rd (bordo) [DaN]	41,140	56,100	Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092	Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092
Fb, Rd (interni) [DaN]	39,700	49,559	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,999	38,481	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,999	38,481
F Rd, rifollamento =	39,700	DaN	F Rd, rifollamento =	30,999	DaN	F Rd, rifollamento =	30,999	DaN
n° min rifollamento =	5	minimo su piastra	n° min rifollamento =	7	minimo su piastra	n° min rifollamento =	8	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	127,192	DaN	Nt,Ed =	146,846	DaN	Nt,Ed =	166,500	DaN
n° min attrito =	7		n° min attrito =	8		n° min attrito =	9	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2
V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN
N _{razione,max}	127,192	DaN	N _{razione,max}	146,846	DaN	N _{razione,max}	166,500	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.418		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.483		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.548	

contr19			contr20			contr21		
numero diaframma		contr19	numero diaframma		contr20	numero diaframma		contr21
251,307		SLU	234,427		SLU	219,734		SLU
		SLE combo			SLE combo			SLE combo
186,153		SLE variabile	173,650		SLE variabile	162,766		SLE variabile
N° BULLONI GUNZIONE = 10			N° BULLONI GUNZIONE = 9			N° BULLONI GUNZIONE = 9		
RISULTATI			RISULTATI			RISULTATI		
COMPRESSIONE			COMPRESSIONE			COMPRESSIONE		
TRAZIONE			TRAZIONE			TRAZIONE		
STRAPPO			STRAPPO			STRAPPO		
OK 0.710			OK 0.662			OK 0.621		
OK 0.612			OK 0.571			OK 0.535		
bullonatura 39.5 cm			bullonatura 36.1 cm			bullonatura 66.7 cm		
lunghezza dell'asta 849 cm			lunghezza dell'asta 849 cm			lunghezza dell'asta 849 cm		
Tipo di vincolo asta entrambi i vincoli a cerniera			Tipo di vincolo asta entrambi i vincoli a cerniera			Tipo di vincolo asta entrambi i vincoli a cerniera		
profilo L 180 x 15			profilo L 180 x 15			profilo L 180 x 15		
Tipo composizione E			Tipo composizione E			Tipo composizione E		
Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente			Due angolari accoppiati orizzontalmente		
A (singolo profilo) = 52.10 cm ²			A (singolo profilo) = 52.10 cm ²			A (singolo profilo) = 52.10 cm ²		
e _x (singolo profilo) = 4.98 cm			e _x (singolo profilo) = 4.98 cm			e _x (singolo profilo) = 4.98 cm		
e _y (singolo profilo) = 4.98 cm			e _y (singolo profilo) = 4.98 cm			e _y (singolo profilo) = 4.98 cm		
u (singolo profilo) = cm			u (singolo profilo) = cm			u (singolo profilo) = cm		
v (singolo profilo) = cm			v (singolo profilo) = cm			v (singolo profilo) = cm		
J _x (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴			J _x (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴			J _x (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴		
J _y (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴			J _y (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴			J _y (singolo profilo) = 1590.00 cm ⁴		
J _{max} (singolo profilo) = cm ⁴			J _{max} (singolo profilo) = cm ⁴			J _{max} (singolo profilo) = cm ⁴		
J _{min} (singolo profilo) = cm ⁴			J _{min} (singolo profilo) = cm ⁴			J _{min} (singolo profilo) = cm ⁴		
A (composizione) = 104 cm ²			A (composizione) = 104 cm ²			A (composizione) = 104 cm ²		
J _x (composizione) = 3,180 cm ⁴			J _x (composizione) = 3,180 cm ⁴			J _x (composizione) = 3,180 cm ⁴		
J _y (composizione) = 7,032 cm ⁴			J _y (composizione) = 7,032 cm ⁴			J _y (composizione) = 7,032 cm ⁴		
J _{max} (composizione) = 7,032 cm ⁴			J _{max} (composizione) = 7,032 cm ⁴			J _{max} (composizione) = 7,032 cm ⁴		
J _{min} (composizione) = 3,180 cm ⁴			J _{min} (composizione) = 3,180 cm ⁴			J _{min} (composizione) = 3,180 cm ⁴		
Sp. piatto collegamento = 2.2 cm			Sp. piatto collegamento = 2.2 cm			Sp. piatto collegamento = 2.2 cm		
Sp. profilo = 1.5 cm			Sp. profilo = 1.5 cm			Sp. profilo = 1.5 cm		
Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse			Verifiche di stabilità di aste compresse		
piano XX piano YY			piano XX piano YY			piano XX piano YY		
L0 = 770 770			L0 = 776 776			L0 = 715 715		
i _{min} [cm] = 5.5 8.2			i _{min} [cm] = 5.5 8.2			i _{min} [cm] = 5.5 8.2		
passo imbottiture = 82.9 cm			passo imbottiture = 82.9 cm			passo imbottiture = 82.9 cm		
β = 1 1			β = 1 1			β = 1 1		
λ geometrica = 139.3 93.7			λ geometrica = 140.5 94.5			λ geometrica = 129.5 87.1		
f _y [DaN/cm ²] = 3550 3550			f _y [DaN/cm ²] = 3550 3550			f _y [DaN/cm ²] = 3550 3550		
Ncr [DaN] = 111,301 246117.6			Ncr [DaN] = 109,359 241824.9			Ncr [DaN] = 128,878 284986.3		
λ ^Λ = 1.823 1.2			λ ^Λ = 1.839 1.2			λ ^Λ = 1.694 1.1		
Curva instabilità b b			Curva instabilità b b			Curva instabilità b b		
α = 0.34 0.34			α = 0.34 0.34			α = 0.34 0.34		
Φ = 2.438 1.4			Φ = 2.470 1.4			Φ = 2.189 1.3		
χ = 0.247 0.5			χ = 0.243 0.5			χ = 0.280 0.5		
Nb,Rd [daN] = 82,911 156114.9			Nb,Rd [daN] = 81,651 154206.5			Nb,Rd [daN] = 94,052 172222.3		
Nb,Ed [daN] = 251,307 251307.0			Nb,Ed [daN] = 234,427 234427.0			Nb,Ed [daN] = 219,734 219733.7		
NEd/NRd [daN] = 3.031 1.610			NEd/NRd [daN] = 2.871 1.520			NEd/NRd [daN] = 2.336 1.276		
Verifiche a trazione			Verifiche a trazione			Verifiche a trazione		
n° fori = 2			n° fori = 2			n° fori = 2		
bulloni M 24 mm			bulloni M 24 mm			bulloni M 24 mm		
gioco foro bullone 2 NTC			gioco foro bullone 2 NTC			gioco foro bullone 2 NTC		
Φ foro = 2.6 cm			Φ foro = 2.6 cm			Φ foro = 2.6 cm		
A _{net} = 96 cm ²			A _{net} = 96 cm ²			A _{net} = 96 cm ²		
Nt,Rd = 353,981 DaN			Nt,Rd = 353,981 DaN			Nt,Rd = 353,981 DaN		
β = 0.5092			β = 0.5092			β = 0.5092		
Nt,Rd prof ad L = -- DaN			Nt,Rd prof ad L = -- DaN			Nt,Rd prof ad L = -- DaN		
Nt,Ed = 251,307 DaN			Nt,Ed = 234,427 DaN			Nt,Ed = 219,734 DaN		
Nt,Ed/Nt,Rd = 0.710			Nt,Ed/Nt,Rd = 0.662			Nt,Ed/Nt,Rd = 0.621		

Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio			Verifica di resistenza dei giunti agli SLU a taglio		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9	bulloni M	24	10.9
	profilo	piastra		profilo	piastra		profilo	piastra
e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55	e1 [mm]	55	55
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36	e2 [mm]	36	36
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68	p1 [mm]	68	68
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63	p2 [mm]	63	63
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
L [mm]	72	72	L [mm]	72	72	L [mm]	72	72
	OK	OK		OK	OK		OK	OK
fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2	fub	10000	kg/cm2
Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN	Fv,s Rd	18,096	daN
Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN	Fv,s Rd_tot	36,191	daN
n° min taglio =	7	bulloni	n° min taglio =	7	bulloni	n° min taglio =	7	bulloni
Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo			Verifica a rifollamento piastra e profilo		
numero diaframma			numero diaframma			numero diaframma		
piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm	piastra	2.2	cm
profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm	profilo	1.5	cm
sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm	sp coprigiunto	0	cm
Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce		Disposizione bulloni	quinconce	
	piastra	profilo		piastra	profilo		piastra	profilo
aest =	0.71	0.71	aest =	0.71	0.71	aest =	0.71	0.71
cint =	0.67	0.67	cint =	0.67	0.67	cint =	0.67	0.67
kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18	kest =	2.18	2.18
kint =	2.15	1.96	kint =	2.15	1.96	kint =	2.15	1.96
Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092	Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092	Fb, Rd (bordo) [DaN]	33,068	45,092
Fb, Rd (interni) [DaN]	30,999	38,481	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,999	38,481	Fb, Rd (interni) [DaN]	30,999	38,481
F Rd, rifollamento =	30,999	DaN	F Rd, rifollamento =	30,999	DaN	F Rd, rifollamento =	30,999	DaN
n° min rifollamento =	9	minimo su piastra	n° min rifollamento =	8	minimo su piastra	n° min rifollamento =	8	minimo su piastra
Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito			Verifica di resistenza dei giunti ad attrito		
Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B			Verifica agli = SLE categoria B		
μ	0.45		μ	0.45		μ	0.45	
A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2	A _{res} =	353	mm2
F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN	F _{p,Cd} =	22,464	DaN
F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN	F _{s,Rd} singola superficie =	10,109	DaN
F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN	F _{s,Rd} =	20,217	DaN
Nt,Ed =	186,153	DaN	Nt,Ed =	173,650	DaN	Nt,Ed =	162,766	DaN
n° min attrito =	10		n° min attrito =	9		n° min attrito =	9	
VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)			VERIFICHE a strappo (EC3-1-8 par. 3.10.2)		
Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento			Lato piatto collegamento		
carico	centrato		carico	centrato		carico	centrato	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm	L netta sup. trazione	8.0	cm
A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2	A _{nv,piatto}	24.9	cm2
A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2	A _{nt,piatto}	17.7	cm2
V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN	V _{Rd,piatto}	304,108	DaN
Lato profili			Lato profili			Lato profili		
carico	eccentrico		carico	eccentrico		carico	eccentrico	
L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm	L netta sup. taglio	11.3	cm
L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm	L netta sup. trazione	6.7	cm
A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2	A _{nv,profilo}	33.9	cm2
A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2	A _{nt,profilo}	20.2	cm2
V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN	V _{Rd,profilo}	358,235	DaN
N _{razione,max}	186,153	DaN	N _{razione,max}	173,650	DaN	N _{razione,max}	162,766	DaN
N _{Ed} /V _{Rd} =	0.612		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.571		N _{Ed} /V _{Rd} =	0.535	

13 VERIFICA DI DEFORMABILITÀ E MONTA

Nelle immagini seguenti sono riportati i valori di spostamento verticale massimo sotto carico mobile in combinazione caratteristica:



Figura 17 – Abbassamento della struttura sotto carichi mobili - Tandem [m]

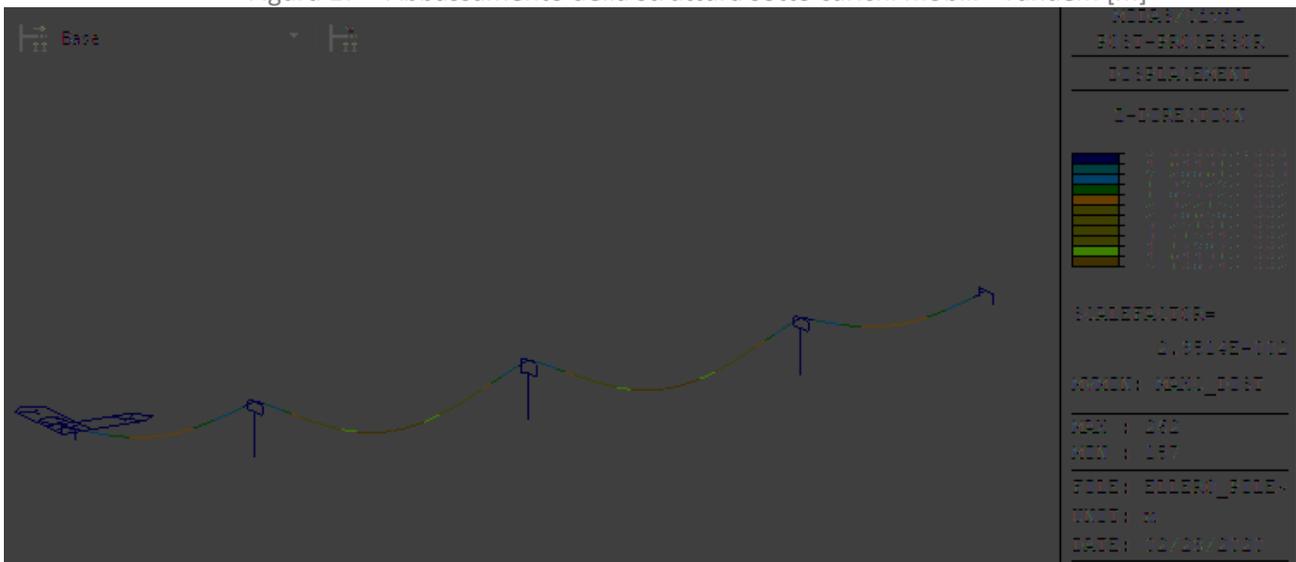
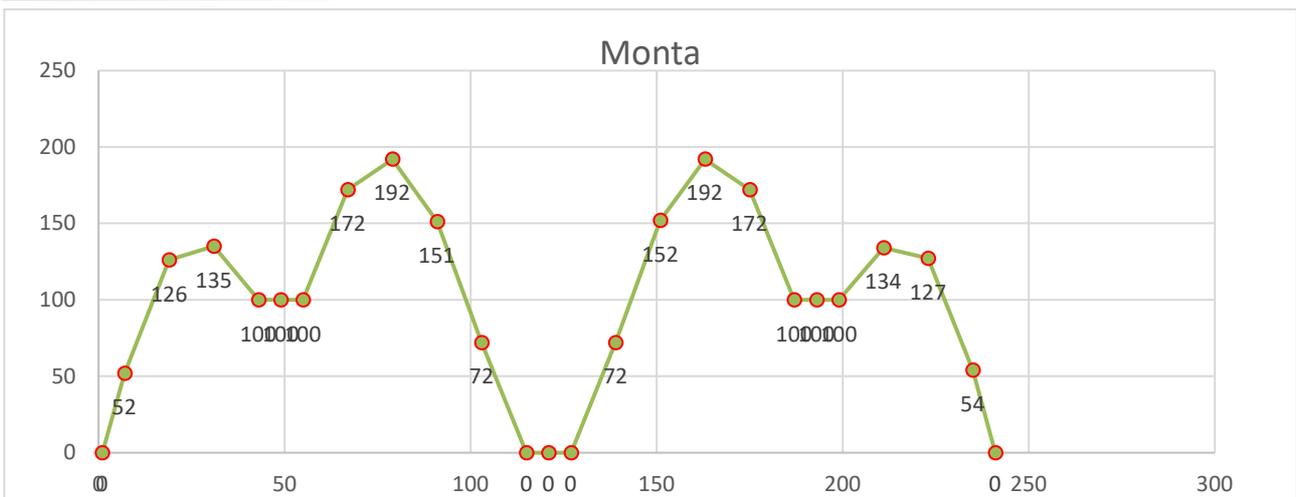


Figura 18 – Abbassamento della struttura sotto carichi mobili - Distribuito [m]

I rapporti Luce/abbassamento sono i seguenti:

Trave: $72000/819 = 879$

La monta è stata calcolata considerando gli effetti deformativi dovuti ai pesi propri, ai carichi permanenti portati ed al 25% degli effetti causati dai carichi mobili. I valori, comprensivi della distorsione imposta, sono riportati nell'elaborato grafico relativo alla carpenteria metallica dell'impalcato.



14 RISULTATI DELLE ANALISI SISMICHE DELL'IMPALCATO

Il sistema di vincolamento risponde adeguatamente alle azioni verticali ed orizzontali consentendo al contempo le dilatazioni termiche sia in condizioni statiche che sismiche.

In corrispondenza delle pile sono previsti dispositivi isolatori elastomerici, mentre sulle spalle sono presenti dispositivi di appoggio multidirezionali oltre a guide trasversali orientate secondo lo sviluppo delle travi. Questa scelta preclude il rischio di movimenti trasversali dei giunti incrementando la vita utile.

Si ha quindi che le azioni trasversali sono ripartite fra spalle e pile, mentre le sollecitazioni longitudinali insistono solo sulle pile con un comportamento, in ogni caso, tale da contenere l'entità delle pur ridotte azioni sismiche.

Le sottostrutture (pile, spalle e fondazioni) sono progettate per rimanere in campo elastico, mentre negli isolatori si concentrano le deformazioni (e, quindi, i fenomeni legati alla dissipazione dell'energia).

Per quanto concerne la definizione delle sollecitazioni indotte dall'azione sismica, si è proceduto eseguendo l'analisi modale e applicando gli spettri di progetto precedentemente definiti, opportunamente smorzati, per periodi superiori a $0.8T_s$, considerando un coefficiente di smorzamento equivalente per il dispositivo pari al 10%.

14.1 Modi di vibrare della struttura

I primi 25 periodi propri di vibrare della struttura sono:

Mode No	Frequency		Period		TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z	
	(rad/sec)	(sec)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
1	2.703329	2.32424	85.09	85.09	0	0	0	0	0	0
2	3.359575	1.870232	0	85.09	69.7	69.71	0	0	0	0
3	7.035241	0.893102	0	85.09	0	69.71	0	0	0	0
4	7.931307	0.7922	0	85.09	0	69.71	0	0	0	0
5	10.69844	0.587299	0	85.09	0	69.71	9.47	9.47	0	0
6	15.22453	0.412702	0	85.09	0	69.71	0	9.47	0	9.47
7	16.17549	0.388439	0	85.09	0	69.71	51.28	60.75	0	60.75
8	17.12884	0.366819	0	85.09	7.78	77.49	0	60.75	0	60.75
9	25.66411	0.244824	0	85.09	0	77.49	0	60.75	0	60.75
10	29.40927	0.213646	0	85.09	0	77.49	0	60.76	0	60.76
11	30.47573	0.20617	0	85.09	0	77.49	0.03	60.79	0	60.79
12	42.08483	0.149298	0	85.09	0	77.49	0	60.79	0	60.79
13	45.98146	0.136646	0	85.09	2.99	80.48	0	60.79	0	60.79
14	46.67519	0.134615	0	85.09	0.04	80.52	0	60.79	0	60.79
15	47.50976	0.13225	0	85.09	0	80.52	0.1	60.89	0	60.89
16	52.14178	0.120502	0	85.09	0	80.53	0	60.89	0	60.89
17	53.82465	0.116734	0	85.09	8.6	89.13	0	60.89	0	60.89
18	54.07705	0.116189	0.05	85.14	0	89.13	0	60.89	0	60.89
19	54.0792	0.116185	9.89	95.03	0	89.13	0	60.89	0	60.89
20	54.08131	0.11618	0	95.03	0	89.13	0.01	60.89	0	60.89
21	54.63947	0.114994	0	95.03	0	89.13	0.01	60.9	0	60.9
22	55.16916	0.113889	0	95.03	0	89.13	10.38	71.28	0	71.28
23	55.40191	0.113411	0	95.03	0.3	89.43	0	71.28	0	71.28
24	65.79033	0.095503	0	95.03	0	89.43	0	71.28	0	71.28
25	78.29956	0.080245	0	95.03	0	89.43	0	71.28	0	71.28

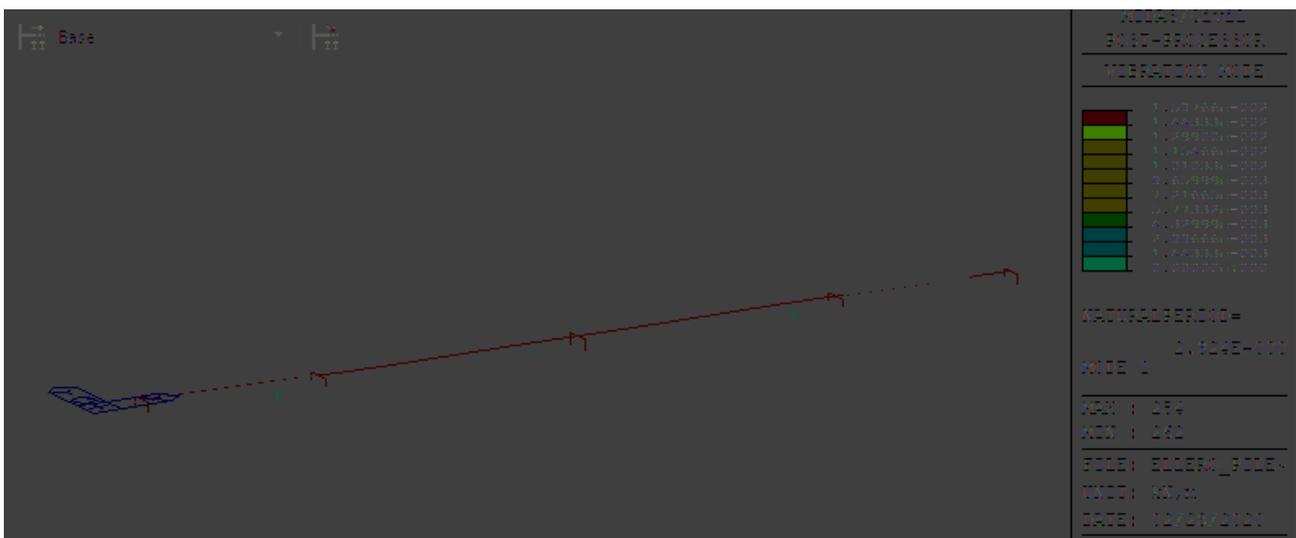


Figura 19 – Modo di vibrare n.1

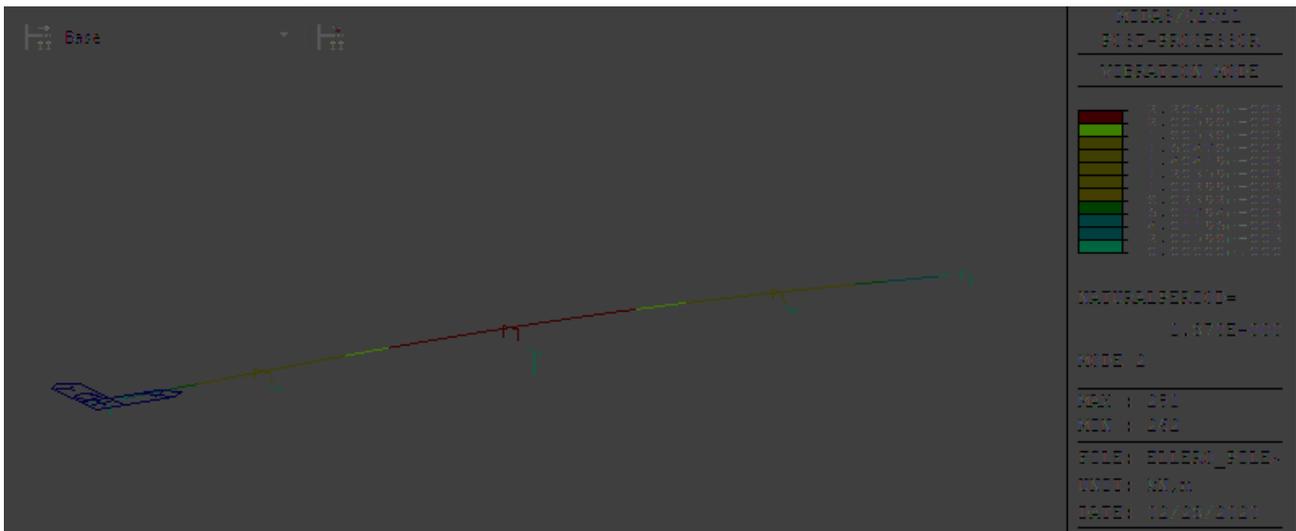


Figura 20 – Modo di vibrare n.2

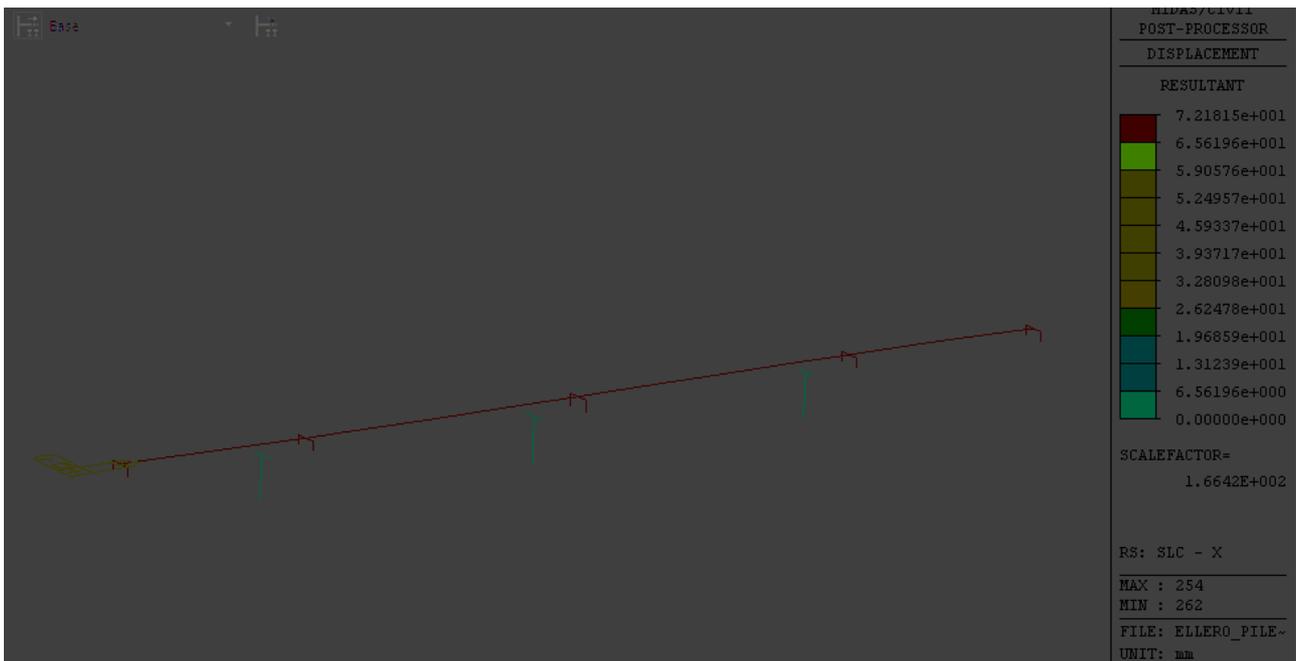


Figura 21 – Spostamento SLC-X

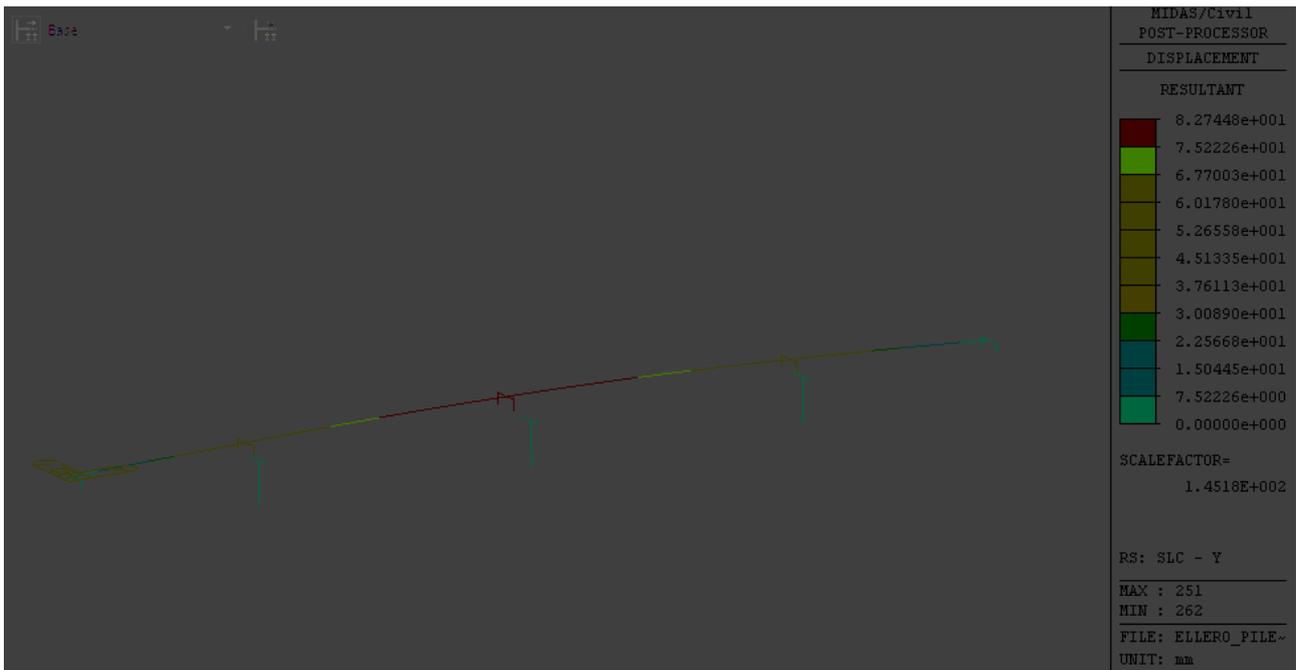


Figura 22 – Spostamento SLC-y

15 REAZIONI VINCOLARI

Il sistema di vincolamento risponde adeguatamente alle azioni verticali ed orizzontali consentendo al contempo le dilatazioni termiche sia in condizioni statiche che sismiche.

In corrispondenza delle pile sono previsti dispositivi isolatori elastomerici, mentre sulle spalle sono presenti un dispositivo di appoggio multidirezionali ed un dispositivo di appoggio unidirezionale longitudinale orientati secondo lo sviluppo delle travi. Questa scelta preclude il rischio di movimenti trasversali dei giunti incrementando la vita utile.

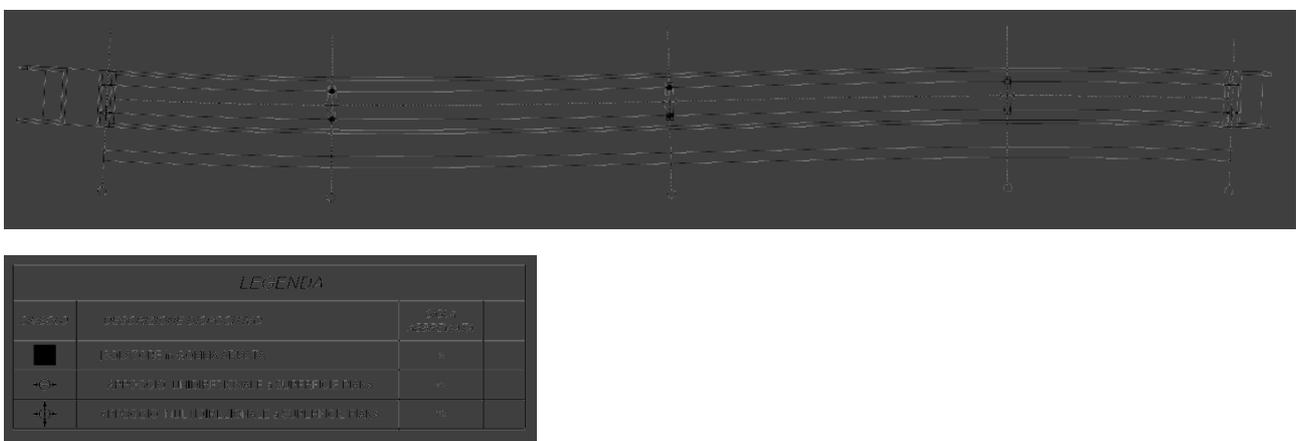


Figura 23 – Schema di vincolamento della struttura.

Di seguito si riportano per la singola sottotruttura le azioni caratteristiche sul singolo vincolo

APPOGGI	Trave sx			Trave dx			Mtrasv [kNm]
	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	
SPALLA SA							
Fase 1 - g	955	0	0	910	0	0	134
Fase 2 - p	335	0	0	317	0	0	54
Cedimenti_c1	30	0	0	27	0	0	10
Cedimenti_c2	-16	0	0	-14	0	0	-6
T uniforme	-149	0	0	-122	0	0	-78
Ritiro	-96	19	1	-79	-19	1	-52
Max Permanenti	1565	-19	-1	1456	19	-1	328
Min Permanenti	1029	19	1	1012	-19	1	52
<i>Fase 3 - mobili</i>							
Massimo carico - trave sx - TANDEM	337			291			140
Massimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	357			136			663
Minimo carico - trave sx - TANDEM	-86			-72			-44
Minimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	-198			510			-2124
Massimo carico - trave dx - TANDEM	302			904			-1806
Massimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	204			792			-1765
Minimo carico - trave dx - TANDEM	-86			-72			-44
Minimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	-45			-146			303
Folla	140			-40			541
Vento Ponte Carico	0	0	0	0	0	-653	
Vento Ponte Scarico	0	0	0	0	0	-417	
Sisma Longitudinale SLV (+/-)	8	1	0	6	1	2	5
Sisma Trasversale SLV (+/-)	213	0	0	219	0	625	1781
Sisma Longitudinale SLC (+/-)	10	1	0	8	1	2	6
Sisma Trasversale SLC (+/-)	268	0	0	275	0	782	2230
Centrifuga	-6	0	0	6	0	16	46
Frenatura (+/-)	2	-1	5	-289	-1	-2	
Attrito vincoli	0	78	0	0	73	0	

APPOGGI	Trave sx			Trave dx			Mtrasv [kNm]
	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	
PILA P1							
Fase 1 - g	3992	0	0	4053	0	0	-182
Fase 2 - p	1203	0	0	1209	0	0	-16
Cedimenti_c1	-62	0	0	-81	0	0	58
Cedimenti_c2	31	0	0	41	0	0	-30
T uniforme	43	0	0	168	0	0	-375
Ritiro	27	0	0	108	0	0	-243
Max Permanenti	5297	0	0	5578	0	0	-846
Min Permanenti	5064	0	0	4904	0	0	478
<i>Fase 3 - mobili</i>							
Massimo carico - trave sx - TANDEM	368			660			-878
Massimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	1029			2034			-3016
Minimo carico - trave sx - TANDEM	-105			-111			19
Minimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	-180			59			-718
Massimo carico - trave dx - TANDEM	290			923			-1899
Massimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	842			2290			-4345
Minimo carico - trave dx - TANDEM	-105			-111			19
Minimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	7			-197			611
Folla	371			-33			1214
Vento Ponte Carico	0	0	-238	0	0	-238	
Vento Ponte Scarico	0	0	-153	0	0	-153	
Sisma Longitudinale SLV (+/-)	9	261	1	8	261	1	7
Sisma Trasversale SLV (+/-)	112	13	179	110	11	180	1023
Sisma Longitudinale SLC (+/-)	11	349	2	11	349	2	9
Sisma Trasversale SLC (+/-)	145	17	232	142	14	232	1321
Centrifuga	-5	0	8	5	0	8	48
Frenatura (+/-)	250	-140	0	250	-140	0	
Attrito vincoli	0	265	0	0	279	0	

APPOGGI	Trave sx			Trave dx			Mtrasv [kNm]
	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	
PILA P2							
Fase 1 - g	5032	0	0	5068	0	0	-108
Fase 2 - p	1503	0	0	1512	0	0	-28
Cedimenti_c1	85	0	0	88	0	0	-11
Cedimenti_c2	-38	0	0	-38	0	0	3
T uniforme	44	0	0	75	0	0	-93
Ritiro	30	0	-1	51	0	0	-61
Max Permanenti	6693	0	1	6794	0	0	-301
Min Permanenti	6423	0	-1	6416	0	0	21
<i>Fase 3 - mobili</i>							
Massimo carico - trave sx - TANDEM	363			712			-1046
Massimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	1197			2147			-2850
Minimo carico - trave sx - TANDEM	-64			-58			-17
Minimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	-160			513			-2018
Massimo carico - trave dx - TANDEM	281			923			-1927
Massimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	834			2830			-5987
Minimo carico - trave dx - TANDEM	-59			-66			22
Minimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	203			-170			1119
Folla	465			-45			1532
Vento Ponte Carico	0	0	-388	0	0	-388	
Vento Ponte Scarico	0	0	-249	0	0	-249	
Sisma Longitudinale SLV (+/-)	5	261	2	5	261	2	15
Sisma Trasversale SLV (+/-)	235	1	301	235	1	301	2496
Sisma Longitudinale SLC (+/-)	7	349	2	7	349	2	20
Sisma Trasversale SLC (+/-)	303	2	389	303	2	389	3225
Centrifuga	0	-1	0	0	1	0	-1
Frenatura (+/-)	438	-169	-1	438	-169	-1	
Attrito vincoli	0	335	0	0	340	0	

APPOGGI	Trave sx			Trave dx			Mtrasv [kNm]
	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	
PILA P3							
Fase 1 - g	4047	0	0	3996	0	0	152
Fase 2 - p	1209	0	0	1204	0	0	15
Cedimenti_c1	-80	0	0	-64	0	0	-49
Cedimenti_c2	28	0	0	24	0	0	13
T uniforme	154	0	0	57	0	0	292
Ritiro	100	0	-5	36	0	0	190
Max Permanenti	5538	0	5	5317	0	0	661
Min Permanenti	4921	0	-5	5043	0	0	-364
<i>Fase 3 - mobili</i>							
Massimo carico - trave sx - TANDEM	369			727			-1074
Massimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	1048			2015			-2900
Minimo carico - trave sx - TANDEM	-111			-104			-21
Minimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	-190			78			-807
Massimo carico - trave dx - TANDEM	295			921			-1880
Massimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	810			2279			-4408
Minimo carico - trave dx - TANDEM	-111			-104			-21
Minimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	48			-186			701
Folla	372			-35			1221
Vento Ponte Carico	0	0	-239	0	0	-239	
Vento Ponte Scarico	0	0	-154	0	0	-154	
Sisma Longitudinale SLV (+/-)	9	261	1	8	261	1	7
Sisma Trasversale SLV (+/-)	110	10	180	113	14	180	1028
Sisma Longitudinale SLC (+/-)	12	349	2	10	349	2	9
Sisma Trasversale SLC (+/-)	143	13	233	145	19	233	1328
Centrifuga	5	0	-9	-5	0	-9	-49
Frenatura (+/-)	246	-140	0	246	-140	0	
Attrito vincoli	0	277	0	0	266	0	

APPOGGI	Trave sx			Trave dx			Mtrasv [kNm]
	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	N (z) [kN]	T (x) [kN]	T (y) [kN]	
SPALLA SB							
Fase 1 - g	913	0	0	952	0	0	-118
Fase 2 - p	318	0	0	334	0	0	-48
Cedimenti_c1	27	0	0	30	0	0	-9
Cedimenti_c2	-8	0	0	-10	0	0	4
T uniforme	-124	0	0	-147	0	0	68
Ritiro	-81	0	4	-96	0	0	45
Max Permanenti	1463	0	-4	1558	0	0	-286
Min Permanenti	1017	0	4	1034	0	0	-48
<i>Fase 3 - mobili</i>							
Massimo carico - trave sx - TANDEM	334			294			120
Massimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	334			160			524
Minimo carico - trave sx - TANDEM	-81			330			-1232
Minimo carico - trave sx - DISTRIBUITO	-199			505			-2113
Massimo carico - trave dx - TANDEM	299			906			-1819
Massimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	166			833			-2001
Minimo carico - trave dx - TANDEM	-73			-86			38
Minimo carico - trave dx - DISTRIBUITO	-30			-168			412
Folla	135			-38			521
Vento Ponte Carico	0	0	0	0	0	-649	
Vento Ponte Scarico	0	0	0	0	0	-415	
Sisma Longitudinale SLV (+/-)	7	1	0	7	1	1	4
Sisma Trasversale SLV (+/-)	218	0	0	214	0	625	1781
Sisma Longitudinale SLC (+/-)	9	1	0	9	1	2	5
Sisma Trasversale SLC (+/-)	274	0	0	269	0	782	2230
Centrifuga	5	0	0	-5	0	-15	-44
Frenatura (+/-)	288	-1	-4	288	-1	-4	
Attrito vincoli	0	73	0	0	78	0	

Si riporta di seguito per singola sottostruttura le combinazioni SLV -EQU-GEO

SA	Trave SX			Trave DX			[kN]
	N (z)	T (x)	T (y)	N (z)	T (x)	T (y)	
N_max	2407.1	139.6	1.5	3947.5	86.7	-349.9	STR
N_min	1177.3	21.4	7.6	516.5	-23.4	-376.6	
M_max	2743.6	138.7	7.6	1816.1	85.8	-376.6	
M_min	1955.6	22.3	1.5	3518.0	-22.5	-349.9	
Tx_max	1732.8	139.6	1.5	1649.9	86.7	-977.8	
Ty_max	1724.5	139.6	1.5	1658.3	86.7	1003.9	
N_max	2743.6	138.7	7.6	1816.1	85.8	-376.6	EQU
N_min	2292.1	21.4	7.6	1386.7	-23.4	373.2	
M_max	2488.3	138.7	7.6	3528.7	85.8	-376.6	
M_min	970.4	21.4	7.6	1401.7	-23.4	373.2	
Tx_max	2743.6	138.7	7.6	1816.1	85.8	-376.6	
Ty_max	2036.9	21.4	7.6	3099.2	-23.4	373.2	
N_max	2743.6	138.7	7.6	1816.1	85.8	-376.6	GEO
N_min	2292.1	21.4	7.6	1386.7	-23.4	373.2	
M_max	2488.3	138.7	7.6	3528.7	85.8	-376.6	
M_min	970.4	21.4	7.6	1401.7	-23.4	373.2	
Tx_max	2743.6	138.7	7.6	1816.1	85.8	-376.6	
Ty_max	2036.9	21.4	7.6	3099.2	-23.4	373.2	
N_max	1510.8	0.6	0.0	1452.0	0.6	626.7	SLV
N_min	1068.9	-0.6	0.0	1002.2	-0.6	-626.7	
Tx_max	1510.8	0.6	0.0	1452.0	0.6	626.7	
Ty_max	1510.8	0.6	0.0	1452.0	0.6	626.7	

P1	Trave SX			Trave DX			[kN]
	N (z)	T (x)	T (y)	N (z)	T (x)	T (y)	
N_max	9065.6	208.7	-137.8	11770.0	229.8	-138.1	STR
N_min	5057.6	0.2	-125.0	4862.1	-0.4	-125.3	
M_max	5587.8	-188.6	-137.8	5175.1	-188.6	-138.1	
M_min	8535.4	397.4	-125.0	11457.1	417.9	-125.3	
Tx_max	7015.1	397.2	-356.7	7111.7	418.4	-357.2	
Ty_max	7007.6	397.4	369.5	7119.1	417.9	369.8	
N_max	7153.5	208.7	137.5	7362.0	229.8	137.5	EQU
N_min	7604.9	-188.6	-137.8	9228.5	-188.6	-138.1	
M_max	7604.9	-188.6	-137.8	9228.5	-188.6	-138.1	
M_min	7153.5	208.7	137.5	7362.0	229.8	137.5	
Tx_max	9423.4	208.7	137.5	11070.1	229.8	137.5	
Ty_max	7247.1	-188.6	137.5	9928.4	-188.6	137.5	
N_max	7153.5	208.7	137.5	7362.0	229.8	137.5	GEO
N_min	7604.9	-188.6	-137.8	9228.5	-188.6	-138.1	
M_max	7604.9	-188.6	-137.8	9228.5	-188.6	-138.1	
M_min	7153.5	208.7	137.5	7362.0	229.8	137.5	
Tx_max	9423.4	208.7	137.5	11070.1	229.8	137.5	
Ty_max	7247.1	-188.6	137.5	9928.4	-188.6	137.5	
N_max	5316.7	274.2	180.6	5380.2	272.0	180.8	SLV
N_min	5074.7	-274.2	-180.6	5143.3	-272.0	-180.8	
Tx_max	5316.7	274.2	180.6	5380.2	272.0	180.8	
Ty_max	5316.7	274.2	180.6	5380.2	272.0	180.8	

P2	Trave SX			Trave DX			[kN]
	N (z)	T (x)	T (y)	N (z)	T (x)	T (y)	
N_max	11155.9	273.5	-227.0	14525.1	281.0	-225.4	STR
N_min	6734.8	-1.0	-226.2	6268.1	1.3	-224.5	
M_max	7559.2	-228.5	-227.0	6837.6	-228.5	-225.4	
M_min	10331.5	501.0	-226.2	13955.5	510.8	-224.5	
Tx_max	10932.9	501.0	-226.2	12749.2	510.8	-224.5	
Ty_max	8826.2	502.0	580.5	8889.5	509.5	582.2	
N_max	9066.5	164.8	-226.9	13085.8	171.2	-225.3	EQU
N_min	6158.4	166.1	222.1	6198.8	169.6	223.7	
M_max	6158.4	166.1	222.1	6198.8	169.6	223.7	
M_min	9066.5	164.8	-226.9	13085.8	171.2	-225.3	
Tx_max	7193.5	164.8	-226.9	8574.1	171.2	-225.3	
Ty_max	6324.0	166.1	579.9	6367.0	169.6	581.5	
N_max	9763.7	164.9	-196.7	13200.8	171.1	-195.3	GEO
N_min	7286.4	166.0	192.4	7334.2	169.7	193.7	
M_max	7286.4	166.0	192.4	7334.2	169.7	193.7	
M_min	9763.7	164.9	-196.7	13200.8	171.1	-195.3	
Tx_max	8168.2	164.9	-196.7	9357.6	171.1	-195.3	
Ty_max	7427.5	166.0	502.5	7477.5	169.7	503.8	
N_max	6774.5	262.4	302.6	6819.5	262.4	302.6	SLV
N_min	6294.7	-262.4	-302.6	6340.4	-262.4	-302.6	
Tx_max	6774.5	262.4	302.6	6819.5	262.4	302.6	
Ty_max	6774.5	262.4	302.6	6819.5	262.4	302.6	

P3	Trave SX			Trave DX			[kN]
	N (z)	T (x)	T (y)	N (z)	T (x)	T (y)	
N_max	9111.8	226.8	-145.0	11656.7	210.3	-139.0	STR
N_min	5186.5	0.8	-157.3	4803.6	0.0	-151.3	
M_max	7535.9	226.8	-145.0	6945.3	210.3	-139.0	
M_min	6762.3	0.8	-157.3	9515.0	0.0	-151.3	
Tx_max	9024.0	416.1	-157.3	10716.2	398.8	-151.3	
Ty_max	7103.3	415.3	352.9	7022.1	398.8	359.1	
N_max	7214.3	226.8	132.0	7302.3	210.3	138.1	EQU
N_min	7694.7	-188.5	-145.0	9218.0	-188.5	-139.0	
M_max	9111.8	226.8	132.0	11656.7	210.3	138.1	
M_min	7214.3	226.8	-145.0	7302.3	210.3	-139.0	
Tx_max	9534.1	226.8	-145.0	11038.0	210.3	-139.0	
Ty_max	7272.4	-188.5	132.0	9836.8	-188.5	138.1	
N_max	7214.3	226.8	132.0	7302.3	210.3	138.1	GEO
N_min	7694.7	-188.5	-145.0	9218.0	-188.5	-139.0	
M_max	9111.8	226.8	132.0	11656.7	210.3	138.1	
M_min	7214.3	226.8	-145.0	7302.3	210.3	-139.0	
Tx_max	9534.1	226.8	-145.0	11038.0	210.3	-139.0	
Ty_max	7272.4	-188.5	132.0	9836.8	-188.5	138.1	
N_max	5375.1	270.9	181.5	5320.2	275.3	181.6	SLV
N_min	5135.7	-270.9	-181.5	5079.4	-275.3	-181.6	
Tx_max	5375.1	270.9	181.5	5320.2	275.3	181.6	
Ty_max	5375.1	270.9	181.5	5320.2	275.3	181.6	

SB	Trave SX			Trave DX			[kN]
	N (z)	T (x)	T (y)	N (z)	T (x)	T (y)	
N_max	2737.8	108.9	-0.5	4442.7	115.9	-378.5	STR
N_min	1091.5	0.2	4.9	926.0	0.0	-396.1	
M_max	2581.8	-0.8	-0.5	2258.3	-0.9	-378.5	
M_min	2289.7	109.8	4.9	4065.4	116.9	-396.1	
Tx_max	1654.0	109.8	4.9	1726.7	116.9	-974.2	
Ty_max	1654.0	109.8	4.9	1726.7	116.9	974.2	
N_max	3012.5	108.9	-0.5	2708.2	115.9	-378.5	EQU
N_min	2737.8	108.9	-0.5	4442.7	115.9	367.7	
M_max	2737.8	108.9	-0.5	4442.7	115.9	367.7	
M_min	1302.1	-0.8	-0.5	2774.0	-0.9	-378.5	
Tx_max	3012.5	108.9	-0.5	2708.2	115.9	-378.5	
Ty_max	2307.1	-0.8	-0.5	3992.8	-0.9	367.7	
N_max	3012.5	108.9	-0.5	2708.2	115.9	-378.5	GEO
N_min	2737.8	108.9	-0.5	4442.7	115.9	367.7	
M_max	2737.8	108.9	-0.5	4442.7	115.9	367.7	
M_min	1302.1	-0.8	-0.5	2774.0	-0.9	-378.5	
Tx_max	3012.5	108.9	-0.5	2708.2	115.9	-378.5	
Ty_max	2307.1	-0.8	-0.5	3992.8	-0.9	367.7	
N_max	1455.4	0.6	0.0	1507.0	0.6	626.5	SLV
N_min	1005.7	-0.6	0.0	1064.3	-0.6	-626.5	
Tx_max	1455.4	0.6	0.0	1507.0	0.6	626.5	
Ty_max	1455.4	0.6	0.0	1507.0	0.6	626.5	

15.1 Apparecchi di appoggio

Il sistema di vincolamento risponde adeguatamente alle azioni verticali ed orizzontali consentendo al contempo le dilatazioni termiche sia in condizioni statiche che sismiche.

In corrispondenza delle pile sono previsti dispositivi isolatori elastomerici, mentre sulle spalle sono presenti un dispositivo di appoggio multidirezionali ed un dispositivo di appoggio unidirezionale longitudinale orientati secondo lo sviluppo delle travi. Questa scelta preclude il rischio di movimenti trasversali dei giunti incrementando la vita utile.

Le azioni orizzontali trasversali vengono assorbite da tutte le sottostrutture, mentre le azioni longitudinali vengono assorbite solo dal sistema di isolamento delle pile.

Di seguito si riportano le caratteristiche degli appoggi richieste sulla base dei valori sopra riportati

Sottostruttura	posizione	Tipo	Sigla tipo	Carino verticale nominale SLU in assenza di sisma	Massima forza orizzontale	Carino verticale nominale SLC in presenza di sisma	Rigidezza orizzontale equivalente	Rigidezza verticale	Massimo spostamento longitudinale	Massimo spostamento trasversale
				N _{sd} SLU [kN]	H _{SLU} - trasv [kN]	V _{sd} SLC [kN]	Ke [kN/mm]	Kv [kN/mm]	dx [mm]	dy [mm]
Spalla A	Dx	UNdirezionale Longitudinale	VU 500/150-150	5000.0	1500.0				±150	±50
	Sx	MULTI direzionale	VM 500/150/50	5000.0	-				±150	±50
Pila 1	Dx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
	Sx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
Pila 2	Dx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
	Sx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
Pila 3	Dx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
	Sx	ISOLATORE elastomerico	SI-N 800/80	14990		11470	5.03	4918	±150	±150
Spalla B	Dx	UNdirezionale Longitudinale	VU 500/150-150	5000.0	1500.0				±150	±50
	Sx	MULTI direzionale	VM 500/150/50	5000.0	-				±150	±50

15.2 Giunti di dilatazione

Per quanto riguarda la definizione degli scorrimenti di appoggi e giunti, inoltre, in riferimento al paragrafo C5.1.4.5 della Circolare NTC 2018, a tali componenti deve essere sommata un'ulteriore quota legata alle procedure di installazione degli apparecchi:

$$\Delta T_{exp,d} = \Delta T_{exp} + \Delta T_0$$

$$\Delta T_{con,d} = \Delta T_{con} + \Delta T_0$$

$\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione con la misurazione accurata della temperatura della struttura e con prerogolazione per effetti termici a fine costruzione.
$\Delta T_0 = 5^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	
$\Delta T_0 = 10^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione con la stima della temperatura della struttura e
$\Delta T_0 = 15^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	con prerogolazione per effetti termici a fine costruzione. Per stima della temperatura della struttura si intende la valutazione secondo quanto indicato nel Capitolo 6 delle UNI EN 1991-1-5 con una accurata misura della temperatura dell'aria esterna.
$\Delta T_0 = 20^\circ\text{C}$ per strutture di c.a., c.a.p. e acciaio/cls	Installazione senza alcuna prerogolazione per effetti termici.
$\Delta T_0 = 30^\circ\text{C}$ per strutture di acciaio	

Nel caso in esame si è applicato un ΔT_0 pari a 20°C (Strutture in acciaio/cls senza alcuna prerogolazione per effetti sismici).

NTC2018 - C5.1.4.5		
ΔT_{exp}	ΔT_0	$\Delta T_{exp,d}$
[°]	[°]	[°]
-31.6	20	-51.6
24.6	20	44.6

α	1.20E-05
----------	----------

Spostamenti RELATIVI TERRENO PER IL SISMA - SLC

ag/g	0.115	(SLC)	
S	1.2		
Tc	0.45	sec	
Td	2.06	sec	
Cat. terreno	B		
dg	3.16	cm	Spostamento assoluto orizzontale massimo (NTC 3.2.18)
Lg	500	m	Distanza oltre la quale il moto del terreno può considerarsi scorrel
ϵ_r	8.93E-05		

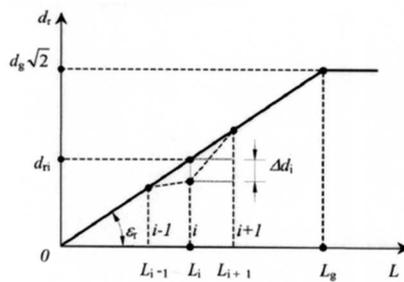


Figure 3.1 : Displacement Set A

Set A consists of relative displacements:

$$d_{ni} = \epsilon_r L_i \leq d_g \sqrt{2}$$

$$\text{with } \epsilon_r = \frac{d_g \sqrt{2}}{L_g}$$

applied simultaneously with the same sign (+ or -) to all supports of the bridge (l to n) in the horizontal direction considered (see Figure 3.1).

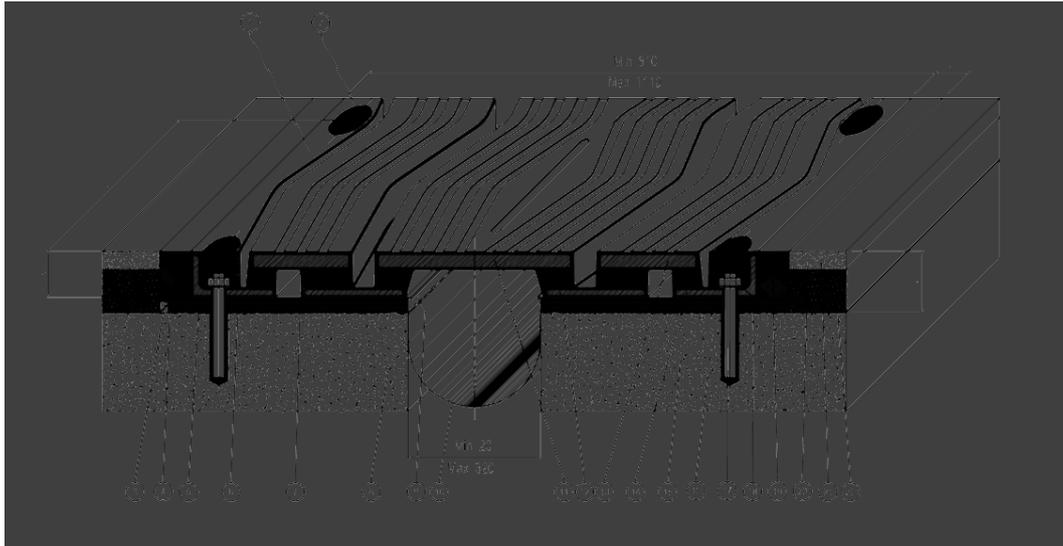
Table 3.1N: distance beyond which ground motions may be considered uncorrelated

Ground Type	A	B	C	D	E
L_x (m)	600	500	400	300	500

Da cui

	$dx_{\Delta T}$	dx_{STR}	dx_{SLC} sisma	dri spotamento differenziale terr	$dx_{SLC} + dri + 0.5 dx_{\Delta T}$	Escursion e richiesta
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
Spalla A	74.3	111.5	72.1	21.4	130.70	±150
Pila 1	44.6	66.9	72	17.2	111.45	±150
Pila 2	-	-	72	10.7	82.72	±150
Pila 3	44.6	66.9	72	17.2	111.45	±150
Spalla B	74.3	111.5	72.1	21.4	130.70	±150

Si dispone un giunto di dilatazione impermeabile con escursione ±150 mm.



16 VERIFICA DELLA SOLETTA

La soletta d'impalcato, avente spessore complessivo pari a 30 cm, viene realizzata mediante getto in opera su prédalle metalliche collaboranti, aventi spessore 5 mm. Le prédalle sono armate con tralicci 12/16/10, di altezza $H = 20.5$ cm, la cui geometria è mostrata in figura:

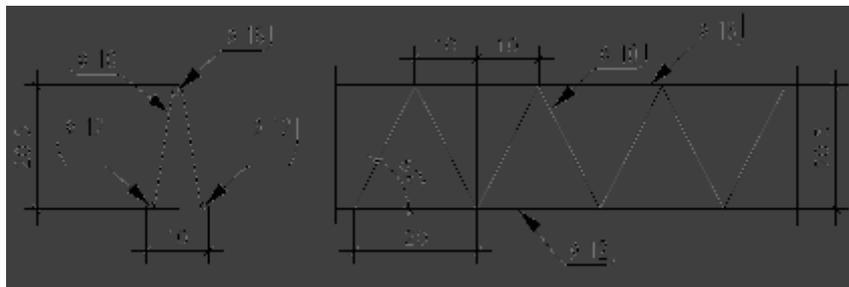


Figura 24: Geometria dei tralicci impiegati.

Le prédalle vengono appoggiate trasversalmente sulle travi principali di impalcato e sono costituite da moduli di larghezza tipologica 1.20 m. Alle prédalle sono saldati i tralicci di armatura, a passo tipologico pari a 40 cm; nella porzione di campata (tra le due travi principali) il numero dei tralicci viene raddoppiato, come mostrato in figura:

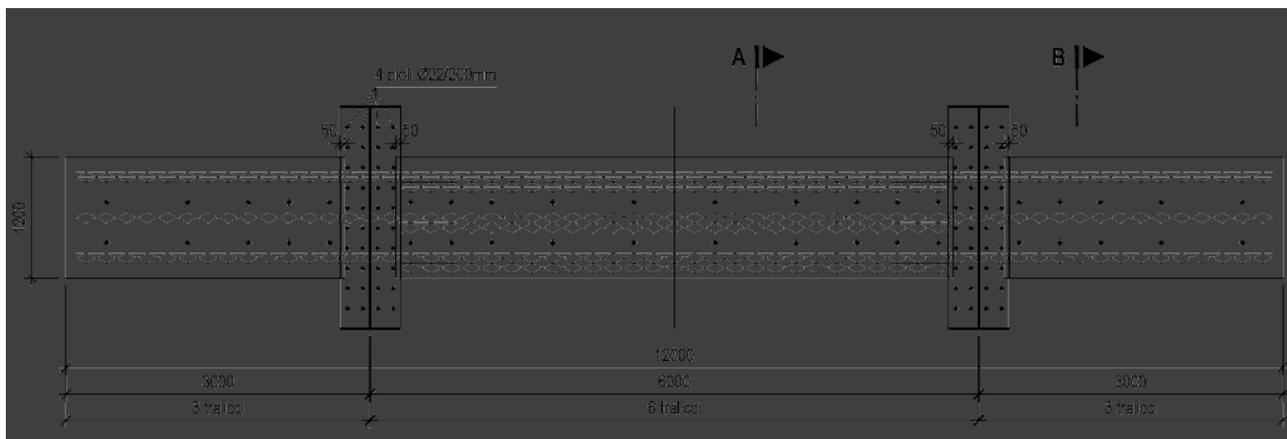


Figura 25: Geometria dei tralicci impiegati.

Nel calcolo della soletta, sono state considerate le seguenti tre fasi di carico:

Fase 1

Le prédalle sono posate sulle travi con schema statico di trave semplicemente appoggiata con sbalzi laterali.

Gli sbalzi presentano luce pari a 3 m, mentre la campata centrale ha luce 6 m.

La struttura resistente in questa fase è costituita esclusivamente dai tralicci, mentre la prédalle svolge l'unica funzione di cassero contenitivo collegato puntualmente ai tralicci resistenti. I tralicci sostengono,

quindi, il proprio peso, il peso della prédalle ed il getto di cls fino al raggiungimento dello spessore definitivo pari a 30 cm.

Fase 2

La soletta presenta uno schema statico di trave appoggiata sulle travi principali, con sbalzi laterali, costituita dall'intero spessore di soletta (30 cm); i carichi in gioco sono i permanenti portanti. La prédalle metallica, opportunamente collegata al cls attraverso pioli, costituisce l'armatura inferiore della soletta.

Fase 3

Lo schema statico di calcolo è il medesimo della Fase 2, soggetto ai carichi mobili.

Per calcolare i parametri di sollecitazione e valutare gli effetti locali nella soletta è stato approntato un modello tridimensionale agli elementi finiti. Tale modello corrisponde alla soletta, per ciò che riguarda le geometrie, i parametri statici delle diverse sezioni e i vincoli nelle diverse fasi e sottofasi di calcolo.

La modellazione è stata limitata a un'area opportunamente estesa in modo da cogliere gli effetti dei carichi concentrati.

Sono stati utilizzati elementi tipo PLATE per schematizzare la soletta d'impalcato.

Il vincolo che le travi offrono alla soletta è stato schematizzato con elementi BOUNDARY disposti in corrispondenza degli assi delle travi principali.

Dal modello così definito è possibile ricavare le azioni agenti sia in zona giunto sia in zone intermedie della soletta che non risentono degli effetti dei diaframmi connessi.

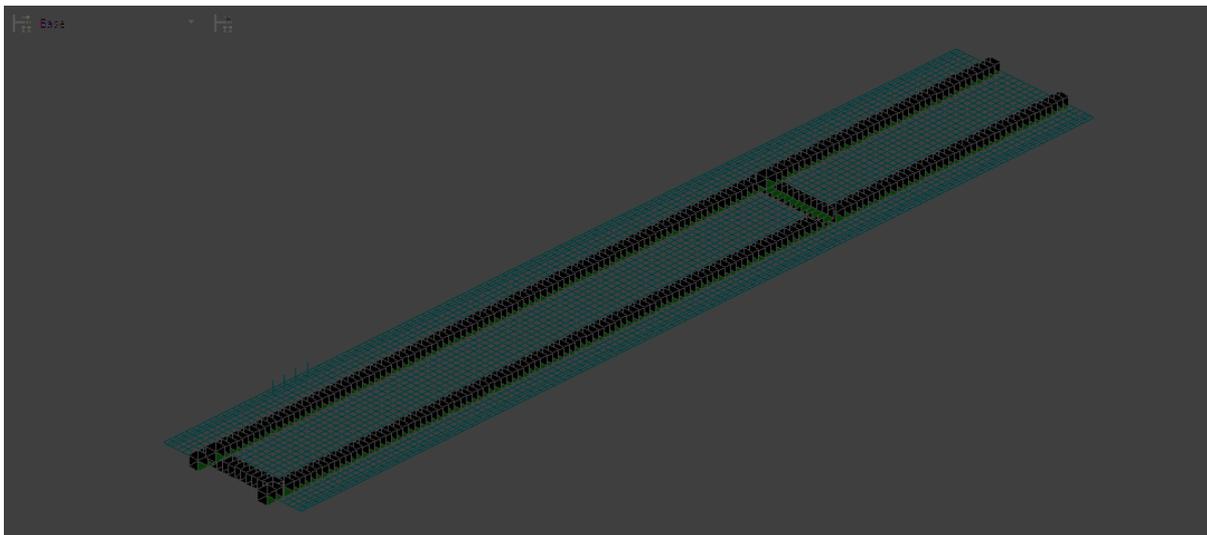


Figura 26 - Modello tridimensionale della soletta

16.1 Verifica 1^a fase di getto

16.1.1 Verifica prédalle in fase di getto

Per la verifica dei tralicci durante la fase di getto, si considera un carico accidentale di 0.75 kN/m² che simula la presenza di operai e/o accumulo locale di materiale nella zona esterna della prédalle in accordo con (EN1991-1-6:2005 4.11.2).

In figura è rappresentata la sequenza di getto: in prima fase vengono gettate la zona centrale della soletta, compresa tra le due travi, e due zone laterali, di estensione pari a 1.40 m ciascuna; in seconda fase viene ultimato il getto con la realizzazione dei cordoli laterali.

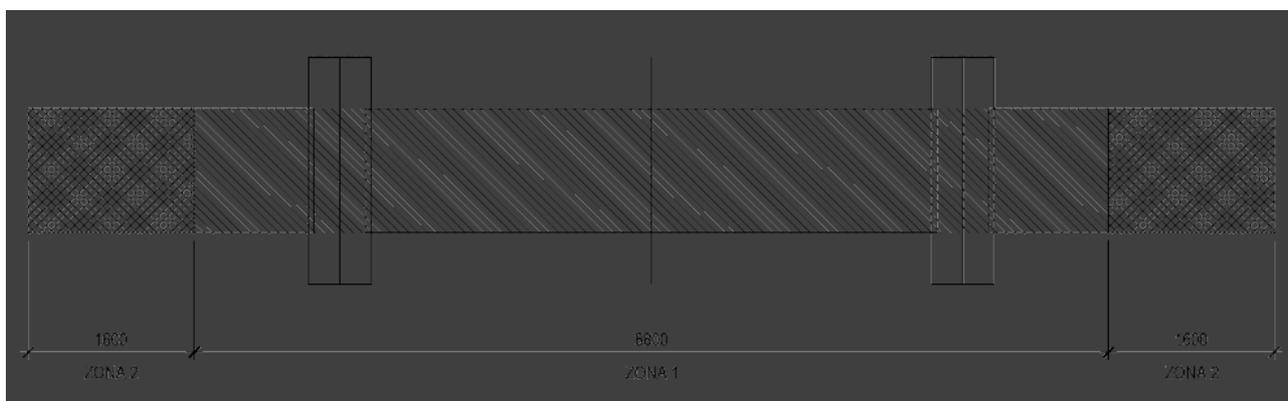
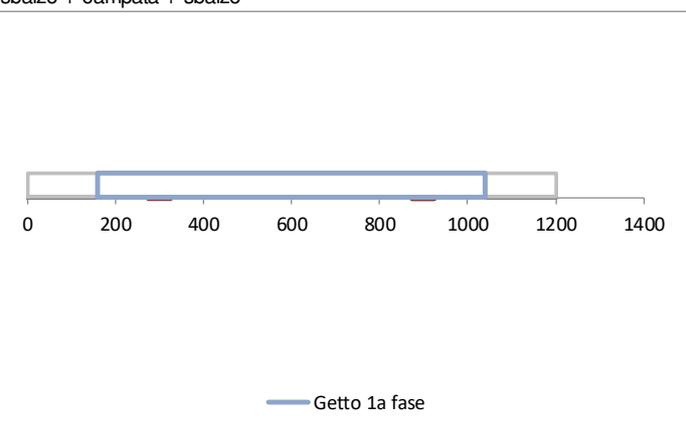


Figura 27: Fasi di getto della soletta

La verifica in fase di getto viene svolta in termini di resistenza e stabilità dei correnti dei tralicci, essendo essi gli elementi resistenti in questa fase.

Laddove non diversamente specificato, le verifiche sono state condotte con riferimento a una larghezza di 1.2 m, pari all'interasse delle lastre prédalle.

Si riportano di seguito i dettagli del calcolo.

Dati geometrici										
Tipo di schema statico	C		sbalzo + campata + sbalzo							
Larghezza totale	12,00	m								
Larghezza marciapiede/cordolo sx	0,75	m								
Spessore aggiuntivo sx	0	cm								
Larghezza marciapiede/cordolo dx	0,75	m								
Spessore aggiuntivo marciapiede dx	0	cm								
Sbalzo complessivo soletta sx	3,00	m								
Sbalzo getto sx	MAX 2,25	1,40								m
Interasse travi		6,00								m
Sbalzo getto dx	MAX 2,25	1,40								m
Sbalzo complessivo soletta dx		3,00								m
Spessore totale fondello		0,5	cm							
Materiale fondello		acciaio								
Spessore totale soletta		30	cm							
Spessore getto		29,5	cm							
Interasse predalles		1,20	m		H [mm]	Φinf	Φsup	Φpar	H utile [mm]	
Numero tralacci / predalle (campata)		6	-	Tipo	1	205	12	16	10	205
Numero tralacci / predalle (appoggio)		3	-	Tipo	1	205	12	16	10	205
Larghezza piattabanda superiore		50	cm							
Appoggio predalle sulle pb		5	cm	Schema statico transitorio appoggio netto						

Armatura									
Armatura singolo traliccio (campata)									
Corrente superiore	1	Φ16	Af,cs =	201	mm ²				
Correnti inferiori	2	Φ12	Af,ci =	226	mm ²				
Arm. Inf. aggiuntiva 1	0	Φ20	Af,i1 =	0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Arm. Inf. aggiuntiva 2	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Predalle metallica		5	Af,p =	864	mm ²				
Arm. Inf. aggiuntiva tot			Parziale	864	mm ²				
Armatura intradosso			Af,inf =	1090	mm ²				
Armatura singolo traliccio (appoggio)									
Traliccio, superiore	1	Φ16	Af =	201	mm ²				
Traliccio, inferiore	2	Φ12	Af =	226	mm ²				
Arm. Inf. aggiuntiva 1	0	Φ16	Af,i1 =	0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Arm. Inf. aggiuntiva 2	0	Φ0	Af,i2 =	0	mm ²	numero di barre aggiuntive/traliccio			
Predalle metallica		0	Af,p =	0	mm ²				
Arm. Inf. aggiuntiva tot		totale	Af =	0	mm ²				
Armatura inferiore		totale	Af =	226	mm ²				
				79					
Traliciatura di parete	2	Φ10,0	passo	200	mm	base		108 mm	

Carichi			
	Valori caratt/m ²	Valori caratt/predalle	Valori SLU/predalle
Peso proprio fondello	0,39 kN/m ²	0,47 kN/m	0,64 kN/m
Peso getto integrativo	7,38 kN/m ²	8,85 kN/m	11,95 kN/m
Carichi aggiuntivi (UNI EN 1991-1-6 par.4.11.2)	1,00 kN/m ²	1,20 kN/m	1,80 kN/m
Carico totale	8,77 kN/m²	10,52 kN/m	14,38 kN/m
Carico totale z. esterna al getto	1,39 kN/m ²	1,67 kN/m	2,44 kN/m

Caratteristiche della sollecitazione (per singola predalle)			
Momento in campata transitorio, SLU	55,4 kNm	<i>calcolato in semplice appoggio sulla luce maggiore</i>	
Momento in campata a getto finito, SLU	45,3 kNm		
Momento sull'appoggio, SLU	-21,3 kNm	Momento sullo sbalzo, SLU	-64,73 kNm
Taglio sull'appoggio, SLU	43,7 kN		

Verifiche di resistenza e stabilità 1a fase

Campata			
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	-45 kN	$\sigma_{s,sup}$ -224 MPa	σ_s -145 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	45 kN	$\sigma_{s,inf}$ 41 MPa	σ_s 27 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barre superiori N,Ed sup =	-45,0 kN	OK! <	55,2 kN par. 4.2.4.1.3.1 DM17/1/2018
Barre inferiori armatura traliccio	0,207	Coefficients di ripartizione sulle barre inferiori	
armatura aggiuntiva 1	0,000		
armatura aggiuntiva 2	0,000		
predalle metallica	0,793		
N,Ed traliccio =	4,7 kN	OK! <	88,5 kN par.4.2.4.1.2.1 DM17/1/2018
N,Ed aggiuntiva 1 =	0,0 kN		
N,Ed aggiuntiva 2 =	0,0 kN		
N,Ed predalle =	35,7 kN	OK! <	338,1 kN par.4.2.4.1.2 DM14/1/2008
Appoggio			
Fmax corr.superiore (singolo traliccio)	35 kN	σ_s 172 MPa	σ_s 111 MPa SLE ($\gamma=1$)
Fmax corr.inferiore (singolo traliccio)	-35 kN	σ_s -153 MPa	σ_s -99 MPa SLE ($\gamma=1$)
Barra superiore N,Ed sup =	34,6 kN	OK! <	79 kN par.4.2.4.1.2.1 DM17/1/2018
Barre inferiori armatura traliccio	1,000	Coefficients di ripartizione sulle barre inferiori	
armatura aggiuntiva 1	0,000		
armatura aggiuntiva 2	0,000		
predalle metallica	0,000		
N,Ed traliccio =	-17,3 kN	OK! <	18,2 kN par. 4.2.4.1.3.1 DM17/1/2018
N,Ed aggiuntiva 1 =	0,0 kN		
N,Ed aggiuntiva 2 =	0,0 kN		
N,Ed predalle =	0,0 kN		
Barra di parete N,Ed parete =	-4 kN	OK! <	17 kN par. 4.2.4.1.3.1 DM17/1/2018

Caratteristiche di sollecitazione 2° fase		si considera al netto del getto sullo sbalzo di prima fase	
Larghezza zona di getto in 2° fase	1,60 m	Larghezza sbalzo maggiore	3,00 m
Spessore getto	29,5 cm		
Larghezza cordolo	0,75 m		
Spessore cordolo	0 cm		
	Valori caratt/m²	Valori caratt/predalle	Valori SLU/predalle
Peso fondello predalle	0,39 kN/m ²	0,47 kN/m	0,64 kN/m
Peso getto integrativo	7,38 kN/m ²	8,85 kN/m	11,95 kN/m
Peso getto cordolo	0,0375 kN/m ²	0,05 kN/m	0,06 kN/m
Veletta	0,25 kN/m	0,30 kN	0,41 kN
Carico accidentale distribuito	1,00 kN/m ²	1,20 kN/m	1,80 kN/m
Carico accidentale concentrato	3,00 kN	3,00 kN	4,50 kN
Carico totale distribuito	8,81 kN/m ²	10,57 kN/m ²	14,44 kN/m
Carico totale concentrato		3,30 kN	4,91 kN
Momento max	26 kNm		
Taglio max	28 kN		
Momento max per la fase successiva	-57 kNm	momento all'appoggio	
Forza max di trazione (sup)	21 kN	σ_s	106 MPa
Forza max compressione (parete)	3 kN		
Barra superiore N,Ed sup =	21 kN	OK! <	79 kN par.4.2.4.1.2.1 DM17/1/2018
Barra di parete N,Ed parete =	-3 kN	OK! <	17 kN par. 4.2.4.1.3.1 DM17/1/2018

16.2 Sollecitazioni fasi successive di getto

Si riportano di seguito le sollecitazioni caratteristiche ottenute dal modello di calcolo.

16.2.1 Sollecitazioni trasversali

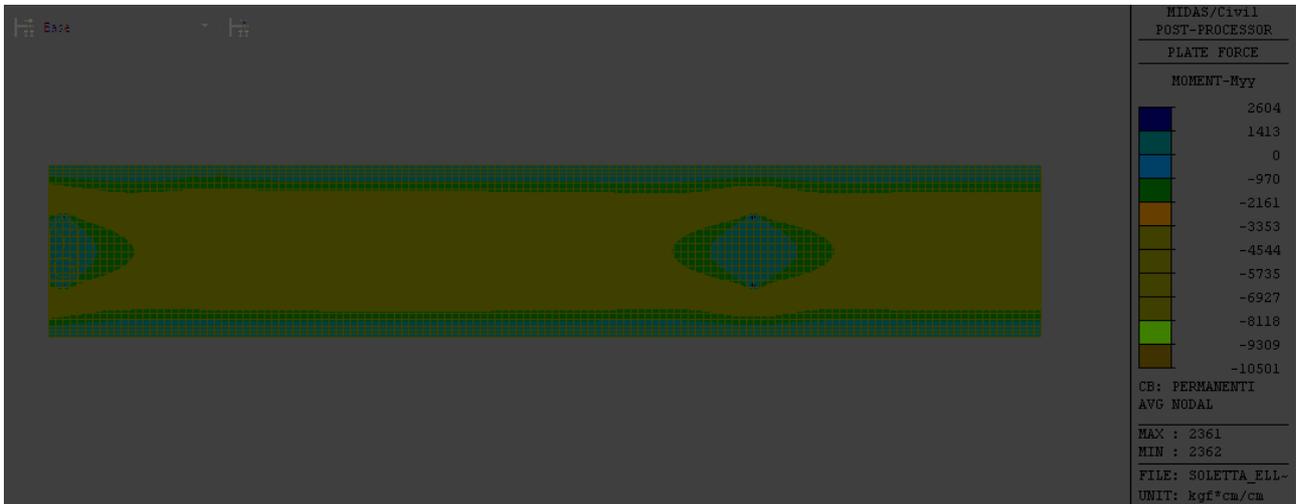


Figura 28: Carichi permanenti di 2^a fase

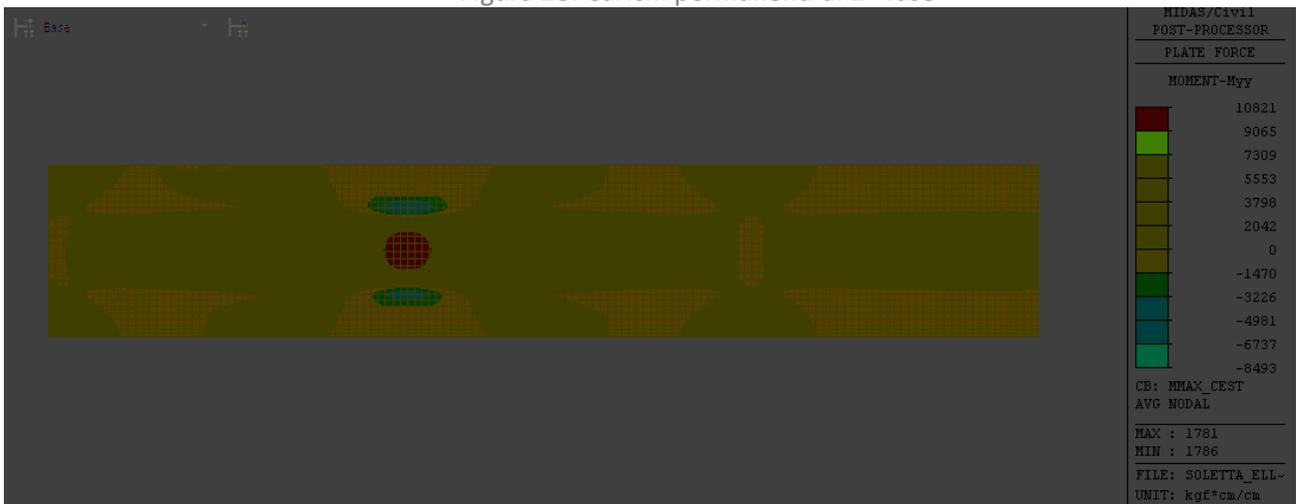


Figura 29: Carichi mobili – configurazione max M+ in campata in zona tipo (campata centrale)

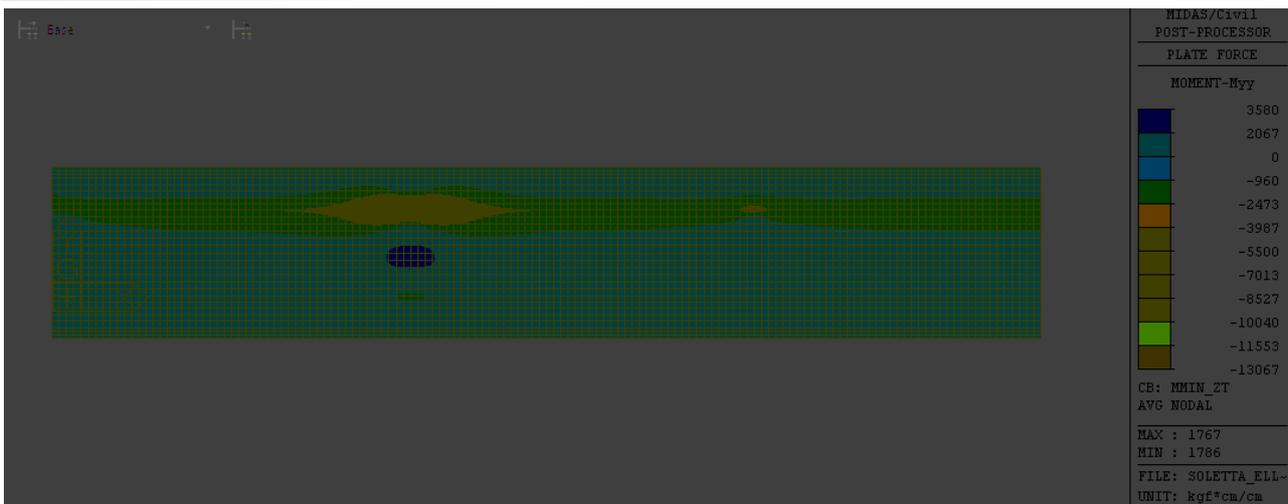


Figura 30: Carichi mobili - configurazione min M- trave interna in zona tipo

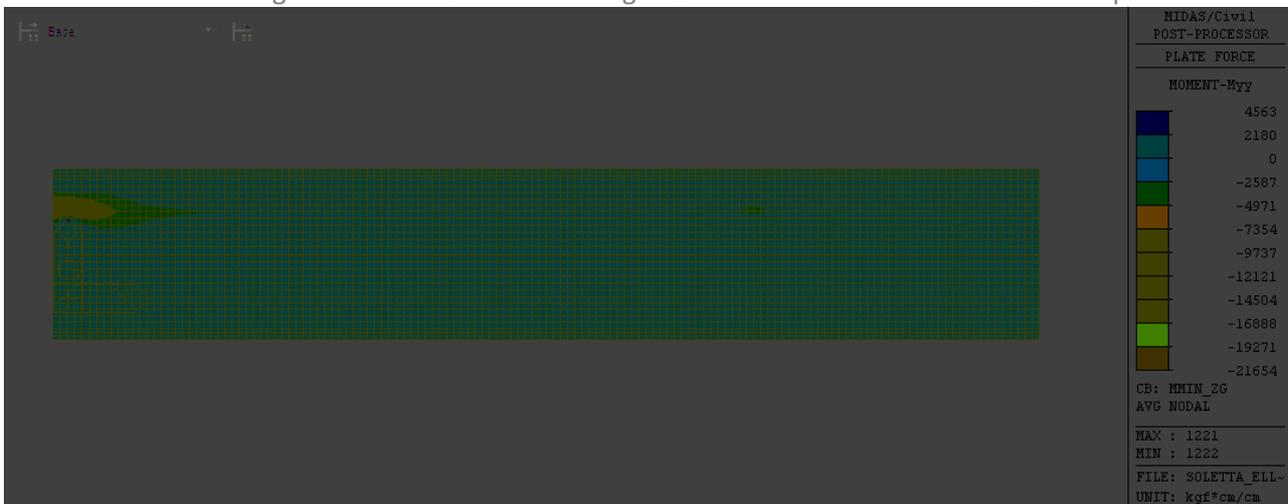


Figura 31: Carichi mobili - configurazione min M- in zona giunto

		Momenti flettenti trasversali					
		1	2	5	6	7	
		daN*cm/cm	daN*cm/cm	daN*cm/cm	daN*cm/cm	daN*cm/cm	
Permanenti	g2	-4143	-3536	-1914	-1313	-2210	
Traffico	q1	concentrati	-3857	8164	1664	-4343	1446
		distribuiti	-2319	3199		-1528	1838
Svio	q8			-5858			
DESCRIZIONE DELLA COMBINAZIONE		Appoggio trave (ZT)	Campata (ZT)	Urto su cordolo (APPOGGIO)	Appoggio trave (ZG)	Campata (ZG)	

16.3 Verifica a flessione

Le verifiche di resistenza a flessione sono condotte ai sensi del § 4.1.2.3.4.2 del DM 17/01/2018.

Le verifiche di fessurazione sono condotte ai sensi del § 4.1.2.2.4.5 del DM 17/01/2018, applicando le procedure di calcolo indicate nella norma UNI EN 1992-1-1:2005 al § 7.3.

Nello specifico, è stato verificato che, sotto le combinazioni di carico frequente e quasi permanente, l'ampiezza delle fessure in zona tesa rispetti il limite previsto dal §4.1.2.2.4 DM 17/01/2018 del per condizioni ambientali aggressive:

Tab. 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

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

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

$$w_1 = 0,2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0,3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0,4 \text{ mm}$$

La verifica a fessurazione non è stata, invece, condotta nelle condizioni di flessione positiva, poiché in tal caso è presente la prédalle metallica in zona tesa.

In ordine, si presentano i seguenti risultati:

Verifiche trasversali in zona tipo;

Verifiche trasversali in zona giunto;

Laddove non diversamente specificato, le verifiche in direzione trasversale sono state condotte con riferimento a una larghezza di 1.2 m, pari all'interasse delle lastre prédalle. Quest'ultima è prevista accuratamente saldata alle travi e lungo i bordi nonché dotata di pioli $\phi 13$ distribuiti e tali da renderla collaborante con il getto di soletta; tuttavia, a favore di sicurezza, nelle verifiche che seguono la prédalle è stata considerata collaborante con la soletta solo nella condizione di momento trasversale positivo e per uno spessore equivalente di 2,5 mm, come detto in precedenza.

16.3.1 Verifica a momento negativo in direzione trasversale - zona tipo

Le verifiche di resistenza a flessione sono condotte con riferimento al massimo valore di copriferro tra quelli delle armature presenti e, di conseguenza, nella condizione di braccio minimo.

Caratteristiche geometriche e armatura

B	1200 mm	Armatura estradosso <--	3	Φ16
H	300 mm	Atot 4,373 mm ²	12	Φ20
c sup	60 mm		6	Φ12
c inf	11 mm		0	Φ16
ricopr.sup	44 mm	Atot 679 mm ²	0	Φ20
ricopr. inf	5 mm	Armatura intradosso <--		0
Bracci armature dal lembo superiore	dtral,sup 98 mm	dtral,inf mm		
	dagg,sup 54 mm	dagg1,inf mm		
	deq 60.1 mm	dagg2,inf mm		
	h tral 205 mm	dpredalle mm		
		deq mm		

SLU - Verifica di resistenza

Dati

Caratteristiche geometriche

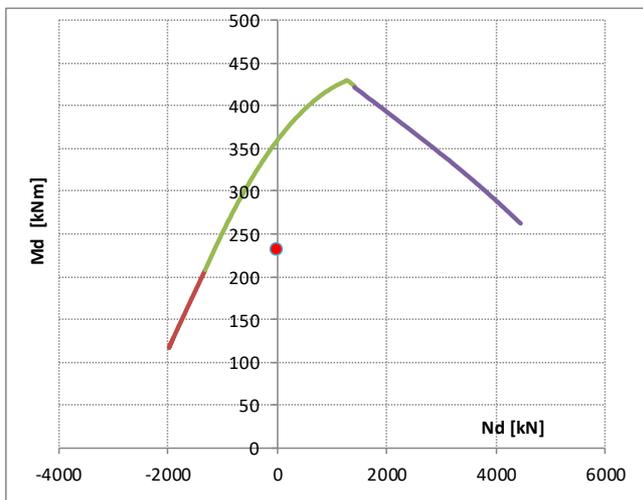
h =	300 mm	Arm. estradosso <--	3	Φ16
b =	1200 mm	Atot 4373 mm ²	12	Φ20
d =	240 mm		6	Φ12
A _s =	4373 mm ²		0	Φ16
A' _s =	679 mm ²	Atot 679 mm ²	0	Φ20
c =	60 mm	Arm. intradosso <--		0
c' =	11 mm	ξ' 0.0458	copriferro compresso adimensionale = c' / d	
		ξ" 0.2504	copriferro teso adimensionale = c / d	
E _s =	210,000 MPa	ρ _m 0.3278	rapporto meccanico armatura tesa = A _s · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	
		ρ _m ' 0.0509	rapporto meccanico armatura compressa = A _s ' · f _{yd} / (b · d' · f _{cd})	

Caratteristiche di sollecitazione

M _{sd,I}	57 kNm
M _{sd,II}	175 kNm
M _{Sd}	231 kNm
N _{Sd}	0 kN

Tensioni di progetto

f _{cd} cls =	18.1 MPa
f _{yd} acciaio =	391.3 MPa



Posizione asse neutro a rottura

ξ _{Rd} 0.346	3
-----------------------	---

Momento resistente

M _{Rd} =	360 kNm
-------------------	---------

> M_{Sd}

231 kNm

Verificato in campo 3. Acciaio compresso snervato

Il quantitativo minimo di armatura necessaria a controllare la fessurazione nelle zone tese è stato determinato con riferimento al §7.3.2 della UNI EN 1992-1:2005:

SLE - Combinazione frequente				
Verifica quantitativo minimo di armatura				
$f_{ct,eff}$	3.02	MPa	<i>tensione di aderenza acciaio-cla</i>	
k	1	-	<i>coeff. per gli effetti di tensioni autoequilibrate non uniformi</i>	
$M_{Ed,SLEfreq}$	-96	kNm	<i>fessure prima di 28 giorni?</i>	
			no	
	Breve termine			
Sezione non fessurata			Sezione fessurata	
$\sigma_{c,comp}$	4.94	MPa	$\sigma_{c,comp}$	8.44 MPa
$\sigma_{s,comp}$	28.88	MPa	$\sigma_{s,comp}$	46.05 MPa
$\sigma_{s,teso}$	-17.10	MPa	$\sigma_{s,teso,fasell}$	102.25 MPa
$\sigma_{c,teso}$	-4.63	MPa	$\sigma_{s,teso,fasel}$	111.46 MPa
			$\sigma_{s,teso}$	213.71 MPa
k_c	0.047	-	<i>coeff. per forma distribuzione tensioni pre-fessurazione</i>	
$A_{s,min}$	63	mm ²	A_s	4373 mm ²
			≤	
Verifica fessurazione				
Barre	Aderenza migliorata	Ferro	agg	
K1	0.8	<i>coefficiente aderenza armatura</i>		
K2	0.5	<i>coefficiente di distribuzione delle tensioni</i>		
K3	3.4			
K4	0.425	← <i>raccomandazioni EC 2-1-1 par. 7.3.4.(3)</i>		
p medio	80 mm	<i>distanza media fra le barre tese</i>		
Φ_{eq}	20.0 mm	<i>diametro equivalente</i>		
hc,eff	73 mm	<i>altezza tesa efficace</i>		
A _{eff}	87,164 mm ²	<i>area tesa efficace</i>		
A _s	4,373 mm ²	<i>armatura tesa</i>		
ρ_{peff}	0.0502	<i>rapporto geometrico di armatura efficace</i>		
ricopr _{net}	44.0 mm	<i>ricoprimento netto barre tese</i>		
$s_{r,max}$	217 mm	<i>distanza massima tra le fessure</i>		
α_e	6.30	<i>coeff. omogeneizzazione</i>		
k_t	0.60	<i>coeff. omogeneizzazione</i>		
σ_s	106.2 MPa	<i>tensione nell'acciaio</i>		
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	3.034E-04	<i>scorrimento acciaio calcestruzzo</i>		
w _k	0.066 mm	<i>apertura della fessura</i>	≤	0.300

OK!

OK!

SLE - Combinazione quasi permanente					
Verifica quantitativo minimo di armatura					
$f_{ct,eff}$	3.02	MPa	tensione di aderenza acciaio-clt		
k	1	-	coeff. per gli effetti di tensioni autoequilibrate non uniformi		
$M_{Ed,SLEqp}$	-50	kNm	essure prima di 28 giorni?	no	
Lungo termine					
Sezione non fessurata			Sezione fessurata		
$\sigma_{c,comp}$	2.36	MPa	$\sigma_{c,comp}$	3.18	MPa
$\sigma_{s,comp}$	32.93	MPa	$\sigma_{s,comp}$	42.97	MPa
$\sigma_{s,teso}$	-17.57	MPa	$\sigma_{s,teso,fasell}$	55.19	MPa
$\sigma_{c,teso}$	-2.05	MPa	$\sigma_{s,teso,fasel}$	111.46	MPa
			$\sigma_{s,teso}$	166.65	MPa
k_c	0.243	-	coeff. per forma distribuzione tensioni pre-fessurazione		
$A_{s,min}$	315	mm ²	\leq	A_s	4373 mm ²

OK!

Verifica fessurazione					
Barre	Aderenza migliorata	Ferro	agg		
K1	0.8	coefficiente aderenza armatura			
K2	0.5	coefficiente di distribuzione delle tensioni			
K3	3.4	← raccomandazioni EC 2-1-1 par. 7.3.4.(3)			
K4	0.425				
p medio	80 mm	distanza media fra le barre tese			
Φ_{eq}	20.0 mm	diametro equivalente			
hc,eff	73 mm	altezza tesa efficace			
A _{eff}	87,164 mm ²	area tesa efficace			
A _s	4,373 mm ²	armatura tesa			
ρ_{peff}	0.0502	rapporto geometrico di armatura efficace			
ricopr _{net}	44.0 mm	ricoprimento netto barre tese			
$s_{r,max}$	217 mm	distanza massima tra le fessure			
α_e	15.00	coeff. omogeneizzazione			
k_t	0.40	coeff. omogeneizzazione			
σ_s	57.8 MPa	tensione nell'acciaio			
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.651E-04	scorrimento acciaio calcestruzzo			
w_k	0.036 mm	apertura della fessura \leq 0.200			

OK!

SLE - Limitazione tensioni di esercizio					
Riferimento: UNI EN 1992-1-1 par. 7.3					
Tensioni di esercizio – Combinazione caratteristica					
M_{Ed} [kN]	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite
σ_c	-8	0	-8	<	19.2 MPa
$\sigma_{s,sup}$	137	111	249	<	360 MPa
$\sigma_{s,inf}$	-107	-99	-206		
Tensioni di esercizio – Combinazione quasi permanente					
M_{Ed}	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite
σ_c	-3	0	-3	<	14.4 MPa

OK!

OK!

OK!

OK!

16.3.2 Verifica a momento positivo in direzione trasversale – campata zona tipo

Caratteristiche geometriche e armatura

B	1200 mm	Armatura estradosso <--	6	Φ16
H	300 mm	Atot 3,091 mm ²	6	Φ20
c sup	71 mm		12	Φ12
c inf	4 mm		0	Φ20
ricopr.sup	44 mm	Atot 3,949 mm ²	0	Φ20
ricopr. inf	5 mm	Armatura intradosso <--		2.5
Bracci armature dal lembo superiore	dtral,sup 98 mm	dtral,inf mm		
	dagg,sup 54 mm	dagg1,inf mm		
	deq 71.2 mm	dagg2,inf mm		
	h tral 205 mm	dpredalle mm		
		deq mm		

SLU - Verifica di resistenza

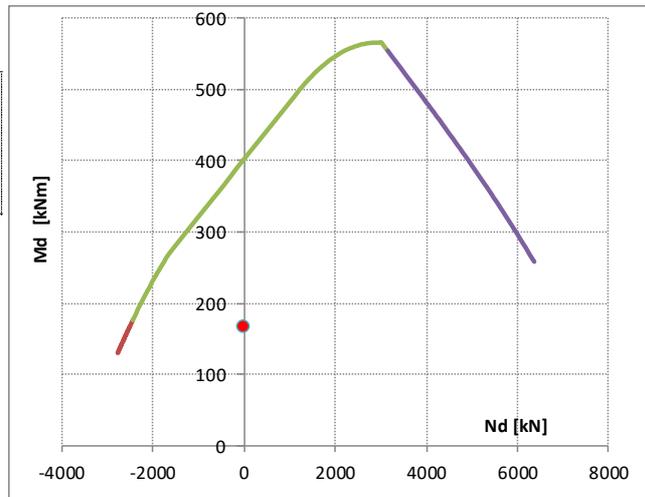
Dati

Caratteristiche geometriche

h =	300 mm	Arm. estradosso <--	6	Φ16
b =	1200 mm	Atot 3091 mm ²	6	Φ20
d =	296 mm		12	Φ12
A _s =	3949 mm ²		0	Φ20
A' _s =	3091 mm ²	Atot 3949 mm ²	0	Φ20
c =	4 mm	Arm. intradosso <--		2.5
c' =	71 mm			
E _s =	210,000 MPa	ξ' 0.2402	copriferro compresso adimensionale = c' / d	
		ξ'' 0.0124	copriferro teso adimensionale = c / d	
		ρ _m 0.2397	rapporto meccanico armatura tesa = A _s · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	
		ρ _m ' 0.1876	rapporto meccanico armatura compressa = A _s ' · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	

Caratteristiche di sollecitazione

M _{sdl}	45 kNm
M _{sdlI}	120 kNm
M _{Sd}	166 kNm
N _{Sd}	0 kN



Posizione asse neutro a rottura

ξ _{Rd} 0.256	3
-----------------------	---

Momento resistente

M_{Rd} = 402 kNm > MSd 166 kNm
Verificato in campo 3. Acciaio compresso elastico

SLE - Limitazione tensioni di esercizio

Riferimento: UNI EN 1992-1-1 par. 7.3

Tensioni di esercizio – Combinazione caratteristica

M _{Ed} [kN]	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite	
σ _c	94	-	4	<	19,2 MPa	OK!
σ _{s,inf}	95	0	95	<	360 MPa	OK!

Tensioni di esercizio – Combinazione quasi permanente

M _{Ed}	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite	
σ _c	-1,90	0	-1,90	<	14,4 MPa	OK!

16.3.3 Verifiche a momento negativo in direzione trasversale - zona giunto

Caratteristiche geometriche e armatura

B	1200 mm	Armatura estradosso <--	3	Φ16
H	300 mm	Atot 4,373 mm ²	12	Φ20
c sup	60 mm		6	Φ12
c inf	11 mm		0	Φ16
ricopr.sup	44 mm	Atot 679 mm ²	0	Φ20
ricopr. inf	5 mm	Armatura intradosso <--		0
Bracci armature dal lembo superiore	dtral,sup 98 mm	dtral,inf	mm	
	dagg,sup 54 mm	dagg1,inf	mm	
	deq 60.1 mm	dagg2,inf	mm	
	h tral 205 mm	dpredalle	mm	
		deq	mm	

SLU - Verifica di resistenza

Dati

Caratteristiche geometriche

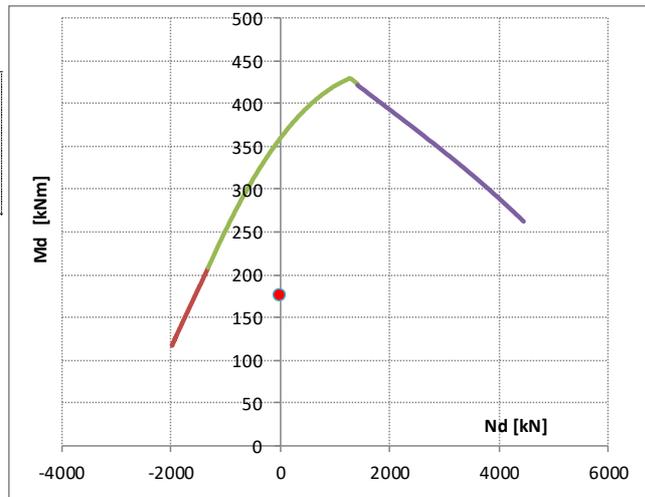
h =	300 mm	Arm. estradosso <--	3	Φ16
b =	1200 mm	Atot 4373 mm ²	12	Φ20
d =	240 mm		6	Φ12
A _s =	4373 mm ²		0	Φ16
A' _s =	679 mm ²	Atot 679 mm ²	0	Φ20
c =	60 mm	Arm. intradosso <--		0
c' =	11 mm			
E _s =	210,000 MPa	ξ' 0.0458	copriferro compresso adimensionale = c' / d	
		ξ'' 0.2504	copriferro teso adimensionale = c / d	
		ρ _m 0.3278	rapporto meccanico armatura tesa = A _s · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	
		ρ _m ' 0.0509	rapporto meccanico armatura compressa = A' _s · f _{yd} / (b · d' · f _{cd})	

Caratteristiche di sollecitazione

M _{sdl}	57 kNm
M _{sdlI}	119 kNm
M _{Sd}	175 kNm
N _{Sd}	0 kN

Tensioni di progetto

f _{cd} cls =	18.1 MPa
f _{yd} acciaio =	391.3 MPa



Posizione asse neutro a rottura

ξ _{Rd} 0.346	3
-----------------------	---

Momento resistente

M _{Rd} =	360 kNm
-------------------	---------

> MSd

175 kNm

Verificato in campo 3. Acciaio compresso snervato

Il quantitativo minimo di armatura necessaria a controllare la fessurazione nelle zone tese è stato determinato con riferimento al §7.3.2 della UNI EN 1992-1:2005:

SLE - Combinazione frequente					
Verifica quantitativo minimo di armatura					
$f_{ct,eff}$	3.02	MPa	tensione di aderenza acciaio-cla		
k	1	-	coeff. per gli effetti di tensioni autoequilibrate non uniformi		
$M_{Ed,SLEfreq}$	-62	kNm	fessure prima di 28 giorni?		no
Breve termine					
Sezione non fessurata			Sezione fessurata		
$\sigma_{c,comp}$	3.21	MPa	$\sigma_{c,comp}$	5.49	MPa
$\sigma_{s,comp}$	18.79	MPa	$\sigma_{s,comp}$	29.96	MPa
$\sigma_{s,teso}$	-11.12	MPa	$\sigma_{s,teso,fasell}$	66.53	MPa
$\sigma_{c,teso}$	-3.01	MPa	$\sigma_{s,teso,fasel}$	111.46	MPa
			$\sigma_{s,teso}$	177.99	MPa
k_c	0.170	-	coeff. per forma distribuzione tensioni pre-fessurazione		
$A_{s,min}$	229	mm ²	A_s	4373	mm ²
Verifica fessurazione					
Barre	Aderenza migliorata		Ferro	agg	
K1	0.8		coefficiente aderenza armatura		
K2	0.5		coefficiente di distribuzione delle tensioni		
K3	3.4				
K4	0.425		← raccomandazioni EC 2-1-1 par. 7.3.4.(3)		
p medio	80 mm		distanza media fra le barre tese		
Φ_{eq}	20.0 mm		diametro equivalente		
hc,eff	73 mm		altezza tesa efficace		
A _{eff}	87,164 mm ²		area tesa efficace		
A _s	4,373 mm ²		armatura tesa		
ρ_{peff}	0.0502		rapporto geometrico di armatura efficace		
ricopr _{net}	44.0 mm		ricoprimento netto barre tese		
$s_{r,max}$	217 mm		distanza massima tra le fessure		
α_e	6.30		coeff. omogeneizzazione		
k_t	0.60		coeff. omogeneizzazione		
σ_s	69.1 MPa		tensione nell'acciaio		
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	1.974E-04		scorrimento acciaio calcestruzzo		
w _k	0.043 mm		apertura della fessura		≤ 0.300

OK!

OK!

SLE - Combinazione quasi permanente

Verifica quantitativo minimo di armatura

$f_{ct,eff}$	3.02	MPa	tensione di aderenza acciaio-cla
k	1	-	coeff. per gli effetti di tensioni autoequilibrate non uniformi
$M_{Ed,SLEfreq}$	-16	kNm	fessure prima di 28 giorni?

Lungo termine

Sezione non fessurata

$\sigma_{c,comp}$	0.75	MPa
$\sigma_{s,comp}$	10.44	MPa
$\sigma_{s,teso}$	-5.57	MPa
$\sigma_{c,teso}$	-0.65	MPa

Sezione fessurata

$\sigma_{c,comp}$	1.01	MPa
$\sigma_{s,comp}$	13.62	MPa
$\sigma_{s,teso,fasell}$	17.49	MPa
$\sigma_{s,teso,fasel}$	111.46	MPa
$\sigma_{s,teso}$	128.95	MPa

k_c	0.350	-	coeff. per forma distribuzione tensioni pre-fessurazione
$A_{s,min}$	454	mm ²	$\leq A_s$ 4373 mm ²

OK!

Verifica fessurazione

Barre	Aderenza migliorata	Ferro	agg
K1	0.8	coefficiente aderenza armatura	
K2	0.5	coefficiente di distribuzione delle tensioni	
K3	3.4		
K4	0.425	← raccomandazioni EC 2-1-1 par. 7.3.4.(3)	
p medio	80 mm	distanza media fra le barre tese	
Φ_{eq}	20.0 mm	diametro equivalente	
hc,eff	73 mm	altezza tesa efficace	
A _{eff}	87,164 mm ²	area tesa efficace	
A _s	4,373 mm ²	armatura tesa	
ρ_{peff}	0.0502	rapporto geometrico di armatura efficace	
ricopr _{net}	44.0 mm	ricoprimento netto barre tese	
$s_{r,max}$	217 mm	distanza massima tra le fessure	
α_e	15.00	coeff. omogeneizzazione	
k_t	0.40	coeff. omogeneizzazione	
σ_s	18.3 MPa	tensione nell'acciaio	
$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	5.233E-05	scorrimento acciaio calcestruzzo	
w_k	0.011 mm	apertura della fessura \leq 0.200	

OK!

SLE - Limitazione tensioni di esercizio

Riferimento: UNI EN 1992-1-1 par. 7.3

Tensioni di esercizio – Combinazione caratteristica

M_{Ed} [kN]	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite
σ_c	-6	0	-6	<	19.2 MPa
$\sigma_{s,sup}$	96	111	207	<	360 MPa

OK!

OK!

Tensioni di esercizio – Combinazione quasi permanente

M_{Ed}	2a fase	1a fase	Tensioni totali		Limite
σ_c	-1	0	-1	<	14.4 MPa

OK!

16.4 Verifiche a taglio

In accordo al § 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.2018 e al § 6.2 della norma UNI EN 1992-1-1:2005, la resistenza a taglio di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di un'adeguata schematizzazione a traliccio.

Nel caso in esame, gli elementi resistenti sono costituiti dalle aste di parete dei tralicci di prédalle, dalle armature trasversali di soletta e dal corrente compresso di calcestruzzo e le bielle compresse ad inclinazione variabile.

La verifica di resistenza agli SLU si traduce, così, nel verificare che: $V_{Rd} > V_{ed}$ in cui V_{ed} è il valore di calcolo dello sforzo di taglio agente.

Il valore del taglio resistente si assume come il minore tra il la resistenza a "taglio trazione" dell'armatura trasversale $V_{Rs,d}$, e la resistenza a "taglio compressione" del puntone di calcestruzzo d'anima $V_{Rc,d}$. Più precisamente:

$$V_{Rd} = \min [V_{Rs,d}; V_{Rc,d}]$$

Dove

$$V_{Rs,d} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg \alpha + ctg \vartheta) \cdot sen \alpha$$

resistenza a taglio trazione dell'armatura

$$V_{Rc,d} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot f'_{cd} \cdot (ctg \alpha + ctg \vartheta) / (1 + ctg^2 \vartheta)$$

resistenza a taglio compressione

- d altezza utile della sezione
- bw larghezza minima della sezione
- Asw area dell'armatura trasversale (a taglio)
- s interasse tra due armature trasversali (a taglio) consecutive
- f_{yd} resistenza al limite di snervamento dell'acciaio di armatura
- f'cd resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima f'cd = 0.5 f'cd
- α inclinazione delle armature trasversali (a taglio) rispetto all'asse della trave
- θ è l'inclinazione variabile dei puntoni d'anima tale che 1 < ctg θ < 2.5

La verifica viene condotta su una sezione con le caratteristiche qui sotto descritte:

GEOMETRIA DELLA SEZIONE			
Altezza della sezione.....	H	294	[mm]
Base della sezione.....	b _w	1000	[mm]
Altezza utile della sezione.....	d	159	[mm]
Area della sezione di calcestruzzo.....	A _c	294000	[mm ²]
Diametro massimo delle barre di armatura trasversale di soletta.....	φ _{max}	22	[mm]
Diametro minimo delle barre di armatura trasversale di soletta.....	φ _{min}	16	[mm]

Verifica in presenza di specifiche armature a taglio (§ 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.2018):

Elementi senza armature resistenti a taglio		
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V_{Ed}	210,6 [kN]
Elementi con armature resistenti al taglio		
L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave.....	θ	21,8 [°]
Diametro delle staffe.....	ϕ_{sw}	10 [mm]
Numero di bracci.....	n_b	5 [-]
Interasse tra due armature a taglio consecutive.....	s	200 [mm]
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio rispetto all'asse della trave.....	α	64,00 [°]
Coefficiente di riduzione della resistenza per il calcestruzzo fessurato.....	ν	0,5 [-]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio.....	A_{sw}	393 [mm ²]
Coefficiente maggiorativo.....	α_c	1,00 [-]
Resistenza di calcolo fornita dall'armatura a taglio.....	V_{Rsd}	295 [kN]
Resistenza di calcolo fornita dai puntoni di calcestruzzo.....	V_{Rcd}	586 [kN]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio	V_{Rd}	295 [kN]

verificato

16.5 Verifiche locali - Urto del veicolo in svio

Al fine di valutare l'effetto prodotto sull'impalcato da un veicolo in svio, si è fatto riferimento alle Linee Guida ANAS per la progettazione di ponti e viadotti stradali a travata, le quali schematizzano l'azione di collisione/urto di veicolo in svio con un sistema di forze orizzontali trasversali, applicate alla quota di 1 m dal piano viario, cui si associa un carico verticale isolato (schema di carico II, in accordo con il § 5.1.3.10 delle NTC 18) posizionato in adiacenza al sicurvia e disposto nella posizione più gravosa:

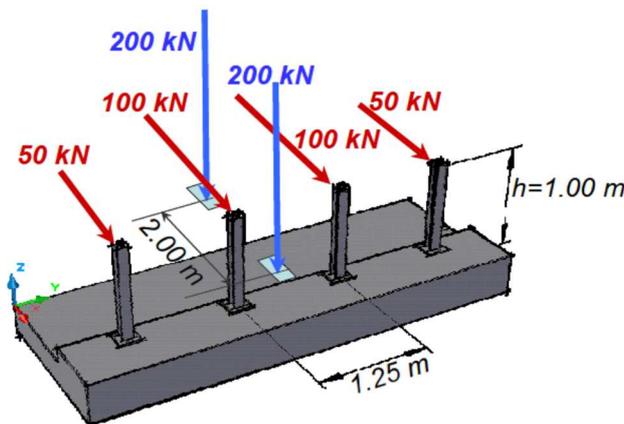


Figura 32: Sistema di forze equivalenti all'urto di un veicolo in svio.

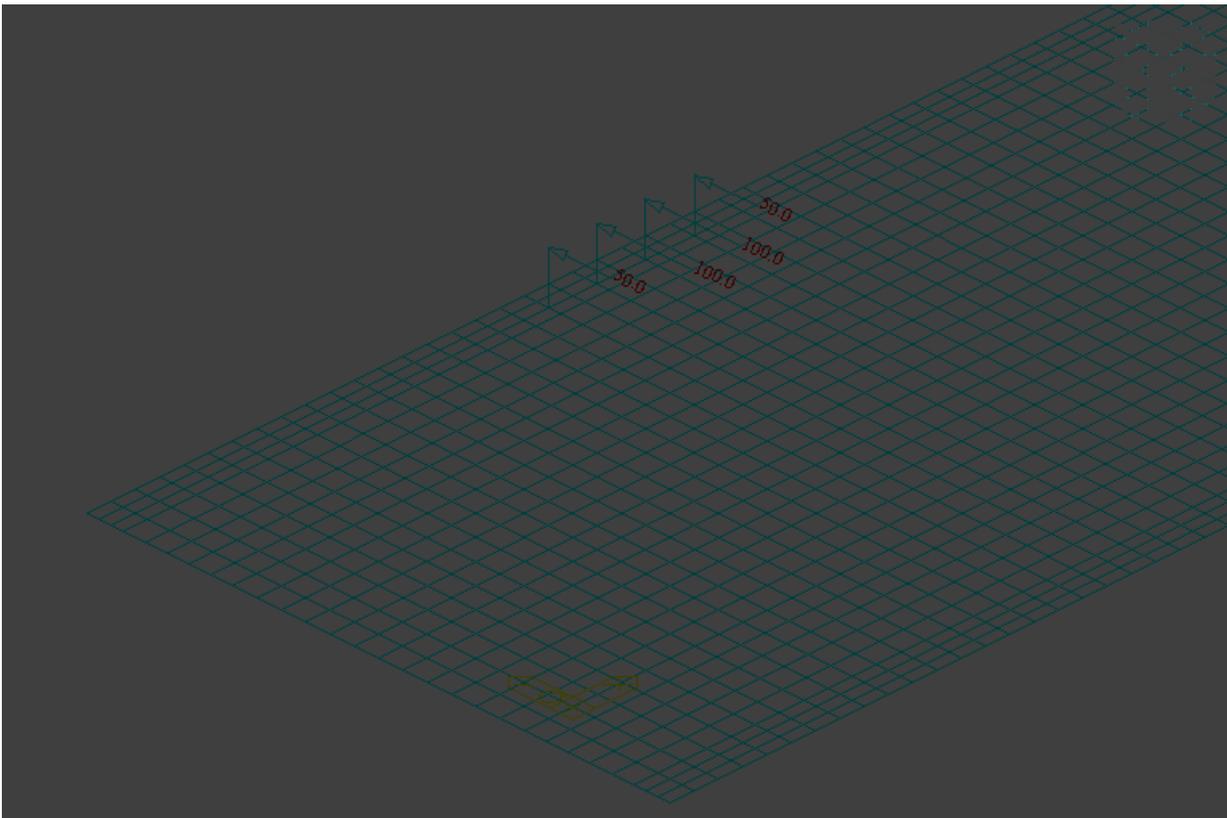


Figura 33: Applicazione nel modello tridimensionale delle forze orizzontali equivalenti all'urto

Le sollecitazioni in direzione trasversale indotte in questa configurazione di carico sono le seguenti:

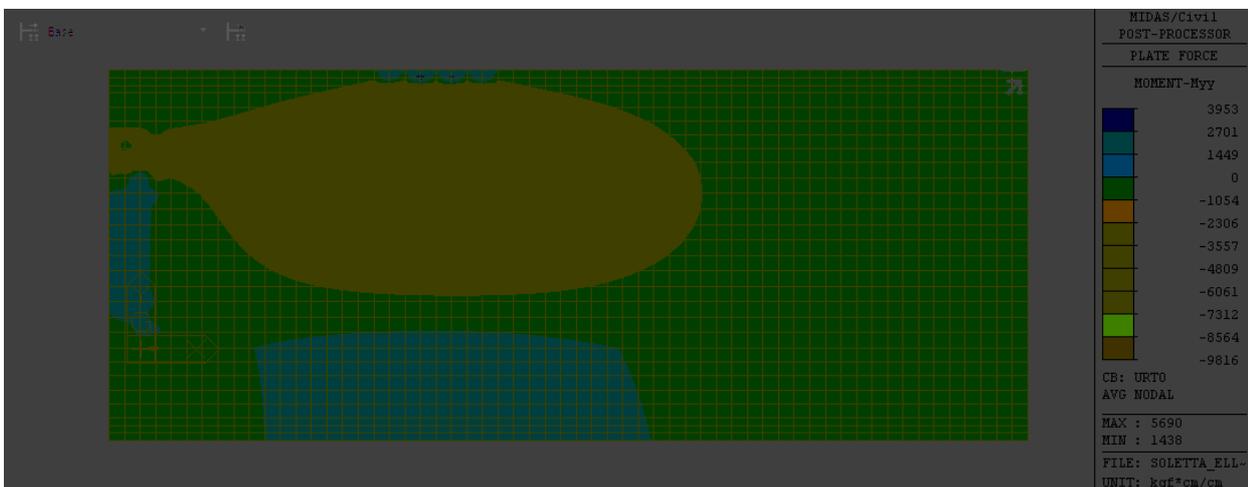


Figura 34: Momenti flettenti trasversali indotti nella condizione di urto di un veicolo in svio

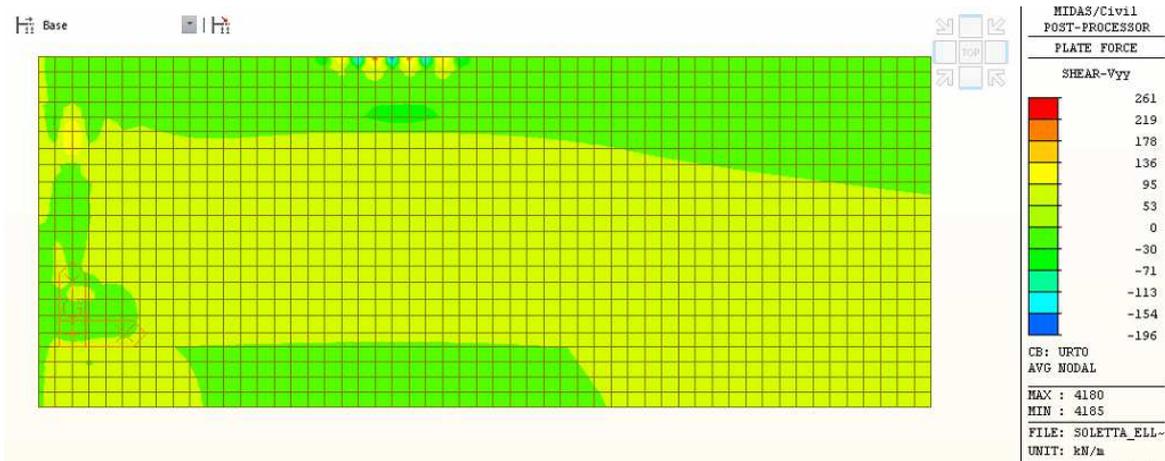


Figura 35: Sollecitazioni taglianti in direzione trasversale indotte dalla condizione di urto di un veicolo in svio

Le verifiche sono state condotte ai soli SLU, adottando coefficienti parziali di sicurezza unitari per il sistema di forze orizzontali equivalenti all'urto.

16.5.1 Verifica a tenso-flessione

La verifica di resistenza a tenso-flessione della sezione verticale maggiormente sollecitata è stata condotta ai sensi del § 4.1.2.3.4.2 del DM 17/01/2018, con riferimento ad una larghezza di 1.25 m, pari all'interasse tra due montanti successivi del sicurvia.

Caratteristiche geometriche e armatura

B	1250 mm	Armatura estradosso <--	3	Φ16
H	300 mm	Atot 4,373 mm ²	12	Φ20
c sup	60 mm		6	Φ12
c inf	11 mm		0	Φ16
ricopr.sup	44 mm	Atot 679 mm ²	0	Φ20
ricopr. inf	5 mm	Armatura intradosso <--		0
Bracci armature dal lembo superiore	dtral,sup 98 mm	dtral,inf mm		
	dagg,sup 54 mm	dagg1,inf mm		
	deq 60.1 mm	dagg2,inf mm		
	h tral 205 mm	dpredalle mm		
		deq mm		

SLU - Verifica di resistenza

Dati

Caratteristiche geometriche

h =	300 mm	Arm. estradosso <--	3	Φ16
b =	1250 mm	Atot 4373 mm ²	12	Φ20
d =	240 mm		6	Φ12
A _s =	4373 mm ²		0	Φ16
A' _s =	679 mm ²	Atot 679 mm ²	0	Φ20
c =	60 mm	Arm. intradosso <--		0
c' =	11 mm			
E _s =	210,000 MPa	ξ' 0.0458	copriferro compresso adimensionale = c' / d	
		ξ" 0.2504	copriferro teso adimensionale = c / d	
		ρ _m 0.3147	rapporto meccanico armatura tesa = A _s · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	
		ρ _m ' 0.0488	rapporto meccanico armatura compressa = A' _s · f _{yd} / (b · d · f _{cd})	

Caratteristiche di sollecitazione

M _{sd,I}	20 kNm
M _{sd,II}	76 kNm

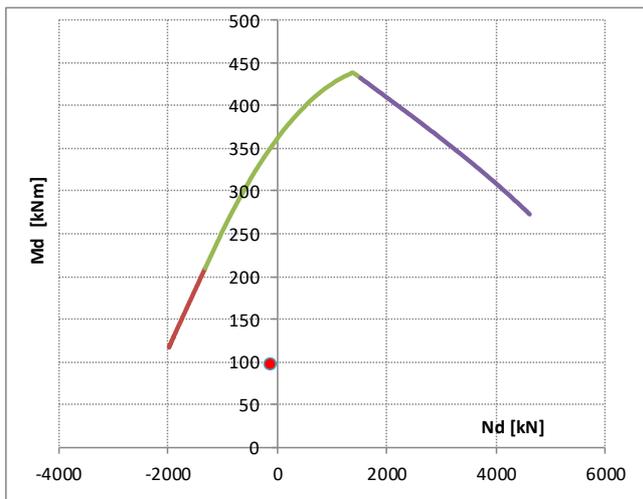
M_{sd} = 96 kNm

N_{sd} = -100 kN

Tensioni di progetto

f_{cd} cls = 18.1 MPa

f_{yd} acciaio = 391.3 MPa



Posizione asse neutro a rottura

ξ _{Rd} 0.309	3
-----------------------	---

Momento resistente

M_{Rd} = 353 kNm

> M_{sd}

96 kNm

Verificato in campo 3. Acciaio compresso snervato

16.5.2 Verifica a taglio - soletta

La verifica a taglio della sezione verticale maggiormente sollecitata è stata condotta con riferimento al § 4.1.2.3.5.2 del DM 17.01.2018:

GEOMETRIA DELLA SEZIONE			
Altezza della sezione.....	H	294	[mm]
Base della sezione.....	b _w	1000	[mm]
Altezza utile della sezione.....	d	159	[mm]
Area della sezione di calcestruzzo.....	A _c	294000	[mm ²]
Diametro massimo delle barre di armatura trasversale di soletta.....	φ _{max}	22	[mm]
Diametro minimo delle barre di armatura trasversale di soletta.....	φ _{min}	16	[mm]
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V_{Ed}	261	[kN]
Elementi con armature resistenti al taglio			
L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave.....	θ	21,8	[°]
Diametro delle staffe.....	φ _{sw}	10	[mm]
Numero di bracci.....	n _b	5	[-]
Interasse tra due armature a taglio consecutive.....	s	200	[mm]
Angolo di inclinazione dell'armatura a taglio rispetto all'asse della trave.....	α	64,00	[°]
Coefficiente di riduzione della resistenza per il calcestruzzo fessurato.....	v	0,5	[-]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio.....	A _{sw}	393	[mm ²]
Coefficiente maggiorativo.....	α _c	1,00	[-]
Resistenza di calcolo fornita dall'armatura a taglio.....	V _{Rsd}	295	[kN]
Resistenza di calcolo fornita dai puntoni di calcestruzzo.....	V _{Rcd}	586	[kN]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio	V_{Rd}	295	[kN]

verificato

16.5.3 Verifica a torsione

La verifica a torsione per effetto del momento indotto dall'urto è stata condotta secondo il § 4.1.2.3.6 del DM 17/01/2018.

Lo schema resistente nei confronti delle sollecitazioni torcenti è costituito da un traliccio periferico in cui gli sforzi di trazione sono affidati alle armature longitudinali e trasversali ivi contenute e gli sforzi di compressione sono affidati alle bielle di calcestruzzo ad inclinazione variabile.

La verifica di resistenza agli SLU si traduce, così, nel verificare che: T_{Rd} > T_{ed} in cui T_{ed} è il valore di progetto del momento torcente agente.

La resistenza di progetto a torsione T_{Rd} è, invece, il minore tra tre distinti contributi:

$$T_{Rd} = \min [T_{Rs,d}; T_{Rc,d}; T_{Rl,d}]$$

Dove

$$T_{Rs,d} = 2 \cdot A \cdot \frac{A_s}{s} \cdot f_{yd} \cdot ctg \vartheta \quad \text{contributo resistente delle staffe trasversali}$$

$$T_{Rc,d} = 2 \cdot A \cdot t \cdot f'_{cd} \cdot ctg \vartheta / (1 + ctg^2 \vartheta) \quad \text{contributo resistente delle bielle in calcestruzzo}$$

$$T_{Rl,d} = 2 \cdot A \cdot \frac{\sum A_l}{u_m} \cdot f_{yd} / ctg \vartheta \quad \text{contributo resistente dell'armatura longitudinale}$$

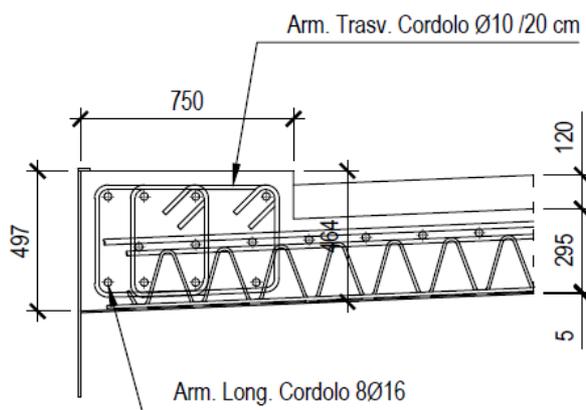
t	spessore della ideale sezione cava perimetrale resistente a torsione
A	area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico
A_s	area delle staffe
s	passo delle staffe
f_{yd}	resistenza al limite di snervamento dell'acciaio di armatura
f'_{cd}	resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima $f'_{cd} = 0.5 f'_{cd}$
U_m	perimetro medio del nucleo resistente
θ	inclinazione variabile delle bielle compresse rispetto all'asse della trave, tale che $1 < \text{ctg } \theta < 2.5$
ΣA_l	area complessiva delle barre longitudinali

A favore di sicurezza, la verifica è stata condotta con riferimento all'altezza minima della sezione di cordolo e considerando come armatura longitudinale resistente solo quella contenuta all'interno dell'ideale profilo cavo resistente; inoltre, è stato trascurato il contributo della prédalle metallica nel meccanismo resistente a torsione.

La sezione di verifica presenta, dunque, le caratteristiche di seguito riportate:

GEOMETRIA DELLA SEZIONE

Altezza della sezione.....	H	464	[mm]
Base della sezione.....	b_w	750	[mm]
Altezza utile della sezione.....	d	318	[mm]
Area della sezione di calcestruzzo.....	A_c	348000	[mm ²]
Diametro massimo delle barre di armatura longitudinale di cordolo.....	ϕ_{max}	16	[mm]
Diametro minimo delle barre di armatura longitudinale di cordolo.....	ϕ_{min}	10	[mm]



Resistenza nei confronti delle sollecitazioni torcenti			
Valore di calcolo del momento torcente agente	T_{Ed}	101	[kNm]
Contributo delle bielle di calcestruzzo			
L'inclinazione θ dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave.....	θ	45.00	[°]
Area della sezione.....	A _c	315750	[mm ²]
Perimetro della sezione.....	u	2342	[mm]
Spessore della sezione cava resistente.....	t	146	[mm]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima.....	f _{cd}	13.60	[N/mm ²]
Contributo delle staffe			
Diametro delle staffe.....	φ _{sw}	10	[mm]
Numero di bracci.....	n _b	4	[-]
Interasse tra due armature a taglio consecutive.....	s	200	[mm]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio.....	A _s	314	[mm ²]
Area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico.....	A	166100	[mm ²]
Contributo dell'armatura longitudinale			
Perimetro medio del nucleo resistente.....	u _m	1758	[mm]
Area complessiva delle barre longitudinali.....	ΣA _l	1608	[mm ²]
Resistenza di calcolo fornita dai puntoni di calcestruzzo.....	T _{Rcd}	330	[kNm]
Resistenza di calcolo fornita dall'armatura a taglio.....	T _{Rs}	235	[kNm]
Resistenza di calcolo fornita dall'armatura longitudinale.....	T _{Rld}	137	[kNm]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio	T_{Rd}	137	[kNm]

verificato

16.5.4 Verifica a taglio - cordolo

La verifica a taglio del cordolo sotto l'azione della forza d'urto è stata condotta con riferimento al § 4.1.2.3.5.1 del DM 17.01.2018:

Elementi senza armature resistenti a taglio			
Valore di calcolo dello sforzo di taglio agente	V_{Ed}	100	[kN]
Armatura longitudinale tesa nella sezione.....	A _{s1}	1571	[mm ²]
Valore di calcolo dello sforzo normale agente.....	N _{Ed}	0	[kN]
Valore di calcolo del momento flettente.....	M _{Ed}	0	[kNm]
Tensione media di compressione nella sezione (≤ 0,2 f _{cd}).....	σ _{cp}	0,000	[N/mm ²]
Rapporto geometrico di armatura trasversale di soletta (≤ 0,02).....	ρ ₁	0,002	[-]
Coefficiente k (effetto ingranamento).....	k	1,538	[-]
	V _{min}	0,395	[N/mm ²]
V_{Rd} = {0,18*k*(100*ρ₁*f_{ck})^{1/3}/γ_c+0,15*σ_{cp}}*b_w*d ≥ (v_{min}+0,15*σ_{cp})*b_w*d		443	
		443	[kN]
Resistenza a taglio dell'elemento	V_{Rd}	443	[kN]

verificato

16.5.5 Verifica di taglio scorrimento per effetto dell'azione da urto

La tensione tangenziale indotta dall'urto all'interfaccia tra getto della soletta e quello del gradino di cordolo è stata calcolata secondo il § 6.2.5 della EN 1992-1-1. Nello specifico, essa è data da:

$$V_{Edi} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{z \cdot b_i}$$

Dove:

β è il rapporto tra la forza longitudinale nell'ultimo getto di calcestruzzo e la forza longitudinale totale in zona compressa o tesa, entrambe calcolate nella sezione considerata

V_{Ed} area racchiusa dalla fibra media del profilo periferico

z braccio della coppia interna

b_i passo delle staffe

Sempre con riferimento al § 6.2.5, è possibile calcolare la resistenza di progetto a taglio all'interfaccia cordolo-soletta:

$$V_{Rdi} = c \cdot f_{ctd} + \mu \cdot \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} \cdot (\mu \cdot \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 \cdot v \cdot f_{cd}$$

Nella quale:

c, μ coefficienti che dipendono dalla scabrezza dell'interfaccia (per superfici scabre si può assumere $c=0,45$ e $\mu = 0,7$)

σ_n tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia che può agire simultaneamente alla forza di taglio, positiva se di compressione, ma tale che $\sigma_n < 0,6 f_{cd}$ e negativa se di trazione. Se σ_n è di trazione si raccomanda di assumere $c = 0$

$\rho = A_s/A_i$ con A_s area di armatura che attraversa l'interfaccia, compresa l'ordinaria armatura a taglio (se presente), adeguatamente ancorata ad entrambi i lati dell'interfaccia, e A_i area della sezione considerata

α inclinazione della superficie di getto su quella esistente (compresa tra 45° e 90°)

v coefficiente di riduzione della resistenza pari a: $v = 0,6 \cdot (1 - \frac{f_{ck}}{250})$

La verifica è, dunque, quella di seguito riportata:

Verifica a taglio-scorrimento in corrispondenza dell'interfaccia cordolo - soletta			
Valore di calcolo dell'azione tagliante trasversale	V_{Ed}	100	[kN]
Inclinazione della superficie di getto sull'esistente.....	α	90.00	[°]
Area della sezione.....	A _i	750000	[mm ²]
Braccio coppia interna.....	z	630	[mm]
Larghezza interfaccia.....	b _i	1000	[mm]
Resistenza di calcolo a trazione diretta.....	f _{ctd}	2.12	[N/mm ²]
Coefficiente funzione della scabrezza dell'interfaccia.....	c	0	[-]
Coefficiente funzione della scabrezza dell'interfaccia.....	μ	0.7	[-]
Tensione prodotta dalla forza esterna minima agente nell'interfaccia.....	σ_n	-	[N/mm ²]
Diametro delle staffe.....	ϕ_{sw}	10	[mm]
Numero di bracci.....	n _b	4	[-]
Interasse tra due armature a taglio consecutive.....	s	200	[mm]
Area dell'armatura che attraversa l'interfaccia.....	A _s	1571	[mm ²]
Rapporto d'armatura che attraversa l'interfaccia.....	ρ	0.002	[mm ²]
Coefficiente di riduzione della resistenza.....	v	0.5232	[-]
Resistenza a compressione ridotta.....	f _{cd}	14.23	[N/mm ²]
Tensione tangenziale all'interfaccia.....	V _{edi}	0.16	[N/mm ²]
Resistenza di calcolo massima.....	V _{rdi,max}	7.12	[N/mm ²]
Resistenza di progetto a taglio all'interfaccia cordolo-soletta.....	V _{rdi}	0.66	[N/mm ²]
Resistenza di progetto a taglio all'interfaccia cordolo-soletta	V_{Rdi}	0.66	[kNm]

verificato

17 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

In conformità al punto 10.2.1 delle ntc2008 di seguito si riportano i controlli effettuati sui risultati delle elaborazioni al fine di comprovarne l'attendibilità.

L'attendibilità dei risultati ottenuti per mezzo del codice di calcolo è stata verificata confrontando i valori delle sollecitazioni e delle reazioni vincolari forniti dal modello agli elementi finiti, riportati rispettivamente ai paragrafi 9.2 e 14 della presente relazione, con i risultati di un calcolo manuale condotto considerando schemi semplificati.

17.1 Confronto in termini di sollecitazioni

Come enunciato al paragrafo 1, il viadotto Ellero si sviluppa su quattro campate di luci 48 m + 72 m + 72 m + 48 m e presenta una struttura bitrave con fondo controventato, che gli conferisce un comportamento a cassone equivalente secondo Bredt.

Ai fini di vagliare i risultati ottenuti dal modello agli elementi finiti, di seguito questi vengono confrontati con gli analoghi ottenuti tramite schemi semplificati; senza perdere di generalità, il confronto viene effettuato con riferimento al solo peso proprio G1.

g1 Pesì propri

A. getto soletta	25.00 kN/m ³ x 29.4 cm =	7.35 kN/m ²
B. predalle acciaio	78.50 kN/m ³ x 0.6 cm =	0.47 kN/m ²
C. peso impalcato		da modello

g2 Pesì permanenti portati

A. pavimentazione	24.00 kN/m ³ x 11 cm =	2.64 kN/m ²
B. cordoli	2 x 25.00 kN/m ³ x 0 m ² =	5.63 kN/m
C. guard-rail laterali	1.50 kN/m x 2 =	3.00 kN/m
D. tubo scarico, impianti	1.50 kN/m x 2 =	3.00 kN/m

Considerando, in via semplificata, un peso proprio costante per le travi metalliche di impalcato, si ottiene, dunque:

	sp. (m)	largh. (m)	γ (kN/m ³)	(kN/m ²)	(kN/m)			
FASE G g1,acciaio					30.85			
g1, predalle	0.006	0	78.5	0.47	5.65			
g1, getto	0.294	0	25	7.35	88.20	tot G1:	124.7	kN/m

17.1.1 Risultati FEA

Di seguito si riporta il diagramma delle sollecitazioni flettenti indotte dal solo peso proprio G1. Si precisa che, conformemente alla struttura unifilare del modello agli elementi finiti messo a punto per l'analisi globale, le sollecitazioni presentate sono relative all'intero cassone.

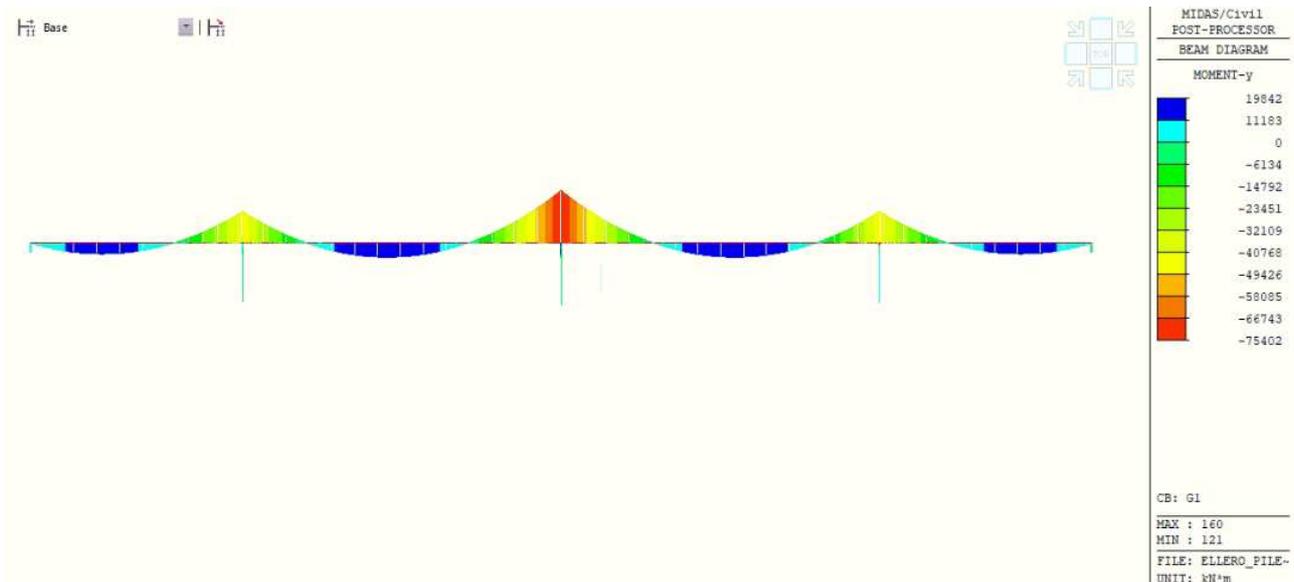


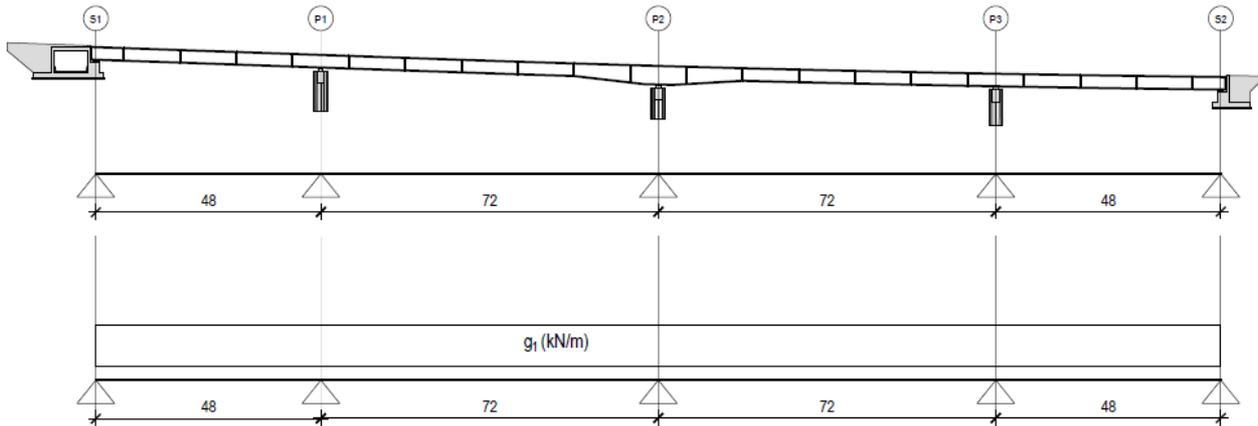
Figura 36 – Momenti flettenti My indotti dal peso proprio G1 [kNm].

17.1.2 Calcolo mediante schemi semplificati

Come detto in precedenza, il peso G1 è assimilabile a un carico uniformemente distribuito sul cassone di impalcato, pari a:

$$g_1 = 124.7 \text{ kN/m}$$

La struttura di impalcato può essere, dunque, schematizzata come una trave continua su 5 appoggi, soggetta al carico g_1 .



Assumendo come incognite iperstatiche $X_1=X_3$, X_2 i momenti flettenti negativi in corrispondenza delle pile, è possibile risolvere lo schema statico con gli usuali metodi della scienza delle costruzioni:

Equazione di congruenza in corrispondenza della pila P1 (analoga su pila P3):

$$\frac{1}{3} \cdot \left(\frac{l_{sx}}{\alpha} + l_{dx} \right) \cdot X_1 + \frac{l_{dx}}{6} \cdot X_2 = \frac{1}{24} \cdot g_1 \cdot \left(\frac{l_{sx}^3}{\alpha} + l_{dx}^3 \right)$$

Equazione di congruenza in corrispondenza della pila P2:

$$\frac{l_{dx}}{6} \cdot X_1 + \frac{1}{3} \cdot (l_{sx} + l_{dx}) \cdot X_2 + \frac{l_{dx}}{6} \cdot X_3 = \frac{1}{24} \cdot g_1 \cdot (l_{sx}^3 + l_{dx}^3)$$

Laddove sono state assunte, in via semplificata, inerzie J_{riva} e J_{cen} costanti rispettivamente per le campate di riva e per la campata centrale, con $J_{riva} = \alpha \cdot J_{cen}$ ($\alpha \approx 0.37$).

Da cui si ottiene (sono riportati i valori assoluti dei momenti ottenuti):

$X_1 =$	41159	kNm	M^- (P1)
$X_2 =$	60226	kNm	M^- (P2)
$X_3 =$	41159	kNm	M^- (P3)

Confrontando tali risultati con quelli ottenuti dal modello agli elementi finiti, si ha:

	Schemi semplificati	FEA	Δ
$M_{P1} = M_{P3}$ (kNm)	41159	45467	9%
M_{P2} (kNm)	60226	75402	20%

Tali risultati confortano sull'accettabilità e la cautelatività del modello di calcolo. Le piccole differenze evidenziate sono dovute in primo luogo alla assunzione, in via semplificata, di un peso proprio costante per le travi di impalcato; in secondo luogo, ai fini della risoluzione dello schema di trave continua non si è tenuto conto, come detto in precedenza, della reale variazione delle caratteristiche geometriche e quindi inerziali dei conci, invece considerata dal modello di calcolo.

17.2 Confronto in termini di reazioni vincolari

Come ulteriore validazione della modellazione effettuata, si riporta di seguito un confronto in termini di reazioni vincolari.

A titolo di esempio, le reazioni vincolari indotte dai pesi propri G1, così come elencate nel paragrafo 14 del presente documento, sono le seguenti:

	FEA	
	Trave sx	Trave dx
Spalla SA	955	910
Pila P1	3992	4053
Pila P2	5032	5068
Pila P3	4047	3996
Spalla SB	913	952

Tali risultati sono stati confrontati con quelli ottenuti per semplice valutazione della quota parte di carico che compete a ciascuna sottostruttura, in relazione alla sua area di influenza. In considerazione dello schema di trave continua, tali fasce di influenza sono state valutate come segue:

$$\text{Spalle: } N_{z, Spalla} = g_1 \cdot L_{\text{infl}(spalla)} \approx g_1 \cdot 0.35 \cdot L_{\text{riva}}$$

$$\text{Pila centrale: } N_{z, P2} = g_1 \cdot L_{\text{infl}(P2)} = g_1 \cdot L_{\text{cen}}$$

Laddove $g_1 = 124.5 \text{ kN/m}$, come detto in precedenza.

Da cui:

	Reazioni vincolari N (z) [kN] - Fase 1 (g)						Δ
	FEA		Schemi semplificati				
	Trave sx	Trave dx	L, infl (m)	Nz,tot	Trave sx	Trave dx	
Spalla SA	955	910	16.8	2095	1047	1047	-12%
Pila P1	3992	4053	67.2	8380	4190	4190	-4%
Pila P2	5032	5068	72	8978	4489	4489	11%
Pila P3	4047	3996	67.2	8380	4190	4190	-4%
Spalla SB	913	952	16.8	2095	1047	1047	-12%
Tot:	29919				Tot:	29928	-0.03%

Dal confronto emerge, dunque, una corrispondenza pressoché perfetta dei risultati ottenuti dal modello agli elementi finiti con quelli derivanti da schemi semplificati. Le uniche differenze evidenziate in corrispondenza delle spalle, apparentemente non cautelative ma irrisorie in termini assoluti, sono da attribuire alla sovrastima nello schema semplificato dell'area di influenza delle spalle.

Per maggior completezza, si riportano considerazioni relative alle reazioni vincolari prodotte dai carichi tandem.

La condizione che massimizza le reazioni vincolari su ciascuna pila è quella in cui i tandem delle tre corsie di carico sono disposti proprio in corrispondenza della pila stessa:

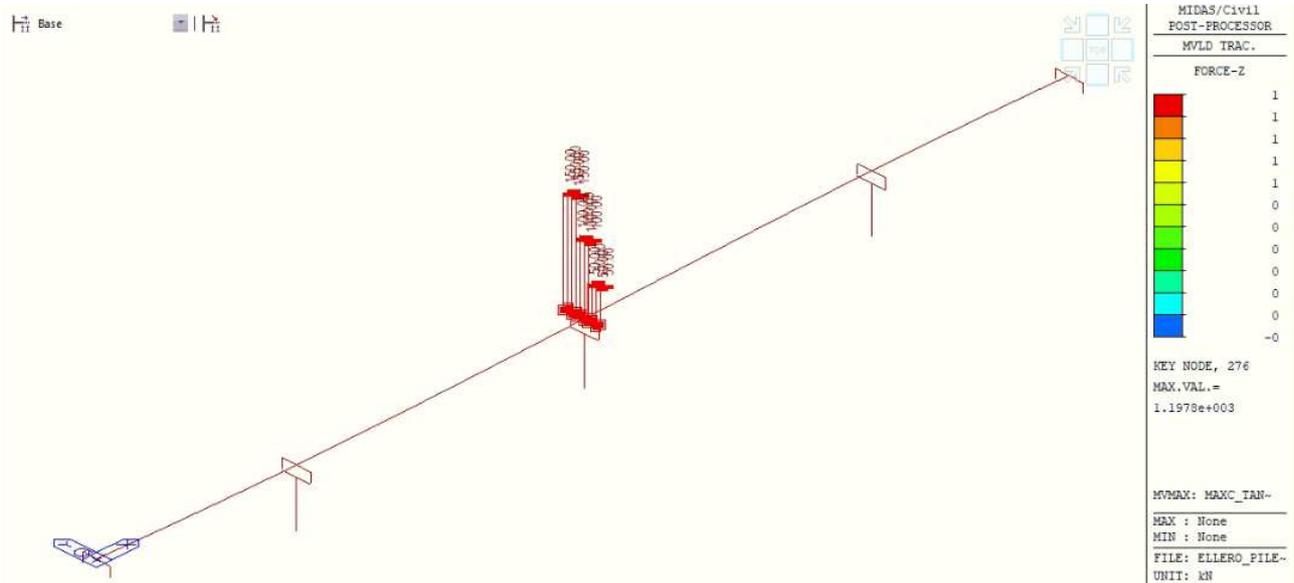
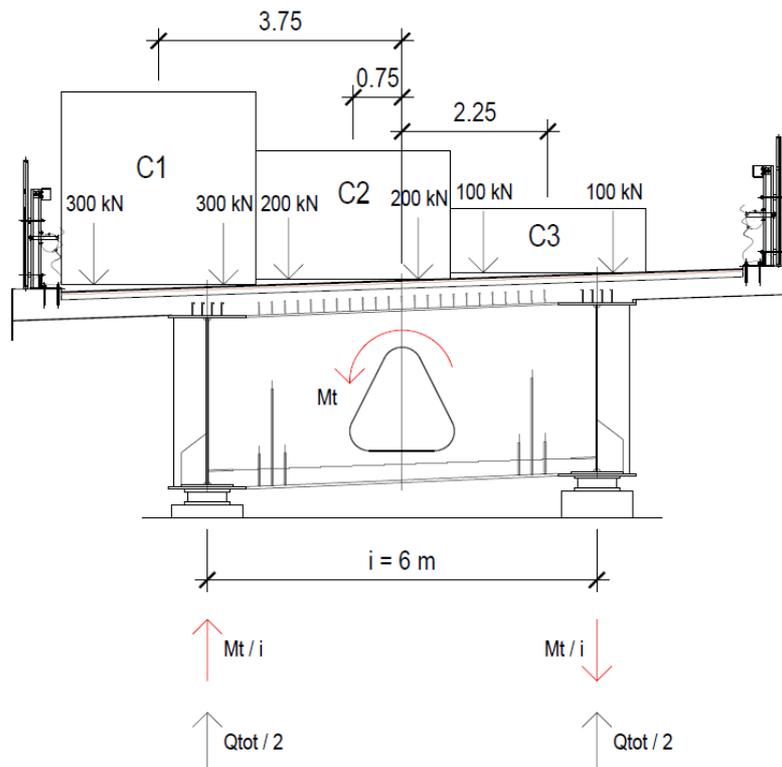


Figura 37 – Posizione dei carichi tandem che massimizza le reazioni vincolari in corrispondenza della pila P2

Tale condizione induce un momento torcente M_t sulla sezione del cassone di impalcato, cui corrispondono ulteriori reazioni vincolari pari a M_t/i (i = interasse appoggi), come mostrato in figura:



Pertanto, le reazioni sui singoli appoggi sono calcolate come segue:

$$Mt = 600 \cdot 3.75 + 400 \cdot 0.75 - 200 \cdot 2.25 = 2100 \text{ kNm}$$

$$N_z = \frac{Q_{tot}}{2} \pm \frac{Mt}{i} = \frac{600 + 400 + 200}{2} \pm \frac{2100}{6} = (600 \pm 350) \text{ kN}$$

A titolo di esempio, si riporta il confronto delle reazioni ottenute in corrispondenza della pila P2:

Reazioni vincolari N (z) [kN] - TANDEM							
		FEA		Schemi semplificati			
		Trave sx	Trave dx	Trave sx	Trave dx	Δ_{sx}	Δ_{dx}
Pila P2		281	923	250	950	11%	-3%

Anche questi risultati confermano l'attendibilità del modello agli elementi finiti utilizzato per il calcolo della struttura.